



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

Саранин А.А.  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
« 19 » сентября 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий (ая) кафедрой  
Физики низкоразмерных структур  
(название кафедры)

Саранин А.А.  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
« 19 » сентября 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Избранные вопросы физики поверхности твердого тела

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника  
магистерская программа "Нанотехнологии в электронике"

**Форма подготовки очная**

курс 1 семестр 2  
лекции 36 час.  
практические занятия 36 час.  
лабораторные работы \_\_\_\_\_ час.  
в том числе с использованием МАО лек. \_\_\_\_/пр. \_\_\_\_/лаб. \_\_\_\_ час.  
в том числе в электронной форме лек. \_\_\_\_/пр. \_\_\_\_/лаб. \_\_\_\_ час.  
всего часов аудиторной нагрузки 36 час.  
в том числе с использованием МАО \_\_\_\_\_ час.  
в том числе контролируемая самостоятельная работа \_\_\_\_\_ час.  
в том числе в электронной форме \_\_\_\_\_ час.  
самостоятельная работа 72 час.  
в том числе на подготовку к экзамену \_\_\_\_\_ час.  
курсовая работа / курсовой проект \_\_\_\_\_ семестр  
зачет 2 семестр  
экзамен \_\_\_\_\_ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно устанавливаемого ДФУ, утвержденного приказом ректора от 13.06.2017 № 12-13-1206.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики низкоразмерных структур, протокол № 1 от « 19 » сентября 2018 г.

Заведующий (ая) кафедрой \_Саранин А.А.\_\_\_\_\_  
Составитель (ли): \_\_к.ф.-м.н. Давыденко А.В.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Саранин  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Саранин  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Master's degree in 11.04.04 Electronics and nanoelectronics**

**Study program in Electronics and nanoelectronics**

**Course title: Selected topics of solid state physics**

**Basic part of Block, 4 credits**

**Instructor:** A.V. Davydenko, Cand. of phys. and math., associate Professor of the Physics of low-dimensional structures department, School of Natural Sciences of Far Eastern Federal University.

**At the beginning of the course a student should be able to:**

GPC-1, the ability to understand general problems in the subject of investigation and choose methods and facilities of solving the problems.

**Learning outcomes:**

GPC-5, willingness to execute, submit, report and reasonably defend the results of the work performed,

SPC-5, the ability to make scientifically based conclusions by the results of theoretical and experimental research, make recommendations on the improvement of devices and systems, prepare scientific publications and applications for inventions,

SPC-13, the ability to design technological processes for the production of materials and electronic products using automated systems of technological preparation of production,

SPC-14, the ability to develop technological documentation for projected devices, devices and systems of electronic equipment.

**Course description:**

This course considers magnetic phenomena of surfaces and interfaces of magnetic thin films which are perspective in industry and technological applications. Lecturing part of the course begins from short introduction to magnetism. Then certain magnetic phenomena are discussed in the sequence of their implementation to industry: giant magnetic resistance, tunneling magnetic resistance,

spin polarization, current-induced spin-transfer torque, spin-orbit coupling, spin-orbit torques, and Dzyaloshinskii-Moriya interaction. After theoretical lesson student obtain home task to investigate topic of the lecture at home. Teacher gives students plan of investigated topic. Topics may be as follows, applications of physical phenomenon in practice and industry, devices using investigated physical phenomenon. Hence, to be prepared for the practical lessons students have to study subject of the previous lecture in depth by themselves. On practice each of student obtains one point of topic and then students make a report turn by turn.

**Main course literature:**

1. Golday V.A. Physica kondensirovannogo sostoyaniya [Condensed matter physics]. Golodade, L.S. Pinchuk. - Electron. text data. - Minsk: Belarusian Science, 2009. - 648 c. (rus) <http://www.iprbookshop.ru/11505.html>
- 2.. Gurtov V.A. Solid State Physics for Engineers: A Tutorial / V.A. Gurtov, R.N. Osaulenko. - Electron. text data. - M.: Technosphere, 2012. - 560 c. <http://www.iprbookshop.ru/26903.html>
3. Ageev OA, Fedotov AA, Smirnov VA Metodi formirovaniya struktur elementov nanoelektroniki i nanosistem [Methods of forming the structures of elements of nanoelectronics and nanosystems] Textbook. - Taganrog: Publishing house of TIT SFedU, 2010. - 72 p. (rus) <http://window.edu.ru/resource/948/73948>
4. Borisenko VE, Vorobyova AI, Danilyuk AL, Utkina E.A. Nanoelectronika: teoriya i practica [Nanoelectronics: theory and practice]. 2nd ed., Pererab. and additional. Moscow: BINOM. Laboratory of Knowledge, 2013. - 366 p. (rus)
5. Dragunov V.P. Micro- i nanoelektronika: vvedenie [Micro- and nanoelectronics: a tutorial] / V.P. Dragunov, D.I. Osterflat. - Electron. text data. - Novosibirsk: Novosibirsk State Technical University, 2012. - 38 p. (rus) <http://www.iprbookshop.ru/45107.html>

**Form of final knowledge control: pass.**

## АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина «Избранные вопросы физики поверхности твердого тела» разработана для студентов 1 курса направления магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 ЗЕТ (144 час.). Учебным планом предусмотрены лекции (36 час) и практические занятия (36 час.), самостоятельная работа студента (72 час.). Дисциплина «Избранные вопросы физики поверхности твердого тела» входит в группу «вариативная часть» профессионального цикла, реализуется на 1 курсе, во 2 семестре.

