

Белорусский государственный университет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ А. Л. Толстик
(подпись)

_____ 06.07.2016
(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 2539 /уч.

ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИКУ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность)**

Минск 2016

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта ОСВО 1-31 04 07-2013, утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08. 2013 № 88; учебных планов № G31-143/уч. и № G31и-179/уч.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Н. М. Лапчук — доцент кафедры физики полупроводников и наноэлектроники Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физики полупроводников и наноэлектроники физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 12 от 25 мая 2016 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 31 мая 2016 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины "Введение в физику конденсированного состояния" разработана для специальности 1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность).

Цель учебной дисциплины — на начальном этапе изучения дисциплин специализации дать необходимые количественные и качественные оценки процессов электропереноса в материалах, используемых электронной промышленностью.

Основные задачи учебной дисциплины — дать представление об особенностях электрофизических свойств конденсированных сред и причинах их определяющих, об основных направлениях развития и сферах использования материалов электронной техники.

Физика конденсированного состояния является фундаментальной основой современного материаловедения. В курсе рассматриваются законы геометрической кристаллографии, геометрические структуры кристаллов, основные понятия кристаллохимии. Анализируется связь физических свойств кристаллов с их симметрией. Изучаются основы строения материалов и физики явлений, происходящих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах, их электрические и магнитные свойства, а также сведения о технологии производства важнейших материалов и их применении.

Соответственно, курс призван, с одной стороны, максимально широко отразить особенности физики материалов, с другой — выявить общие закономерности, лежащие в основе процессов переноса заряда в твердых и жидких, кристаллических и аморфных веществах, в том числе и в системах с пониженной размерностью.

Учебная дисциплина относится к циклу дисциплин специализации (компонент учреждения высшего образования) и взаимосвязана со следующими дисциплинами: «Физика полупроводников», «Современные методы исследования конденсированных материалов».

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные представления физики конденсированных материалов;
- особенности физических свойств конденсированных систем;
- основные области применения материалов с различным переносом электрического заряда;

уметь:

- прогнозировать электрические, оптические и магнитные свойства конденсированных сред, исходя из данных об их составе и структуре;

владеть:

- информацией по базовым принципам расчета электрофизических параметров конденсированной среды.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Академические компетенции:

1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

2. Владеть системным и сравнительным анализом.

3. Уметь работать самостоятельно.

4. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

Социально-личностные компетенции:

1. Быть способным к социальному взаимодействию.

2. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

3. Уметь работать в команде.

Профессиональные компетенции:

1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики конденсированных сред и технологий их получения, методов исследования физических объектов, методов измерения физических величин, методов автоматизации эксперимента, методов планирования, организации и ведения научно-производственной, научно-педагогической, производственно-технической, опытно-конструкторской работы.

2. Осуществлять на основе методов математического моделирования оценку эксплуатационных параметров конденсированных сред и технологических процессов их получения.

3. Пользоваться компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.

4. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

5. Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-технической и научно-педагогической работы.

6. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, включая нанотехнологии.

7. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины — 82, из них количество аудиторных часов — 54.

Форма получения высшего образования — очная, дневная,

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций и управляемой самостоятельной работы. На проведение лекционных занятий отводится 46 часов, на управляемую самостоятельную работу — 8 часов.

Занятия проводятся на 3-м курсе в 5-м семестре.

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине — зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Кристаллография

1.1. Предмет кристаллографии. Важнейшие свойства кристаллов. Кристаллическая и пространственная решетки.

1.2. Элементы симметрии кристаллов. Атомные координаты, направления и плоскости в идеальном кристалле.

1.3. Символы плоскостей (сеток). Переход от параметров Вейсса к индексам Миллера.

1.4. Кристаллографические категории и сингонии. Решетки Бравэ.

1.5. Простейшие кристаллографические структуры металлов. Простейшие кристаллографические структуры полупроводников и полупроводниковых соединений.

1.6. Рентгеноструктурный анализ кристаллов.

2. Общие сведения о конденсированных средах

2.1. Основные виды химической связи в материалах. Монокристаллы, поликристаллы и аморфные вещества. Изоморфизм и полиморфизм.

2.2. Стрoение реального кристалла. Идеальный и реальный кристалл. Точечные дефекты в атомной структуре кристалла. Дислокации. Зависимость физико-химических свойств кристаллов от реальной структуры.

