

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)

Утверждаю:

Проректор по учебной работе

Павлов В. Н.

« 1 » Июня 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«МАГНИТНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

для подготовки бакалавров

по направлениям

11.03.04 - «Электроника и наноэлектроника»

28.03.01 - «Нанотехнологии и микросистемная техника»

Санкт-Петербург

2018

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№№ учебных планов:	026, 126, 326, 325
Обеспечивающий факультет:	электроники
Обеспечивающая кафедра:	микро- и наноэлектроники
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	2
Курс	3
Семестр	6
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	18
Практические занятия (академ. часов)	18
Лабораторные занятия (академ. часов)	18
Все аудиторные (контактные) занятия (академ. часов)	54
Самостоятельная работа (академ. часов)	18
Всего (академ. часов)	72
Вид промежуточной аттестации	
Дифференцированный зачет (семестр)	6

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры микро- и наноэлектроники - протокол № 2 от 1 марта 2018.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета электроники протокол № 2 от 16 марта 2018.

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№№ учебных планов:	382
Обеспечивающий факультет:	электроники
Обеспечивающая кафедра:	микро- и наноэлектроники
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	4
Семестр	7
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	36
Практические занятия (академ. часов)	36
Лабораторные занятия (академ. часов)	18
Все аудиторные (контактные) занятия (академ. часов)	90
Самостоятельная работа (академ. часов)	90
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (семестр)	7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры микро- и наноэлектроники 23.05.2016, протокол №3.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета электроники 24.05.2016, протокол № 5.

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№№ учебных планов:	082, 184
Обеспечивающий факультет:	электроники
Обеспечивающая кафедра:	микро- и наноэлектроники
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	4
Семестр	7
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	18
Практические занятия (академ. часов)	36
Лабораторные занятия (академ. часов)	36
Все аудиторные (контактные) занятия (академ. часов)	90
Самостоятельная работа (академ. часов)	90
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (семестр)	7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры микро- и наноэлектроники 23.05.2016, протокол №3.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета электроники 24.05.2016, протокол № 5.

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «МАГНИТНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

Основной целью изучения дисциплины «Магнитная электроника» является усвоение студентом знаний об основных видах магнитного состояния вещества и причинах их возникновения, о физических процессах, обуславливающих те или иные магнитные явления и свойства, а также современных приборах и устройствах на их основе. В ходе изучения дисциплины студент должен приобрести навыки правильного выбора оптимального для того или иного устройства магнитного материала с учетом физических свойств, технологических и экономических критериев. Подразумевается овладение студентом стандартной терминологией и знание определений, обозначений и единиц измерения физических величин.

SUBJECT SUMMARY «MAGNETIC ELECTRONICS»

The target of the discipline “Magnetic electronics” is to provide students with knowledge about the basic types of magnetic states of substance and their causes, the physical processes responsible for these or other magnetic phenomena and properties, as well as state-of-the-art instruments and devices based on them. In the course of the discipline the student should acquire skills to make the correct choice of the best possible for a given magnetic material based on its physical properties, technological and economic criteria. Students should—know standard terminology, definitions, symbols and units of physical values.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Основной целью изучения дисциплины «Магнитная электроника» является приобретение знаний, необходимых для понимания технологических процессов производства и практического применения радиоэлектронных компонентов на основе магнитных материалов.

2. Дисциплина обеспечивает получение навыков, требуемых для прохождения преддипломной практики на базе Университета и профильных предприятий, выполнения выпускной квалификационной работы, а также формирует представление об отдельных разделах микро- и нанoeлектроники, изучаемых на следующих уровнях высшего образования.

3. Дисциплина направлена на освоение необходимых умений для последующего изучения элементной базы микро- и нанoeлектроники, рассматриваемых в дисциплинах, изучаемых в рамках магистерской подготовки. В результате освоения дисциплины студенты должны уметь правильно выбрать оптимальный для данного устройства магнитный материал с учетом физических свойств, технологических и экономических критериев.

Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина, приведен в матрице компетенций, прилагаемой к ООП.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Магнитная электроника» относится к вариативной части ООП. Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Физика» (для УП №№ 326, 382);
2. «Материалы электронной техники»;
3. «Компоненты электронной техники».

и обеспечивает

преддипломную практику и подготовку ВКР.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение (для УП №№ 026, 126, 326 – 1 академ. час; для УП №№ 082, 184, 382 – 1 академ. час)

Современное состояние материаловедения магнитных материалов, разработки и производства электронных компонентов, базирующихся на их основе. Ретроспектива и взгляд в будущее отрасли. Ситуация в отечественной электронной промышленности.

Вещество в магнитном поле (для УП №№ 026, 126, 326 – 8 академ. часов; для УП №№ 082, 184, 382 – 20 академ. часов)

Магнитоупорядоченные континуальные среды. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферримагнетизм, антиферромагнетизм и ферримагнетизм. Теория ферромагнетизма Вейса. Квантовая теория самопроизвольной намагниченности. Доменная структура. Кривая намагниченности и петля гистерезиса.