**Цель** изучения дисциплины – рассмотрение магнитных явлений, проявляющихся на поверхностях и границах раздела в тонких магнитных пленках, которые активно используются в промышленности для создания и технологического применения.

**Задачи** изучения дисциплины:

- Усвоение основ физики магнитных явлений.
- Изучение магнитных эффектов, проявляющихся в структурах с пониженной размерностью
- Умение анализа экспериментальных данных и понимания научных статей
- Умение работать с научной литературой
- Способность доложить экспериментальные результаты в доступной и понятной форме

Формирование у студентов следующих **знаний** о:

- Общих основах магнетизма и спинтроники
- Гигантском и туннельном магнитосопротивлении
- Спин-зависимом рассеянии
- Переноса спинового момента от тока
- Взаимодействии Дзялошинского-Мория

Практическая реализация курса заключается в чтении лекций и обсуждении усвоенных знаний на практических занятиях. После лекции студенты должны расширить полученные знания об исследуемом явлении самостоятельно. Для этого преподаватель дает план работы по пунктам. Например, если темой лекции было гигантское магнитосопротивление, то в домашнем задании студентам необходимо будет найти общую информацию об устройствах, использующих эффект гигантского магнитосопротивления, рассмотреть каждое из устройств в отдельности, показать их принцип работы. На практическом занятии студенты делают доклад по подготовленной тематике. Каждому студенту дается один или несколько подпунктов, которые он должен осветить в качестве доклада. Преподаватель по ходу выступлений студентов корректирует их, дополняет их доклады. Таким образом, после докладов всех студентов тема становится полностью изученной, а студенты тренируют навыки устных докладов научной информации и графической презентации данных.

Дисциплина нацелена на изучение определенного круга магнитных явлений, которые уже используются в промышленности или перспективны для практического внедрения в промышленный цикл с целью создания устройств нанoeлектроники, магнитной памяти и магнитной логики.

Для успешного изучения дисциплины «Избранные вопросы физики поверхности твердого тела» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОПК-1. Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции.

ОПК-5. Готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы;

ПК-5. Способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения;

ПК-13. Способность проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.

ПК-14. Способность разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-5, готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной работы	Знает	Как самостоятельно найти нужную научную литературу, описывающую конкретное изучаемое явление
	Умеет	Разбираться с научными данными стороннего эксперимента и делать соответствующие выводы
	Владеет	Навыками работы литературного поиска в сети «Интернет» и системах «Web of science» и «Scopus», работы с литературой, анализа сторонних научных данных
ПК-5, способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Знает	Основные принципы работы современных видов магнитной памяти и устройств магнитной логики, ключевые элементы, образующие данные устройства
	Умеет	Выбрать методику экспериментального исследования системы материалов, перспективной для использования в устройствах записи нового поколения
	Владеет	Теоретическими основами спинтроники и наноматериализма
ПК-13, способность проектировать технологические	Знает	Особенности технологического процесса приготовления тонкопленочных систем, литографии и плазмохимического травления

процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	Умеет	Выбрать необходимую систему материалов для приготовления магнитного записывающего устройства с заданными функциями
	Владеет	Навыками проектирования технологического процесса производства простейших наноструктурных объектов для создания памяти нового поколения
ПК-14, способность разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.	Знает	Основные принципы работы современных видов магнитной памяти и устройств магнитной логики, ключевые элементы, образующие данные устройства
	Умеет	Объяснить физические процессы, происходящие при функционировании того или иного вида магнитной памяти нового поколения
	Владеет	Навыками работы с технологической документацией уже созданных устройств, имеет представление от том, как разрабатывать технологическую документацию на новые виды приборов и записывающих устройств

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Раздел I. Физические основы новейших магнитных явлений и эффектов (28 часов)**

#### **1. Спинтроника. (8 часов)**

Основы спинтроники. Спиновый транспорт. Гигантское магнитосопротивление. Модель Мотта.

#### **2. Туннельное магнитосопротивление. (8 часов)**

Основы квантовомеханического туннелирования. Модель Джулиера. Модель Слончевского. Туннельное магнитосопротивление.

#### **3. Перенос спинового момента от тока.**

##### **(6 часов)**

Перенос спинового момента от тока. Перенос спинового момента в структурах с многослойных структурах с сильным спин-орбитальным взаимодействием на интерфейсах. Спиновая динамика, вызванная переносом спинового момента.



#### **4. Взаимодействие Дзялошинского-Моря (6 часов)**

Общая концепция и необходимые условия возникновения взаимодействия Дзялошинского-Моря в объемных кристаллах. Взаимодействие Дзялошинского-Моря в многослойных системах. Влияние взаимодействия Дзялошинского-Моря на процессы перемагничивания и перенос спиновго момента от тока.

### **Раздел II. Перспективные виды магнитной памяти нового поколения (8 часов)**

#### **Тема 1. Магнитная память с произвольной выборкой данных (4 часа)**

Общие принципы построения магнитной памяти с произвольной выборкой данных. Конструкционные особенности. Перспективы развития и использования.