2.3. Расщепление энергетических уровней атомов в энергетические зоны при образовании твердого тела. Ширина зоны разрешенных энергий и число уровней в ней. Зонные структуры проводника, полупроводника и диэлектрика.

2.4. Локализованные и делокализованные электроны. Различие между электронами проводимости и свободными электронами.

2.5. Статистики носителей заряда в конденсированных средах

3. Электрофизические процессы в металлах

3.1. Общие сведения о проводниках. Типичные свойства металлов. Физический смысл уровня Ферми.

3.2. Электронный газ в состоянии вырождения. Физическая природа электропроводности металлов. Классическая теория Друде-Лоренца. Экспериментальные законы и электронная теория.

3.3. Температурная зависимость удельного сопротивления металлических проводников. Влияние примесей на удельное сопротивление металлов. Правило Маттиссена.

3.4. Сопротивление проводников на высоких частотах. Сопротивление тонких металлических пленок. Размерные эффекты. Проводниковые материалы. Классификация проводниковых материалов. Материалы высокой проводимости.

3.5. Физическая природа сверхпроводимости. Магнитные свойства сверхпроводников.

4. Электрофизические и оптические процессы в полупроводниках

4.1. Собственные и примесные полупроводники. Примеси в ковалентных полупроводниках. Основные и неосновные носители заряда.

4.2. Соотношение между концентрациями электронов и дырок в невырожденном полупроводнике при термодинамическом равновесии. Температурная зависимость концентрации носителей заряда.

4.3. Механизмы рассеяния и подвижность носителей заряда в полупроводниках. Температурная зависимость электропроводности полупроводников.

4.4. Контактные явления в металлах и полупроводниках.

4.5. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках. Неравновесные носители заряда. Рекомбинационные ловушки заряда, ловушки захвата. Время жизни, диффузионная длина неравновесных носителей заряда и факторы, от которых они зависят.

4.6. Основные механизмы поглощения света в полупроводниках. Явление фотопроводимости. Прямые и непрямые оптические переходы. Основные виды люминесценции полупроводников.

5. Электрофизические свойства диэлектриков

5.1. Физические процессы в диэлектриках. Основные свойства диэлектриков. Механизмы поляризации: мгновенные и замедленные. Поляризуемость диэлектрика и ее зависимость от частоты.

5.2. Токи смещения и электропроводность диэлектриков. Удельное объемное и удельное поверхностное сопротивления диэлектриков. Потери в диэлектриках. Пассивные и активные диэлектрики, их классификация. Макроскопический механизм спонтанной поляризации титаната бария. Применение сегнетоэлектриков, важнейшие свойства этих материалов, на которых основано их применение.

5.3. Пьезоэффект и основные свойства материалов, в которых можно наблюдать это явление.

5.4. Жидкие кристаллы. Различие между жидким состоянием вещества и жидким кристаллом.

6. Физические процессы в магнитных материалах

6.1. Общие сведения о магнетизме. Поведение твердых тел в магнитном поле. Намагничивание.

6.2. Зависимость магнитной индукции от напряженности магнитного поля. Классификация веществ по магнитным свойствам. Диамагнетики, ферромагнетики, парамагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики.

6.3. Магнетизм в тонких пленках. Природа ферромагнитного состояния. Магнитная анизотропия; кривая намагничивания; магнитный гистерезис; магнитная проницаемость; магнитострикция.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Кристаллография	8					2		
1.1	Предмет кристаллографии. Важнейшие свойства кристаллов. Кристаллическая и пространственная решетки. Элементы симметрии кристаллов. Атомные координаты, направления и плоскости в идеальном кристалле. Символы плоскостей (сеток).	2					[1], [3], [4]		
1.2	Переход от параметров Вейсса к индексам Миллера. Кристаллографические категории и сингонии.	2					[1], [3], [4]		
1.3	Решетки Бравэ. Простейшие кристаллографические структуры металлов.	2					[1], [3], [4]		
1.4	Простейшие кристаллографические структуры полупроводников и полупроводниковых соединений. Рентгеноструктурный анализ кристаллов.	2					[1], [3], [4]		
1.5	Текущий контроль знаний студентов по разделу № 1.					2	[1], [3], [4]	Контрольная работа	
2	Общие сведения о конденсированных средах	8					0		
2.1.	Основные виды химической связи в материалах. Монокристаллы, поликристаллы и аморфные вещества.	2					[1,], [3,] [5–7]		
2.2	Изоморфизм и полиморфизм. Строение реального кристалла. Идеальный и реальный кристалл. Дефекты кристаллических структур. Точечные (нульмерные) дефекты в атомной структуре кристалла.	2					[1,], [3,] [5–7]		
2.3	Дислокации (одномерные, линейные) дефекты. Двумерные (плоскостные) нарушения кристаллической структуры. Объемные дефекты. Зависимость физико-химических свойств кристаллов от реальной структуры.	2					[1,], [3,] [5–7]		