Материалы магнитной электроники (для УП №№ 026, 126, 326 – 20 академ. часов; для УП №№ 082, 184, 382 – 26 академ. часов)

Моно-, поликристаллические, текстурированные и аморфные магнитные материалы. Металлические, диэлектрические и полупроводниковые магнетики. Сплавы. Пермаллой. Ферриты-шпинели, ферриты-гранаты, гексаферриты. Интерметаллиды. Магнитотвердые, магнитомягкие и специальные материалы. Материалы с прямоугольной петлей гистерезиса. Ферриты для устройств СВЧ. Композиты. Тонкие магнитные пленки. Деление по частотным свойствам.

Испытания магнитных материалов (для УП №№ 026, 126, 326 – 6 академ. часов; для УП №№ 082, 184, 382 – 22 академ. часов)

Магнитотвердые и магнитомягкие материалы, испытания в постоянных магнитных полях и полях промышленной частоты. Повышенные и высокие частоты. Измерения параметров тонких магнитных пленок. Методы измерений. Образцы для испытаний. СКВИД-магнетометр, принцип действия и применение.

Динамические неоднородности в магнитной электронике (для УП №№ 026, 126, 326 – 6 академ. часов; для УП №№ 082, 184, 382 – 20 академ. часов)

ЦМД, полосковые домены, вертикальные блоховские линии, объемные и поверхностные магнитостатические волны. Генерация, детектирование и управление динамическими неоднородностями магнитной природы. Принцип работы устройств на магнитостатических волнах.

Приборы и устройства на ЦМД (для УП №№ 026, 126, 326 – 6 академ. часов; для УП №№ 082, 184, 382 – 20 академ. часов)

Память на ЦМД, на вертикальных блоховских линиях. Считывание информации с ЦМД: основные методы. Генераторы, аннигиляторы, ключи передачи. Запоминающие и логические устройства на ЦМД.

Магнитные резонансные явления (для УП №№ 026, 126, 326 – 6 академ. часов; для УП №№ 082, 184, 382 – 22 академ. часов)

Ядерный и электронный магнитный резонанс. Ядерный квадрупольный резонанс. Применение резонансных эффектов при анализе структуры и состава вещества. ЯМР-интроскопия: магнитно-резонансная томо- и ангиография.

Комбинированные эффекты в магнитной электронике (для УП №№ 026, 126, 326 – 6 академ. часов; для УП №№ 082, 184, 382 – 22 академ. часов)

Магнитоэлектрические и магнитооптические эффекты. Эффекты Фарадея и Керра, магниторезистивный, гигантский магниторезистивный эффект и гигантский туннельный магниторезистивный эффект. Термомагнитный и магнитострикционный эффекты. Магнитоакустический эффект, магнитострикция.

Магнитные материалы и элементы: настоящее и перспективы. Нанотехнология и материалы магнитной электроники (для УП №№ 026, 126, 326 – 12 академ. часов; для УП №№ 082, 184, 382 – 26 академ. часов)

Магнитные головки записи/считывания. Магнитные усилители. Магнитное бесконтактное реле. Кольцевые сердечники в ОЗУ ПК. Магнитооптические циркуляторы. Магнитная связь. Наносостояние и магнитные свойства. Магнитные жидкости. Магнитные материалы в биосовместимых технологиях.

Заключение (для УП №№ 026, 126, 326 – 1 академ. час; для УП №№ 082, 184, 382 – 1 академ. час)

Подведение итогов изучения дисциплины. Роль магнитной электроники в системе курсов, читаемых бакалаврам направления.

Перечень лабораторных работ

1. Определение кривых намагничивания и петель гистерезиса ферритов (для УП №№ 026, 126, 326 – 3 академ. час; для УП №№ 082, 184, 382 – 3 академ. час).

2. Исследование частотной зависимости начальной магнитной проницаемости (для УП №№ 026, 126, 326 – 3 академ. час; для УП №№ 082, 184, 382 – 3 академ. час).

3. Определение температурной зависимости магнитной проницаемости ферритов (для УП №№ 026, 126, 326 – 3 академ. час; для УП №№ 082, 184, 382 – 3 академ. час).

4. Исследование магнитных наночастиц (для УП №№ 026, 126, 326 – 3 академ. час; для УП №№ 082, 184, 382 – 3 академ. час).

5. Применение метода скалярного потенциала в задачах магнитостатики (для УП №№ 026, 126, 326 – 3 академ. час; для УП №№ 082, 184, 382 – 3 академ. час).

6. Изучение ЯМР-релаксации в магнитных коллоидах (для УП №№ 026, 126, 326 – 3 академ. час; для УП №№ 082, 184, 382 – 3 академ. час).