#### **Тема 2. Память на беговых дорожках (4 часа)**

Общие принципы построения магнитной памяти на беговых дорожках. Конструкционные особенности. Перспективы развития и использования.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 ЧАСОВ)**

### **Тема 1. Гигантское магнитосопротивление (8 часов).**

- Принципы записи и чтения информации в жестком диске. Совершенство технологий чтения и записи.
- Записывающие головки с датчиками гигантского магнитосопротивления
- Среда записи с плоскостной и перпендикулярной магнитной анизотропией
- Спиновый вентиль. Способы создания спиновых вентиляей. Способы закрепления намагниченности в слое.

## **Тема 2. Туннельное магнитосопротивление (8 часов).**

- Записывающие головки с датчиками туннельного магнитосопротивления
- Сенсор туннельного магнитосопротивления
- Виды окислов, используемых в сенсорах туннельного магнитосопротивления
- Память с произвольной выборкой данных на основе структур эффектом высокого туннельного магнитосопротивления. Общие принципы.

## **Тема 3. Перенос спинового момента от тока (8 часов)**

- Память с произвольной выборкой данных на основе структур эффектом высокого туннельного магнитосопротивления, в которых перемагничивание происходит за счет переноса спинового момента от тока. Общие принципы.
- Память на беговых дорожках (первая версия).

## **Тема 4. Взаимодействие Дзялошинского-Мория (8 часов)**

- Скирмионная память на беговых дорожках. Различные способы реализации.
- Память на беговых дорожках на основе смещения доменных границ со спин-орбитальными эффектами (вторая и третьи версии).
- Киральные спиновые структуры в среде с высоким взаимодействием Дзялошинского-Мория.

## **Тема 5. Магнитоэлектронные приборы (4 часа)**

- Произвольные магнитоэлектронные приборы, которые выбраны студентами для доклада.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Избранные вопросы физики поверхности твердого тела» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

На самостоятельную работу студентов по курсу «Избранные вопросы физики поверхности твердого тела» отводится 72 часа. Контактной самостоятельной работы в рамках данного курса не предусмотрено.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1. Гигантское магнитосопротивление	ОПК-5, ПК-5, 12, 13	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 1-7, Собеседование (УО-1)
			умеет	Творческое задание (ПР-13)	зачет, вопросы 1-7, Собеседование (УО-1)
			владеет	Доклад, сообщение (УО-3)	зачет, вопросы 1-7, Собеседование (УО-1)
2	Тема 2. Туннельное магнитосопротивление	ОПК-5, ПК-5, 12, 13	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 8-11, Собеседование (УО-1)

			умеет	Творческое задание (ПР-13)	зачет, вопросы 8-11, Собеседование (УО-1)
			владеет	Доклад, сообщение (УО-3)	зачет, вопросы 8-11, Собеседование (УО-1)
3	Тема 3. Перенос спинов-вого момента от тока	ОПК-5, ПК-5, 12, 13	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
			умеет	Творческое задание (ПР-13)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
			владеет	Доклад, сообщение (УО-3)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
4	Тема 4. Взаимодействие Дзялошинского-Моря	ОПК-5, ПК-5, 12, 13	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 18-21 Собеседование (УО-1)
			умеет	Творческое задание (ПР-13)	зачет, вопросы 18-21 Собеседование (УО-1)
			владеет	Доклад, сообщение (УО-3)	зачет, вопросы 18-21 Собеседование (УО-1)

Вопросы и типы заданий к зачету, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Гольдаде В.А. Физика конденсированного состояния / В.А. Гольдаде, Л.С. Пинчук. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2009. — 648 с.: <http://www.iprbookshop.ru/11505.html>
2. Гуртов В.А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2012. — 560 с. <http://www.iprbookshop.ru/26903.html>
3. Агеев О.А., Федотов А.А., Смирнов В.А. Методы формирования структур элементов нанoeлектроники и наносистемной техники: Учебное пособие. - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. - 72 с. <http://window.edu.ru/resource/948/73948>
4. Драгунов В.П. Микро- и нанoeлектроника: учебное пособие / В.П. Драгунов, Д.И. Остертак. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 38 с.: <http://www.iprbookshop.ru/45107.html>
5. Афонский А.А. Электронные измерения в нанотехнологиях и в микроэлектронике [Электронный ресурс] / Афонский А.А., Дьяконов В.П. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Профобразование, 2017. – 688 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63585.html> – ЭБС «IPRbooks».

### **Дополнительная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2009. - 416 с. <http://www.iprbookshop.ru/12979.html>

2. Шевченко О.Ю. Основы физики твердого тела: учебное пособие / О.Ю. Шевченко. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2010. — 77 с <http://www.iprbookshop.ru/67512.html>
3. Федотов А.К. Физическое материаловедение. Часть 1. Физика твердого: учебное пособие / А.К. Федотов. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2010. — 400 с. — <http://www.iprbookshop.ru/20161.html>
4. Борисенко В.Е., Воробьева А.И., Данилюк А.Л., Уткина Е.А. Нанoeлектроника: теория и практика. 2-ое изд., перераб. и доп. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 366 с.
5. Астайкин А.И. Метрология и радиоизмерения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Астайкин А.И., Помазков А.П., Щербак Ю.П. – Электрон. текстовые данные. – Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2010. – 405 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18440.html> – ЭБС «IPRbooks».