2.4	Расщепление энергетических уровней атомов в энергетические зоны при образовании твердого тела. Ширина зоны разрешенных энергий и число уровней в ней. Зонные структуры конденсированных сред. Статистика носителей заряда в конденсированных средах.	2						[1], [3] [5-7]	
3	Физические процессы в металлах	8					2		
3.1	Общие сведения о проводниках. Типичные свойства металлов. Физический смысл уровня Ферми. Электронный газ в состоянии вырождения. Физическая природа электропроводности металлов. Классическая теория Друде-Лоренца. Экспериментальные законы и электронная теория.	2						[2-4] [15, 18]	
3.2	Температурная зависимость удельного сопротивления металлических проводников. Влияние примесей на удельное сопротивление металлов. Правило Маттиссена.	2						[3], [5-6]	
3.3	Сопротивление проводников на высоких частотах. Сопротивление тонких металлических пленок. Размерные эффекты.	2						[2-4] [15, 18]	
3.4	Классификация проводниковых материалов. Материалы высокой проводимости. Физическая природа сверхпроводимости.	2						[2-4] [15, 18]	
3.5.	Текущий контроль знаний студентов по разделу № 2 и № 3.						2	[2-4] [15, 18]	Контрольная работа
4	Физические процессы в полупроводниках	8					2		
4.1	Собственные и примесные полупроводники. Примеси в ковалентных полупроводниках. Основные и неосновные носители заряда. Соотношение между концентрациями электронов и дырок в невырожденном полупроводнике.	2						[8-11] [12,13] [17,16]	
4.2	Температурная зависимость концентрации носителей заряда. Механизмы рассеяния и подвижность носителей заряда в полупроводниках. Температурная зависимость электропроводности полупроводников.	2						[8-11] [12,13] [17,16]	
4.3	Контактные явления в металлах и полупроводниках. Основные механизмы поглощения света в полупроводниках. Явление фотопроводимости. Прямые и не прямые оптические переходы. Виды люминесценции полупроводников.	2						[8-11] [12,13] [17,16]	
4.4	Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках. Неравновесные носители заряда. Рекомбинационные ловушки заряда, ловушки захвата. Время жизни, диффузионная длина неравновесных носителей заряда.	2						[8-11] [12,13] [17,16]	
4.5	Текущий контроль успеваемости студентов по разделу № 4.						2	[8 - 11] [12,13]	Контрольная работа
5	Физические процессы в диэлектриках	8					0		
5.1	Основные свойства диэлектриков. Механизмы поляризации: мгновенные и замедленные. Поляризуемость диэлектрика и ее зависимость от частоты.	2						[5-7] [18,19]	
5.2	Токи смещения и электропроводность диэлектриков. Удельное объемное и удельное поверхностное сопротивления. Потери в диэлектриках. Пассив-	2						[5-7]	

	ные и активные диэлектрики, их классификация.							[18,19]	
5.3	Макроскопический механизм спонтанной поляризации титаната бария. Применение сегнетоэлектриков, важнейшие свойства этих материалов, Пьезоэффект и свойства материалов, в которых наблюдается это явление.	2						[5-7] [18,19]	
5.4	Жидкие кристаллы. Различие между жидким состоянием вещества и жидким кристаллом.. Применение жидких кристаллов.	2						[5-7] [18,19]	
6	Физические процессы в магнитных материалах	6					2		
6.1	Общие сведения о магнетизме. Намагничивание. Зависимость магнитной индукции от напряженности магнитного поля.	2						[5-7] [14]	
6.2	Классификация веществ по магнитным свойствам. Диамагнетики, ферромагнетики, парамагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики. Магнетизм в тонких пленках.	2						[5-7] [14]	
6.3	Природа ферромагнитного состояния. Магнитная анизотропия; кривая намагничивания; магнитный гистерезис; магнитная проницаемость; магнитострикция.	2						[5-7] [14]	
6.4	Подготовка и защита реферативных работ						2	[5-7] [14]	Защита рефератов
	ВСЕГО ЧАСОВ	46					8		
	Текущая аттестация								Зачет, 5-й семестр