Перечень практических занятий

1. Взаимодействие вещества с магнитным полем (для УП №№ 026, 126, 326 – 2 академ. час; для УП №№ 082, 184, 382 – 4 академ. час).

2. Выбор магнитного материала из существующей номенклатуры по заданным требованиям к работе (для УП №№ 026, 126, 326 – 4 академ. час; для УП №№ 082, 184, 382 – 8 академ. час).

3. Задачи по методам испытаний магнитных материалов (для УП №№ 026, 126, 326 – 2 академ. час; для УП №№ 082, 184, 382 – 4 академ. час).

4. Расчет устройств на ЦМД (для УП №№ 026, 126, 326 – 2 академ. час; для УП №№ 082, 184, 382 – 4 академ. час).

5. Резонансные магнитные эффекты (для УП №№ 026, 126, 326 – 2 академ. час; для УП №№ 082, 184, 382 – 4 академ. час).

6. Комбинированные эффекты и устройства на их основе (для УП №№ 026, 126, 326 – 2 академ. час; для УП №№ 082, 184, 382 – 4 академ. час).

7. Магнитные материалы в цифровой технике (для УП №№ 026, 126, 326 – 2 академ. час; для УП №№ 082, 184, 382 – 4 академ. час).

8. Наноразмерное состояние и магнитные свойства (для УП №№ 026, 126, 326 – 2 академ. час; для УП №№ 082, 184, 382 – 4 академ. час).

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Название, библиографическое описание	Семестр	К-во экз. в библ. (на каф.)
Основная литература			
1	Гареев К.Г., Мирошкин В.П. Физические основы магнитных материалов: учеб. пособие / под общ. ред. В. П. Мирошкина. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб., 2014. 408 с.	6, 7	20
2	Магнитные материалы и элементы: учеб. для вузов по специальности "Полупроводники и диэлектрики" / А.А. Преображенский, Е.Г. Бишард. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1986.	6, 7	74
3	Гареев К.Г., Гарькин Л.Н., Мирошкин В.П. Магнитные материалы и элементы: Лабораторный практикум. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017. 42 с. https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/3210	6, 7	База ЭОР ЭИОС СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
Дополнительная литература			
1	Введение в физику твердого тела: пер. с 4-го амер. изд. / Ч. Киттель ; под общ. ред. А.А. Гусева. - М.: Наука, 1978.	6, 7	54
2	Техническая электродинамика: учеб. пособие для электротехн. ин-тов связи / Н. А. Семенов. - М.: Связь, 1973. – 479 с.	6, 7	18
3	Магнитные жидкости в машиностроении / Д.В. Орлов, Ю.О. Михалев, Н.К. Мышкин и др.; Под ред. Д.В. Орлова, В.В. Подгоркова. - [Б. м. : б. и.], 1993	6, 7	2
4	Микромагнитоэлектроника / М. Л. Бараночников; под общ. ред. В. Н. Мордковича. - М.: ДМК Пресс, 2001. Т. 1. 541 с.	6, 7	20
5	Магнитные наночастицы на основе оксидов металлов. Свойства и применение / Ю. В. Богачев, К. Г. Гареев, В. А. Рыжов, П. В. Харитонский. - СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ". 2015. 146 с.	6, 7	10
6	Физические основы функциональной электроники: учеб. пособие для вузов по группе специальностей "Электронная техника, радиотехника и связь" / А.Ф. Кравченко; Отв. ред. И.Г. Неизвестный. - Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2000.	6, 7	3

Зав. отделом учебной литературы

Т.В. Киселева

руководитель *Т.В. Киселева*

Информационные технологии (операционные системы, программное обеспечение общего и специализированного назначения, а также информационные справочные системы) и материально-техническая база, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, соответствуют требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Описание информационных технологий и материально-технической базы приведено в УМКД дисциплины в методических указаниях к лабораторным работам и учебных пособиях к практическим занятиям..

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине и методика текущего контроля содержатся в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Конкретные формы и процедуры текущего контроля знаний и промежуточной аттестации, а также методические указания для обучающихся по самостоятельной работе при освоении дисциплин (содержащиеся в ООП) доводятся до сведения обучающихся в течение первых недель обучения.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчик

к.т.н.



Гареев К. Г.

Рецензент

к.т.н., доц.



Иванов Б. В.

Зав. каф. МНЭ


д.т.н., проф.



Лучинин В. В.

Декан факультета электроники

д.ф.-м.н., проф.



Соломонов А. В.

Согласовано

Председатель УМК ФЭЛ

к.ф.-м.н., доцент



Александрова О. А.

Начальник МО

д.т.н., проф.



Грязнов А. Ю.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№	Дата	Изменение	Дата заседания УМК, № прот-ла	Автор	Нач. МО
1	26.04.2018	Дисциплина добавлена в учебный план №325 по профилю «Микроэлектроника и твердотельная электроника»	протокол № 2 от 16 марта 2018.	Гареев К. Г.	Грязнов А.Ю. 