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Нанотехнологии в России <http://www.nanonewsnet.ru>
2. Российский электронный наножурнал <http://www.nanorf.ru>
3. Журнал «Наука и жизнь» <https://www.nkj.ru>
4. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
5. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
6. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».
7. [www.iqlib.ru](http://www.iqlib.ru) - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия [www.affp.mics.msu.ru](http://www.affp.mics.msu.ru)

## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется общее программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows XP, Microsoft Office и др.). Аудитории Лабораторного корпуса оснащены проекторами и экранами, с помощью которых можно сделать графическую презентацию найденной информации, сделать доклад, провести презентацию графических материалов лекции.

### **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

В общей трудоемкости дисциплины 72 час. (4 ЗЕТ) лекционные занятия составляют 36 час., практические занятия (36 час.).

По дисциплине предусмотрена внеаудиторная самостоятельная работа в объеме 72 час. на весь курс дисциплины.

Для базового изучения курса необходимо посещать лекции, практические занятия, делать доклады, подготовленные самостоятельно, работать с основной литературой по дисциплине.

Для углубленного изучения теоретического материала курса дисциплины помимо вышеперечисленных рекомендаций необходимо использовать дополнительную литературу, указанную в приведенном выше перечне.

Рекомендованные источники доступны обучаемым в научной библиотеке (НБ) ДВФУ (в перечне приведены соответствующие гиперссылки этих источников), а также в электронной библиотечной системе (ЭБС) IPRbooks (приведены аналогичные гиперссылки).

Доступ к системе ЭБС IPRbooks осуществляется на сайте [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru) под учётными данными вуза (ДВФУ):

логин **dvfu**, пароль **249JWmhe**.

Для подготовки к зачету определен перечень вопросов, представленный ниже, в материалах фонда оценочных средств дисциплины.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения исследований, связанных с выполнением практических заданий по дисциплине доступно лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа корпус L, ауд L441	Офисная мебель. Количество посадочных рабочих мест для студентов - 12
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно - навигационной поддержки.





МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине **«Избранные вопросы физики поверхности твердого тела»**  
Направление подготовки **01.03.04 Электроника и наноэлектроника**  
Форма подготовки **очная**

**Владивосток**  
**2016**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-4 недели семестра	Подготовка к докладу по практическому занятию 1	16 час.	Доклад
2	5-8 недели семестра	Подготовка к докладу по практическому занятию 2	16 час.	Доклад
3	9-13 недели семестра	Подготовка к докладу по практическому занятию 3	16 час.	Доклад
4	13-16 недели семестра	Подготовка к докладу по практическому занятию 4	16 час.	Доклад
5	17-18 недели семестра	Подготовка к докладу по практическому занятию 5	8 час.	Доклад
Итого			72 час.	

### Темы дисциплины

Практические занятия объединены в пять общих тем:

Тема 1. Гигантское магнитосопротивление

Тема 2. Туннельное магнитосопротивление

Тема 3. Перенос спинового момента от тока

Тема 4. Взаимодействие Дзялошинского-Мория

Тема 5. Произвольные магнитоэлектронные приборы.

### Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Курс построен таким образом, что в теоретической части рассматриваются физические явления, на основе которых создаются или уже созданы новые приборы магнитной электроники. Студентам предлагается самостоятельно разобраться в принципах функционирования данных устройств, основываясь на знаниях, полученных в ходе изучения теоретической части курса (на лекциях) и усвоенных самостоятельно из источников основной и дополнительной литературы и сетевых источников. Курс разделен на четыре ос-

новные темы и дополнительное занятие по произвольной теме. На каждую из четырех основных тем занятий отводится по 4 часа практических занятий. Студентам необходимо подготовить доклад по каждой теме. Чтобы все учащиеся могли участвовать в докладе, каждая тема разбита на множество небольших подпунктов. Каждый студент должен найти и усвоить информацию по всей теме, но подготовить доклад только по нескольким подпунктам. Доклад выполняется в виде презентации, которая представляется на проекторе во время практического занятия. Преподаватель выстраивает презентации докладчиков в определенном порядке таким образом, чтобы в результате тема была полностью разобрана. Если каких-либо студентов на практическом занятии нет, то преподаватель восполняет отсутствующие звенья цепи заранее подготовленными презентациями. Преподаватель имеет в своем распоряжении презентации данных по всем подпунктам всех тем. Отсутствие одного или нескольких студентов не должно стать преградой для осуществления практического занятия. Если больше половины студентов не готовы, то преподаватель проводит вместо практического занятия следующее по списку лекционное занятие.

Ниже приведено разбиение общих тем курса на подпункты.

### **Тема 1. Гигантское магнитосопротивление.**

- История обнаружения эффекта. Нобелевские лауреаты П. Грюнберг и А. Ферг. Их исследования.
- Исследования С. Паркина. Обнаружение эффекта гигантского магнитосопротивления в поликристаллических системах.
- Спиновый вентиль. Способы создания спиновых вентиляей. Способы закрепления намагниченности в слое.
- Принципы записи и чтения информации в жестком диске. Совершенствование технологий чтения и записи. Диаграмма увеличения плотности записи в жестких дисках.
- Технология считывающих головок на основе анизотропного магнитосопротивления.

- Записывающие головки с датчиками гигантского магнитосопротивления.
- Среда записи с плоскостной и перпендикулярной магнитной анизотропией. Преимущества сред с перпендикулярной магнитной анизотропией (термостабильность, плотность записи, и т. д.)

