ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра Теоретической физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научно-методической
и учебной работе
_____ Е.И. Скафа
«__21__» _____декабря_____ 2016 г.
МП

Рабочая программа учебной дисциплины

«ЯВЛЕНИЯ ПЕРЕНОСА В ТВЕРДОМ ТЕЛЕ»

Направление подготовки: **03.04.02** Физика

Профиль подготовки: _____

Образовательный уровень выпускника: Магистр

Форма обучения: очная

Донецк 2016

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

_____Малюк Н.Г.

"18" декабря_____2016 г.

Программа учебной дисциплины «Явления переноса в твердом теле» составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 03.04.02«Физика» утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «4» апреля 2016 г. №300»и «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «30» октября 2015 г. №750.

Разработчик:

Д.ф.-м.н., профессор кафедры теоретической физики и нанотехнологий Юрченко В.М.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол № __8__ от "__12__" _декабря_____2016 г.

Зав. кафедры теоретической физики и нанотехнологий_____Варюхин В.Н

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета

Протокол № 4 от "__14__" __декабря_____ 2016 г.

Председатель учебно-методической комиссии факультета _____ Котенко В.Н.

1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе:

Программа учебной дисциплины «Явления переноса в твердом теле» является частью основной образовательной программы в соответствии с ГОС ВПО по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» и состоит из двух содержательных модулей: 1 - «Понятия о явлениях переноса»; 2 - «Особенности диффузии в реальных твердых телах».

Основывается на базе дисциплин по направлению подготовки 03.03.02 «Физика»: Кристаллофизика, теория и методы структурного анализа, Физика твердого тела, Структурообразование и явления переноса в кристаллах и тонких пленках, Электронная микроскопия и рентгенография материалов.

Учебная дисциплина «Явления переноса в кристаллах и тонких пленках» принадлежит к вариативной части профессионального блока учебного плана.

2. Нормативные ссылки *(при необходимости)*

3. Структура дисциплины *(модуля)*

Характеристика учебной дисциплины	очная форма обучения на базе		*заочная форма обучения на базе		
	ВПО	СПО (ускор.)	ВПО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Образовательный уровень:	Магистр				
Направление подготовки (специальность)	*03.04.02 «Физика»*				
Профиль					
Количество содержательных модулей (тем)	2(13)				
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы [1]	**Профессиональный блок,** Вариативная часть				
Формы контроля	Экзамен и МК				
Показатели	очная форма обучения на базе		*заочная форма обучения на базе		
	ВПО	**СПО (ускор.)*	ВПО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Количество зачетных единиц (кредитов)	3,5				
Количество часов	126				
Год подготовки	2				
Семестр	3				
Количество часов					
- лекционных	12				
- практических, семинарских					
- лабораторных	24				
- самостоятельной работы	90				
в т.ч. индивидуальное задание					
Недельное количество часов, т.ч.					
аудиторных	3				

ОСО – общее среднее образование
СПО – среднее профессиональное образование
ВПО – высшее профессиональное образование
1- в соответствии с ООП (основной образовательной программой)

4. Описание дисциплины

Цели и задачи

Цель преподавания учебной дисциплины «Явления переноса в твердом теле» является ознакомить студентов с современными знаниями по физике явлений переноса, современными методами получения и исследования структуры и свойств пленок, а также теории получения наноструктурных и эпитаксиальных пленок.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки (профилю):

общекультурными компетенциями (ОК):

способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2); способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);
способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-4);

общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);
способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);

способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-4);

профессиональными компетенциями (ПК)

научно-исследовательская и проектная деятельность:

способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);

способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2);

научно-инновационная деятельность:

способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5);

организационно-управленческая деятельность:

способностью участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме (ПК-7);

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

знать:

- основные характеристики диффузии в наноструктурных материалах;
- теории диффузии в объеме и на межкристаллитной и межфазных поверхностях;
- связь между структурой и параметрами диффузии;
- методы определения коэффициентов диффузии в одно-, двух- и многокомпонентных системах;
- факторы, влияющие на скорость диффузии в наноструктурных материалах.