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**Перечень основной и дополнительной литературы***Основная [!]*

1. Сонин А.С. Курс макроскопической кристаллофизики: Учебное пособие. 2006. – 256 с.
2. Грундман М. Основы физики полупроводников. Нанофизика и технические приложения. – М. Грундман. – М.: ФИЗМАТЛИТ. 2012. – 772 с.
3. Современная кристаллография (в четырех томах) под редакцией Б.К. Вайнштейна – М.: Наука. 1979.
4. Протоdjяконов М.М. Электронное строение и физические свойства кристаллов / М.М.Протоdjяконов, И.Л. Герловин – Л.: Наука, 1975. – 356 с.
5. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. В 2-х томах. М.: Наука. 1979.
6. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М.: Мир. 1974. – 472 с.
7. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники. – СПб.: Лань, 2001.
8. Фистуль, В.И. Введение в физику полупроводников / В.И. Фистуль.– М.: Высшая школа, 1975.– 352 с.
9. Бонч-Бруевич, В.Л. Физика полупроводников / В.Л. Бонч-Бруевич, С.Г. Калашников – М.: Наука, 1990.– 688 с.
10. Пихтин, А.Н. Оптическая и квантовая электроника / А.Н. Пихтин.— М.: Мир, 2001.– 573 с.
11. Зеегер, К. Физика полупроводников / К. Зеегер.— М.: Мир, 1977.– 615 с.
12. Киреев, П.С. Физика полупроводников / П.С. Киреев.— М.: Высш. шк., 1975.– 584 с.
13. Аут, И. Фотоэлектрические явления / И. Аут, Д. Генцов, К. Герман.— М.: Мир, 1980.– 208 с.
14. Боков В.А. Физика магнетиков: Учебное пособие для вузов / ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН. – СПб.: Невский Диалект; БХВ-Петербург, 2002. – 272 с.
15. Лозовский В.Н., Нанотехнологии в электронике / В.Н. Лозовский, Г.С. Константинова, С.В. Лозовский.– СПб.: Издательство «Лань», 2008.– 338 с.
16. Игнатов, А.Н. Микросхемотехника и наноэлектроника.— СПб.: Издательство «Лань», 2011.— 528 с.
17. Щука, А.А. Наноэлектроника / А.А. Щука.— М.: Физматкнига, 2007.– 464 с.
18. Гантмахер, В.Ф. Электроны в неупорядоченных средах / В.Ф. Гантмахер.– М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. –232 с.
19. Поклонский, Н.А. Основы импедансной спектроскопии композитов: курс лекций / Н.А. Поклонский, Н.И. Горбачук. –Мн.: БГУ, 2005. – 130 с.