## **Тема 2. Туннельное магнитосопротивление.**

- Записывающие головки с датчиками туннельного магнитосопротивления.
- Сенсор туннельного магнитосопротивления.
- Виды окислов, используемых в сенсорах туннельного магнитосопротивления.
- Ограничения технологии записи информации на основе жестких дисков. Преимущества и недостатки по сравнению с другими технологиями, представленными на данный момент на рынке.
- Твердотельная флэш-память. Принципы функционирования. Преимущества и недостатки. Сравнение с жесткими дисками.
- Оперативная электронная память. Принципы функционирования. Сравнение с остальными видами памяти. Преимущества и недостатки.
- Предпосылки для создания универсальной памяти. Требуемые характеристики универсальной памяти.

## **Тема 3. Перенос спинового момента от тока (4 часа)**

- Память с произвольной выборкой данных. Принципы функционирования.
- Осуществление доступа к данным в памяти с произвольной выборкой данных.
- Характеристики памяти с произвольной выборкой данных.
- История развития памяти с произвольной выборкой данных. Память на основе перемагничивания от поля Эрстеда.

- Память на основе передачи спинового момента от тока в поперечной геометрии. Двухконтактные устройства. STT-эффект.
- Память на основе передачи спинового момента в продольной геометрии. Трехконтактные устройства. SOT-эффект.
- Устройства, представленные на рынке в данный момент.
- Будущее памяти с произвольной выборкой данных. Новые технологии. Топологические изоляторы.

#### **Тема 4. Взаимодействие Дзялошинского-Мория (4 часа)**

- Память на беговых дорожках. Общие принципы функционирования.
- Память на беговых дорожках первые версии. Память на доменных границах. История развития. Переход на среды с перпендикулярной анизотропией.
- SOT-эффект в памяти на беговых дорожках.
- Антиферромагнитные среды записи информации в памяти на беговых дорожках. Перспективы развития.
- Скирмионная память на беговых дорожках. Различные способы реализации.
- Киральные спиновые структуры в среде с высоким взаимодействием Дзялошинского-Мория.
- Устройства магнитной логики, будущее спинтроники.

#### **Тема 5. Магнитоэлектронные приборы (2 часа)**

- Студенты могут подготовить доклад на любую тему по магнитоэлектронным приборам. В случае большой задолженности студентов данное занятие отводится на сдачу долгов.

**Требования к представлению и оформлению результатов  
самостоятельной работы**

Результаты самостоятельной работы отражаются в презентациях в электронном виде.

К представлению и оформлению презентаций по практическим занятиям предъявляются следующие требования.

### Структура презентаций

Презентации по подпунктам темы практического занятия представляются в электронной форме, подготовленные как файлы презентации с расширением \*.ppt(x).

Презентация должна охватывать наиболее полную информацию в подпункте.

На презентацию каждого подпункта устанавливается минимальное время равное 15 мин и максимальное время, равное 25 минутам. Количество слайдов не ограничено.

Титульного листа, введения и выводов в презентациях не требуется. Презентация должна содержать только информацию о конкретном подпункте. Презентация должна содержать графическую и текстовую информацию. Представление только одного вида информации не допустимо. В презентацию могут входить анимированные видеоролики, анимированные эффекты, при этом они не должны затруднять восприятие материала.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

*Оценивание практических работ* проводится по следующим основным критериям:

- полнота раскрытия проблемы;
- качество изложения материала, умение докладывать;
- понимание студентом материала;
- уровень выполнения презентации;

Студент должен наиболее полно раскрыть данный ему подпункт общей темы. Полнота проработки материала оценивается по продолжительности доклада. При этом запрещается докладывать одну и ту же информацию неограниченно долго для увеличения продолжительности доклада. Также запрещается специальное затягивание доклада (большие паузы, неторопливая речь). Если преподаватель замечает умышленное затягивание доклада, то студент получает замечание и оценка выполнения практического задания снижается.

Оценивается умение студентов докладывать, их речь, уверенность, отсутствие речевых ошибок, умение расставлять акценты. Это не главный критерий оценки выполнения практического задания, однако за счет уверенной презентации студент может повысить общий балл за работу.

Студент должен понимать материал, следовательно, оценивается отсутствие ошибок в понимании физики процессов и явлений, используемых в рассматриваемых приборах.

Заключительным критерием является оценка выполнения презентации. Презентация должна быть яркой, вся информация должна быть доступна для слушателя, графическая информация оптимально размещена на слайдах, размер и тип используемых шрифтов должны быть оптимальны для восприятия.

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Студенты самостоятельно готовятся к докладу по теме после прочтения им теоретических основ исследуемого явления. Студенты могут пользоваться любыми источниками информации, если они уверены в том, что информация достоверна. Перед составлением презентации рекомендуется сначала вникнуть в суть рассматриваемой проблемы, понять принципы работы исследуемого устройства и собрать достаточное количество материала. Затем студенты могут перейти к формированию презентации. После окончания работы над презентацией студенты должны отработать доклад так, чтобы уклады-

ваться в разрешенный временной интервал, и чтобы выступление смотрелось уверенно и эффектно.