уметь:

- рассчитывать коэффициенты диффузии и энергию активации диффузии компонентов в одно-, двух- и многокомпонентных системах;
- учитывать влияние примесей, дефектов, фазовых превращений и т.п. на явления переноса.

***владеть*:**

- навыками: расчета коэффициента диффузии и энергии активации диффузии компонентов в одно-, двух- и многокомпонентных системах.

5. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Порядковый номер и тема	**Краткое содержание темы**
	Содержательный модуль 1 «Понятия о явлениях переноса»
Тема 1.	Понятие о явлениях переноса.
Тема 2.	Макроскопическое описание массопереноса.
Тема 3.	Экспериментальные методы определения коэффициента диффузии.
Тема 4.	Микроскопическое описание диффузии.
Тема 5.	Диффузия в твердых растворах.
Тема 6.	Термодинамическая теория диффузии.
	Содержательный модуль 2 «Особенности диффузии в реальных твердых телах»
Тема 1.	Принципы Онзагера.
Тема 2.	Термодиффузия в бинарных твердых растворах.
Тема3..	Диффузия в электрическом поле.
Тема 4.	Влияние дефектов структуры на диффузии в твердых телах
Тема 5.	Влияние фазовых превращений на диффузию.
Тема 6.	Квантовая диффузия.
Тема 7.	Особенности диффузии в нанокристаллических материалах (НС). (уравнения Аррениуса).

Курс дисциплины «Явления переноса в твердом теле» предусматривает следующие **формы организации учебного процесса**:

1. лекции;
2. лабораторные занятия;
3. самостоятельная работа студента.

По источнику передачи и восприятия учебной информации используются словесные (лекция, беседа), наглядные (иллюстрация, демонстрация), практические (лабораторные занятия , исследования, упражнения) методы.

По характеру познавательной деятельности студентов используются объяснительно-иллюстративные и репродуктивные методы, проблемное преподавание, частично-поисковый и исследовательский методы.

В зависимости от основной дидактической цели и задач используются методы устного изложения знаний, закрепление учебного материала, самостоятельной работы студентов по осмыслению и усвоению нового материала, работы по применению знаний на практике и выработке умений и навыков, проверки и оценки знаний, умений и навыков.

Используются следующие методы контроля:

1. устный контроль (экспресс-опрос на лекциях);
2. защита лабораторных работ

3. проверка самостоятельных работ;
4. модульная контрольная работа (дидактическое тестирование);
5. итоговый тест (экзаменационные билеты).

Тематический план (*заполняется согласно учебному плану)*

	Содержательный модуль 1 *«Понятия о явлениях переноса»*																							
Названия содержательных модулей и тем	**Количество часов**																							
	Очная форма						**Заочная форма**																	
							на базе общего среднего образования						**на базе среднего профессионального образования**						**на базе высшего профессионального образования**					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1.	10	1		2	7																			
Тема 2.	10	1		2	7																			
Тема 3.	10	1		2	7																			
Тема 4.	11	1		2	8																			
Тема 5.	11	1		2	8																			
Тема 6.	11	1		2	8																			
Всего по модулю 1	63	6		12	45																			

	Содержательный модуль 2 *«Особенности диффузии в реальных твердых телах»*																							
Названия содержательных модулей и тем	**Количество часов**																							
	Очная форма						**Заочная форма**																	
							на базе общего среднего образования						**на базе среднего профессионального образования**						**на базе высшего профессионального образования**					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1.	8,5	0,5		2	6																			
Тема 2.	9	1		2	6																			
Тема3..	9	1		2	6																			
Тема 4.	9	1		2	6																			
Тема 5.	10	1		2	7																			
Тема 6.	10	1		2	7																			
Тема 7.	11,5	0,5		3	7																			
Всего по модулю2	63	6		12	45																			
Итого по модулю	126	12		24	90																			

6. Темы лабораторных занятий

1. Определение кристаллической структуры и фазового состава поликристаллических пленок.
2. Индексирование точечных электронограмм. Изучение морфологии и ориентационной связи эпитаксиальных пленок.
3. Получение тонких угольных пленок термической методом
4. Определение вектора Бюргерса и плотности дислокаций тонких пленок
5. Выращивание эпитаксиальных слоев оксидных пленок на монокристаллической подложке методом магнетронного распыления керамической мишени.
6. Исследования физических характеристик наноразмерных оксидных пленок.
7. Временная термометрия однослойных пленочных структур.