Дополнительная

1. Шалимова, К.В. Физика полупроводников / К.В. Шалимова.— М.: Энергия, 1976.— 392 с
2. Смирнов, Л.С. Атомные процессы в полупроводниковых кристаллах / Л.С. Смирнов // ФТП. —2001. —Т. 35, № 9. —С. 1029—1031.
3. Херман, М. Полупроводниковые сверхрешетки / М. Херман.— М.: Мир, 1989.— 240 с.
4. Ландсберг, Г.С. Оптика / Г.С. Ландсберг.— М.: Наука, 1976.— 926 с.
5. Орешкин, П.Т. Физика полупроводников и диэлектриков / П.Т. Орешкин.— М.: Высшая школа, 1977.— 448 с.
6. Мосс, Т. Полупроводниковая оптоэлектроника / Т. Мосс, Г. Баррел, Б. Элис.— М.: Мир, 1976.— 431 с.
7. Оптические свойства наноструктур / Л.Е. Воробьев, Ивченко Е.Л., Фирсов Д.А., Шалыгин В.А.— СПб.: Наука, 2001.— 188 с.
8. Гантмахер, В. Ф. Электроны в неупорядоченных средах / В.Ф. Гантмахер.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. —232 с.
9. Демиховский, В. Я. Физика квантовых низкоразмерных структур / В.Я. Демиховский, Г. А. Вугальтер.— М.: Логос, 2000.— 248 с.
10. Имри, Й. Введение в мезоскопическую физику / Й. Имри.— М.: Физматлит, 2002.— 304 с.
11. Смирнов, Б. М. Физика фрактальных кластеров / Б.М. Смирнов.— М.: Наука, 1991. —136 с.
12. Забродский, А. Г. Электронные свойства неупорядоченных систем / Забродский А.Г., С.А. Немов, Ю.И. Равич.— С.-Петербург: Наука, 2000.— 72 с.
13. де Жен, П.-Ж. Хрупкие объекты / П.-Ж. де Жен, Ж. Бадос.— М.: Мир, 2000.— 189 с.
14. Грюнберг, П. А. От спиновых волн к гигантскому магнетосопротивлению и далее / П.А. Грюнберг // УФН.— 2008.— Т. 178, № 12.— С. 1349—1358.
15. Ферт, А. Происхождение, развитие и перспективы спинтроники / А. Ферт // УФН.— 2008.— Т. 178, № 12.— С. 1336—1348.
16. Вавилов, В. С. Алмаз в твердотельной электронике / В.С. Вавилов // УФН.— 1997.— Т. 167, № 1.— С. 17—22.
17. фон Клитцинг, К. Квантованный эффект Холла / К. фон Клитцинг // УФН.— 1986.— Т. 150, № 1.— С. 107—126.
18. Нагаев, Э. Л. Малые металлические частицы / Э.Л. Нагаев // УФН.— 1992.— Т. 162, № 9.— С. 49—124.
19. Штёрмер, Х. Дробный квантовый эффект Холла / Х. Штёрмер // УФН.— 2000.— Т. 170, № 3.— С. 304—319.
20. Физические ограничения минимальных размеров элементов современной микроэлектроники / Ю.В. Гуляев, В.Б. Сандомирский, А.А. Суханов, Ю.Я. Ткач // УФН.— 1984.— Т. 144, № 3, С. 475—495.

Примерные перечни заданий управляемой самостоятельной работы

УСР проводится в форме контрольных работ и защиты рефератов

Рекомендуемые разделы для составления контрольных работ

1. Простейшие кристаллографические структуры полупроводников и полупроводниковых соединений.
2. Фуллерены и фуллереноподобные структуры. Углеродные нанотрубки.
3. Физическая природа сверхпроводимости.
4. Фотоэлектрические эффекты.
5. Природа ферромагнитного состояния.

Примерная тематика реферативных работ

1. Влияние изотопного состава на кристаллическую структуру вещества.
2. Структуры с дробным количеством атомов в элементарной ячейке.
3. Молекулярные кристаллы. Слоистые структуры.
4. Зависимость физико-химических свойств твердых веществ от типа химической связи в кристаллах.
5. Твердость и температура плавления.
6. Влияние водородной связи на физико-химические свойства вещества.
7. Активные диэлектрики. Классификация активных диэлектриков. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, пироэлектрики, электреты.
8. Современные постоянные магниты для применения в радиоэлектронике.
9. Термоэлектрические явления и эффект Холла.
10. Классификация полупроводниковых материалов, применение их в электронике.
11. Композиционные материалы в аэрокосмической технике.
12. Использование в технике материалов с эффектом памяти формы.
14. Электропроводность аморфных полупроводников.
15. Нанокристаллические полупроводниковые материалы и их применение в электронике.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Контрольные работы по разделам дисциплины;
2. Защита реферативных работ.

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать проведение контрольных работ по разделам дисциплины, защиту реферативных работ, устные опросы. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважи-

тельной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Контрольные работы проводятся в письменной форме. Каждая из контрольных работ включает в себя не менее 2 вопросов. На выполнение контрольной работы отводится 90 мин. По согласованию с преподавателем при подготовке ответа разрешается использовать справочные и учебные издания. Оценка каждой из контрольных работ проводится по десятибалльной шкале. Защита реферативных работ проводится в форме индивидуальных выступлений-презентаций с последующей дискуссией. Оценка рефератов проводится по десятибалльной шкале.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается как среднее оценок за каждое из письменных тестирований и оценки за защиту реферата.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме зачета, к зачету допускаются студенты, чья оценка текущей успеваемости не ниже 4 баллов.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
«Физика полупроводников»	Кафедра физики полупроводников и наноэлектроники	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Протокол заседания кафедры физики полупроводников и наноэлектроники №12 от 26 мая 2016 г.
«Современные методы исследования конденсированных материалов»	Кафедра физики полупроводников и наноэлектроники	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Протокол заседания кафедры физики полупроводников и наноэлектроники №12 от 26 мая 2016 г.