### **Методические указания к выполнению презентаций**

Презентация дает возможность наглядно представить инновационные идеи, разработки и планы. Учебная презентация представляет собой результат самостоятельной работы студентов, с помощью которой они наглядно демонстрируют материалы публичного выступления перед аудиторией.

Компьютерная презентация – это файл с необходимыми материалами, который состоит из последовательности слайдов. Каждый слайд содержит законченную по смыслу информацию, так как она не переносится на следующий слайд автоматически в отличие от текстового документа. Студенту – автору презентации, необходимо уметь распределять материал в пределах страницы и грамотно размещать отдельные объекты. В этом ему поможет целый набор готовых объектов (пиктограмм, геометрических фигур, текстовых окон и т.д.).

Бесспорным достоинством презентации является возможность при необходимости быстро вернуться к любому из ранее просмотренных слайдов или буквально на ходу изменить последовательность изложения материала. Презентация помогает самому выступающему не забыть главное и точнее расставить акценты.

Одной из основных программ для создания презентаций в мировой практике является программа PowerPoint компании Microsoft.

### **Структура презентации**

Первый слайд презентации должен содержать общую тему практической работы и конкретно рассматриваемый в данной презентации подпункт, фамилию, имя и отчество исполнителя, номер учебной группы, а также фамилию, имя, отчество, должность и ученую степень преподавателя. Последующие слайды содержат основную информацию. Выводов не требуется.



Файл должен быть назван как (Фамилия студента)\_(номер темы)\_(номер подпункта в теме).ppt, например Иванов\_2\_5.ppt

### **Рекомендации по оформлению презентаций в Microsoft Power Point**

Предпочтительно использование шрифтов типа Times или Arial, однако, это не строгое требование. Шрифт должен быть разборчивым и понятным. Особое внимание нужно уделить размеру шрифтов. Он должен быть таким, чтобы вся аудитория могла разобрать любую информацию, представленную на слайде. Использование мелкого размера шрифтов снижает качество восприятия материала, уровень интереса к докладу и общей дисциплины в аудитории. Не рекомендуется перегружать слайд информацией. Лучше разбить слайд на несколько, если такое представляется возможным. С другой стороны, необходимо стремиться, чтобы каждый слайд не содержал больших пустых участков и был наполнен информацией.

Макет презентации должен быть оформлен в строгой цветовой гамме. Фон не должен быть слишком ярким или пестрым. Текст должен хорошо читаться. Одни и те же элементы на разных слайдах должны быть одного цвета.

Каждый слайд должен содержать заголовок. В конце заголовков точка не ставится. В заголовках должен быть отражен вывод из представленной на слайде информации. Оформление заголовков заглавными буквами можно использовать только в случае их краткости.

На слайде следует помещать не более 5-6 строк и не более 5-7 слов в предложении. Текст на слайдах должен хорошо читаться.

При добавлении рисунков, схем, диаграмм, снимков экрана (скриншотов) необходимо проверить текст этих элементов на наличие ошибок. Необходимо проверять правильность написания названий улиц, фамилий авторов методик и т.д.

Нельзя перегружать слайды анимационными эффектами – это отвлекает слушателей от смыслового содержания слайда. Для смены слайдов используйте один и тот же анимационный эффект.

## **Порядок и принципы выполнения компьютерной презентации**

Основные этапы работы над компьютерной презентацией:

1. Спланируйте общий вид презентации по выбранной теме, опираясь на собственные разработки и рекомендации преподавателя.
2. Распределите материал по слайдам.
3. Отредактируйте и оформите слайды.
4. Задайте единообразный анимационный эффект для демонстрации презентации.
5. Распечатайте презентацию.
6. Проговорите готовый вариант перед демонстрацией с целью выявления ошибок.
7. Доработайте презентацию, если возникла необходимость.

## **Основные принципы выполнения и представления компьютерной презентации**

- помните, что компьютерная презентация не предназначена для автономного использования, она должна лишь помогать докладчику во время его выступления, правильно расставлять акценты;
- не усложняйте презентацию и не перегружайте ее текстом, статистическими данными и графическими изображениями;
- Не читайте текст на слайдах. Устная речь докладчика должна дополнять, описывать, но не пересказывать, представленную на слайдах информацию;
- дайте время аудитории ознакомиться с информацией каждого нового слайда, а уже после этого давать свои комментарии показанному на экране. В противном случае внимание слушателей будет рассеиваться;
- делайте перерывы. Не следует торопиться с демонстрацией последующего слайда. Позвольте слушателям подумать и усвоить информацию;

- обязательно отредактируйте презентацию перед выступлением после предварительного просмотра (репетиции).