7.Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов по курсу «Явления переноса в твердом теле» предусматривает: разработки теоретических основ прослушанного лекционного материала; изучение отдельных тем или вопросов, которые предусмотрены для самостоятельной работы; подготовку к практическим занятиям; самостоятельное решение задач; подготовку к модульному контролю.

Темы для самостоятельной работы:

1. Наноструктура неупорядоченных систем.
2. Нанокластерные системы, типы кластеров.
3. Способы получения кластеров. Молекулярные кластеры.
4. Молекулярно – лучевая эпитаксия.
5. Аномалии механического поведения в наносистемах
6. Тепловые и электрические свойства нанокристаллов.
7. Характеристики магнитных свойств наноматериалов.

8. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

1. Пленочное состояние материалов.
2. Нанокристаллы.
3. Эпитаксиальный рост пленок
4. Размерные эффекты.
5. Методы получения пленок.
6. Методы получения эпитаксиальных пленок.
7. Методы исследования пленок.
8. Механические свойства тонких пленок.
9. Электрические свойства тонких пленок.фазовых переходов..
10. Сверхпроводящие свойства тонких пленок.
11. Магнитные свойства тонких пленок.
12. Диэлектрические и оптические свойства тонких пленок.
13. Нерешенные проблемы физики тонких пленок.

9. Образец экзаменационного билета

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уровень образования – Магистр
Направление подготовки – 03.04.02 «Физика»
Семестр – 3
Учебная дисциплина – «Явления переноса в твердом теле»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № ___

1. Принципы Онзагера.
2. Сверхпроводящие свойства тонких пленок.

«Утверждено»
на заседании кафедры
протокол №___ от «__»_____ ___ г.

Заведующий кафедрой В.Н. Варюхин
Экзаменатор В.М.Юрченко

10. Критерии оценивания

Согласно модульному принципу организации учебного процесса содержание дисциплины «Явления переноса в твердом теле» включает в себя два зачётных модуля. Каждый зачётный модуль состоит из теоретического материала и практических задач, выполнение которых требует овладения теорией в указанном в модуле объёме.

Оценка знаний студентов проводится по 100-балльной шкале по следующим критериям:

Зачётные модули	Форма контроля	Баллы
Содержательный модуль 1	Блок лабораторных работ	10
	Самостоятельная работа	15
Содержательный модуль 2	Блок лабораторных работ	10
	Самостоятельная работа	15
Экзамен		50
Общий итог		100

К первому модульному контролю студент должен защитить 3 лабораторные работы. *За первую, вторую и третью* лабораторные работы студент может получить в сумме 10 баллов.

На первом модульном контроле студент имеет возможность получить 15 баллов, ответив на вопросы из списка предложенных для самостоятельной работы.

Ко второму модульному контролю студент должен защитить 4 лабораторные работы. За *четвёртую*, *пятую* и *шестую и седьмую* лабораторные работы студент может получить по 10 баллов.

На втором модульном контроле студент имеет возможность получить 15 баллов, ответив на вопросы из списка предложенных для самостоятельной работы.

На экзамене студент имеет возможность получить 50 баллов. Основой для получения оценки на экзамене является уровень овладения студентами материала курса «Явления переноса в твердом теле», предусмотренного учебным планом направления подготовки 03.04.02 Физика. Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов. От студента

требуется устное изложение ответов на них. Ответ на каждый из вопросов оценивается в 25 баллов.

Оценка за овладение курса выставляется по следующим принципам:

(Разрабатываются и утверждаются кафедрой на основе Положения ДонНУ)

Оценка по 100-балльной шкале, которая действует в ДонНУ	**По шкале ECTS**	**Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет. зачёт)**	**Определение**
90–100	A	«Отлично» (5) (зачтено)	отлично – отличное выполнение с незначительным количеством неточностей
80–89	B	«Хорошо» (4) (зачтено)	хорошо – в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 10%)
75–79	C		хорошо – в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 15%)
70–74	D	«Удовлетворительно» (3) (зачтено)	удовлетворительно – неплохо, но со значительным количеством недостатков
60–69	E		достаточно – выполнение удовлетворяет минимальные критерии
35–59	FX	«Неудовлетворительно» с возможностью повторной аттестации (2) (не зачтено)	неудовлетворительно – надо поработать над тем, как получить положительную оценку
0-34	F	«Неудовлетворительно»(2) (не зачтено)	неудовлетворительно - с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов

11. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для проведения **лекционных занятий** используется аудитория 304 «Компьютерный класс», оборудованная интерактивной доской и мультимедийным проектором.