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Избранные вопросы физики поверхности твердого тела»**  
**Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2016**

## Паспорт ФОС

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-5, готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	Знает	Как самостоятельно найти нужную научную литературу, описывающую конкретное изучаемое явление
	Умеет	Разбираться с научными данными стороннего эксперимента и делать соответствующие выводы
	Владеет	Навыками работы литературного поиска в сети «Интернет» и системах «Web of science» и «Scopus», работы с литературой, анализа сторонних научных данных
ПК-5, способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Знает	Основные принципы работы современных видов магнитной памяти и устройств магнитной логики, ключевые элементы, образующие данные устройства
	Умеет	Выбрать методику экспериментального исследования системы материалов, перспективной для использования в устройствах записи нового поколения
	Владеет	Теоретическими основами спинтроники и наномагнетизма
ПК-13, способность проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки произ-	Знает	Особенности технологического процесса приготовления тонкопленочных систем, литографии и плазмохимического травления
	Умеет	Выбрать необходимую систему материалов для приготовления магнитного записывающего устройства с заданными функциями
	Владеет	Навыками проектирования технологического процесса производства простейших наноструктурных объектов для создания памяти нового поколения

водства		
ПК-14, способность разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.	Знает	Основные принципы работы современных видов магнитной памяти и устройств магнитной логики, ключевые элементы, образующие данные устройства
	Умеет	Объяснить физические процессы, происходящие при функционировании того или иного вида магнитной памяти нового поколения
	Владеет	Навыками работы с технологической документацией уже созданных устройств, имеет представление от том, как разрабатывать технологическую документацию на новые виды приборов и записывающих устройств

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1. Гигантское магнитосопротивление	ОПК-5, ПК-5, 12, 13	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 1-7, Собеседование (УО-1)
			умеет	Творческое задание (ПР-13)	зачет, вопросы 1-7, Собеседование (УО-1)
			владеет	Доклад, сообщение (УО-3)	зачет, вопросы 1-7, Собеседование (УО-1)
2	Тема 2. Туннельное магнитосопротивление	ОПК-5, ПК-5, 12, 13	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 8-11, Собеседование (УО-1)
			умеет	Творческое задание (ПР-13)	зачет, вопросы 8-11, Собеседование (УО-1)
			владеет	Доклад, сообщение (УО-3)	зачет, вопросы 8-11, Собеседование (УО-1)
3	Тема 3. Перенос спинового момента от тока	ОПК-5, ПК-5, 12, 13	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
			умеет	Творческое задание (ПР-13)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование

					(УО-1)
			владеет	Доклад, сообщение (УО-3)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
4	Тема 4. Взаимодействие Дзядлошинского-Мория	ОПК-5, ПК-5, 12, 13	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 18-21 Собеседование (УО-1)
			умеет	Творческое задание (ПР-13)	зачет, вопросы 18-21 Собеседование (УО-1)
			владеет	Доклад, сообщение (УО-3)	зачет, вопросы 18-21 Собеседование (УО-1)

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ОПК-5, готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной работы	Знает	Как самостоятельно найти нужную научную литературу, описывающую конкретное изучаемое явление	Принципы научного поиска информации в сети «Интернет» и научной литературе	Представление доклада, раскрывающего основные аспекты заданной темы	60 - 74
	Умеет	Разбираться с научными данными стороннего эксперимента и делать соответствующие выводы	Умение выделить нужную информацию из многообразия данных и интерпретировать ее	Представление доклада, полностью раскрывающего заданную тему	75 - 89
	Владеет	Навыками работы литературного поиска в сети «Интернет» и системах «Web of science» и «Scopus», работы с литературой, анализа сторонних научных данных	Самостоятельное освоение научной информации, способность донести научную информацию аудитории	Представление доклада, полностью раскрывающего заданную тему, доклад должен быть понятен не только преподавателю, но и студентам	90 - 100
ПК-5, способность аргументировано выбирать и реализовывать на	Знает	Основные принципы работы современных видов магнитной памяти и	Воспроизводство и объяснение учебного материала с требуемой	Знание базовых принципов работы спинтронных устройств, устройств записи информации и магнитной логики	60 - 74

практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения		устройств магнитной логики, ключевые элементы, образующие данные устройства	степень научной точности и полноты		
	Умеет	Выбрать методику экспериментального исследования системы материалов, перспективной для использования в устройствах записи нового поколения	Выполнение типичных задач на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения	Знание принципов работы, элементов спинтронных устройств, устройств записи информации и магнитной логики. Умеет сравнивать и анализировать существующие технологии записи и передачи информации	75 - 89
	Владеет	Теоретическими основами спинтроники и наномagnetизма	Решение усложненных задач в нетипичных ситуациях на основе приобретенных знаний, умений и навыков	Знание принципов работы, элементов спинтронных устройств, устройств записи информации и магнитной логики. Умение сравнивать и анализировать существующие технологии записи и передачи информации. Способность прогноза развития существующих технологий.	90 - 100
ПК-13, способность проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	Знает	Особенности технологического процесса приготовления тонкопленочных систем, литографии и плазмохимического травления	Знание методов изготовления, основной структуры и состава слоев многослойного магнитного прибора	Умеет выделить основные слои в многослойном магнитном приборе, может объяснить их назначение	60 - 74
	Умеет	Выбрать необходимую систему материалов для приготовления магнитного записывающего устройства с заданными функциями	Знание методов изготовления, основной структуры и диапазона толщин слоев многослойного магнитного прибора	Умеет выделить основные слои в многослойном магнитном приборе, может объяснить их назначение, знает их примерный диапазон толщин и структурные особенности	75 - 89
	Владеет	Навыками проектирования технологического процесса производства простейших наноструктурных объектов для создания памяти нового поколения	Знание методов изготовления, основной структуры и диапазона толщин слоев многослойного магнитного прибора. Умение спрогнозировать дальнейшее направление	Умеет выделить основные слои в многослойном магнитном приборе, может объяснить их назначение, знает их примерный диапазон толщин и структурные особенности. Может определить те или иные свойства прибора, которые наиболее вероятно будут улучшены в ближайшее время, может обосновать свое мнение	90 - 100



			исследований для совершенствования данного прибора		
ПК-14, способность разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники.	Знает	Основные принципы работы современных видов магнитной памяти и устройств магнитной логики, ключевые элементы, образующие данные устройства	Понимание функционирования спинтронных приборов на базовом уровне	Может объяснить общие принципы функционирования спинтронных приборов	60 - 74
	Умеет	Объяснить физические процессы, происходящие при функционировании того или иного вида магнитной памяти нового поколения	Понимание функционирования спинтронных приборов на базовом уровне, знание основных структурных элементов устройств, знание структуры составных элементов устройств	Может объяснить как общие принципы функционирования целого спинтронного прибора, так и образующих его элементов, например, памяти на беговых дорожках и сенсоров туннельного магнитосопротивления, входящих в состав чипа памяти на беговых дорожках	75 - 89
	Владеет	Навыками работы с технологической документацией уже созданных устройств, имеет представление от том, как разрабатывать технологическую документацию на новые виды приборов и записывающих устройств	Понимание функционирования спинтронных приборов в целом и образующих их элементов, знание технологической документации, сопровождающей магнитоэлектронные приборы	Может объяснить как общие принципы функционирования целого спинтронного прибора, так и образующих его элементов, умеет выделить наиболее важные параметры прибора и объяснить их поведение в зависимости от условий эксплуатации прибора	90 - 100

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания  
результатов освоения дисциплины**

**Текущая аттестация студентов**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Избранные вопросы физики поверхности твердого тела» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Избранные вопросы физики поверхности твердого тела» проводится в форме оценки презентации докладов по заданным темам. Оценивание осуществляется ведущим преподавателем.

Общими объектами оценивания выступают:

- посещение занятий;
- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий);
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

*Оценивание самостоятельной работы студентов* проводится по оценке практических работ по следующим основным критериям:

- полнота раскрытия проблемы;
- качество изложения материала, умение докладывать;
- понимание студентом материала;
- уровень выполнения презентации;

Таким образом, выполнение студентами практических занятий и презентация докладов позволяет судить о качестве усвоения теоретического материала. Оценивание результатов освоения дисциплины на этапе текущей аттестации проводится в соответствии с используемыми оценочными средствами и критериями.

### **Критерии оценки практической работы студентов**

Оценивание защиты практической работы проводится при представлении презентации в электронном виде и ее демонстрации с устным докладом перед аудиторией или преподавателю. Оценивание осуществляется по двухбалльной шкале: «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он представляет к защите доклад по заданной теме, удовлетворяющий требованиям по оформлению содержанию, объему; демонстрирует владение методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не владеет методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы, допускает существенные ошибки в докладе, путается в физических процессах функционирования приборов, не может объяснить принципы работы спинтронных приборов, представляет доклад с существенными отклонениями от правил оформления презентаций.

### **Промежуточная аттестация студентов**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Избранные вопросы физики поверхности твердого тела» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Избранные вопросы физики поверхности твердого тела» проводится в виде зачета, форма зачета – ответ студента на два теоретических вопроса из списка. Допуском к зачету является наличие зачтенных презентаций по всем практическим работам.

### **Критерии выставления зачета студенту по дисциплине «Избранные вопросы физики поверхности твердого тела»:**

Оценка зачета (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
«зачтено»	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
«не зачтено»	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, путается в

докладах практических заданий. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--

## **Оценочные средства для промежуточной аттестации** Собеседование (УО-1)

### **Вопросы к зачету**

1. Основы спинтроники. Спиновый транспорт.
2. Гигантское магнитосопротивление. Модель Мотта.
3. Основы квантовомеханического туннелирования. Модель Джулиера
4. Модель Слончевского. Туннельное магнитосопротивление.
5. Принципы записи и чтения информации в жестком диске. Совершенствование технологий чтения и записи.
6. Записывающие головки с датчиками гигантского магнитосопротивления
7. Среда записи с плоскостной и перпендикулярной магнитной анизотропией
8. Спиновый вентиль. Способы создания спиновых вентиляей. Способы закрепления намагниченности в слое.
9. Перенос спинового момента от тока. Перенос спинового момента в структурах с многослойных структурах с сильным спин-орбитальным взаимодействием на интерфейсах.
10. Записывающие головки с датчиками туннельного магнитосопротивления.
11. Сенсор туннельного магнитосопротивления. Виды окислов, используемых в сенсорах туннельного магнитосопротивления
12. Общая концепция и необходимые условия возникновения взаимодействия Дзялошинского-Мория в объемных кристаллах.
13. Взаимодействие Дзялошинского-Мория в многослойных системах. Влияние взаимодействия Дзялошинского-Мория на процессы перемагничивания и перенос спиновго момента от тока.

14. Общие принципы построения магнитной памяти с произвольной выборкой данных. Конструкционные особенности. Перспективы развития и использования.
15. Общие принципы построения магнитной памяти на беговых дорожках. Конструкционные особенности. Перспективы развития и использования.
16. Скирмионная память на беговых дорожках. Различные способы реализации.
17. Память на беговых дорожках на основе смещения доменных границ со спин-орбитальными эффектами (вторая и третьи версии).
18. Киральные спиновые структуры в среде с высоким взаимодействием Дзялошинского-Мория.