Для проведения **лабораторных занятий** используется ауд. 304а Учебно-научная лаборатория «Рентгеноструктурного анализа», оборудованная

-Рентгеновским дифрактометром ДРОН-4-07;

- ЭВМ для регистрации сигналов.

.

12. Рекомендованная литература

Основная

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев - М.: Физматлит, 2005. – 410 с.
2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев М.: Физматлит, 2005. – 410 с.
3. Палатник Л.С. Механизм образования и субструктура конденсирован-ных пленок / Л.С. Палатник, М. Я. Фукс, В. М.Косевич - М. : Наука, 1972. - 320 с.
4. Палатник Л. С. Эпитаксиальные пленки / Л. С. Палатник, И. И.Папиров- М. : Наука, 1971. - 480 с.
5. Комник Ю.Ф. Физика металлических пленок / Ю.Ф. Комник- М.:Атомиздат. 1970. 264 с.
6. Технология тонких пленок / Под ред. Л.Майссела, Р.Глэнга. Перев.с англ. Т.1,2. М.Сов.радио.1977. 664 с и 768 с.
7. Тонкие пленки. Взаимная диффузия и реакции / Под ред.Дж.Поута, К.Ту, Дж.Мейера. Перев. С с англ. М.:Мир.1982. 576 с.
8. Введение в физику поверхности / Оура К., Лифшиц В.Г., Саранин А.А., Зотов А.В., Катаяма М.М.: Наука, 2006. – 490 с.

9. Мерер Х. Диффузия в твердых телах./ Х. Мерер - М.: Изд. дом „Интеллект”, 2011. – 536 с.
10. Бокштейн Б.С. Диффузия атомов и ионов в твердых телах. / Б.С. Бокштейн, А.Б. Ярославцев - М.: Металургия, 2005. – 362 с.
11. Бокштейн Б.С. Диффузия в металлах./ Б.С. Бокштейн - М.: Металлургия, 1978.-248 с.
12. Бокштейн Б.С. Термодинамика и кинетика диффузии в твердых телах кинетика диффузии в твердых телах / Б.С. Бокштейн, С.З.Бокштейн, А.А.Жуховицкий - М.: Металлургия, 1974. – 280 с.
13. Физическое металловедение / Под ред. Р.Кана и П.Хаазена. Том 2.-М.: Металлургия, 1987.-788 с.
14. Лариков Л.Н., Исайчев В.И. Диффузия в металлах и сплавах.- Киев: Наукова думка,1987.- 568 с.
15. Джафаров Т.Д. Радиационно-стимулированная диффузия / Т.Д.Джафаров - М.: Энергоатомиз-дат, 1991. – 287с.
16. Чеботин В.Н. Химическая диффузия в твердых телах / В.Н. Чеботин - М.: Наука, 1989. - 207 с.

Дополнительная

1. Зенгуил Э. Физика поверхности.- М.: Мир,1990. – 536 с.
2. Иевлев В.М., Трусов Л.И., Холмянский В.А. Структурные превращения в тонких пленках. М.:Металлургия. 1982. 248 с.
3. Кузьмичев А. Магнетронные распылительные системы. Книга 1. Введение в физику и технику магнетронного распыления. М.: Аверс, 2008. – 244 с.
1. Белащенко Д.К. Модели диффузии в неупорядоченных системах //Успехи физических наук. – 1999. – Т.169, №4. – С.361-384.
2. Назаров А.А. Зернограничная диффузия в нанокристаллах при зависящем от времени коэффициенте диффузии //ФТТ. – 2003.- Т.45, вып. 6. – С. 1112-1114.5.
3. Овидько И.А., Рейзис А.Б. Переползание зернограничных дислокаций и диффузия в нанокристаллических твердых телах //ФТТ. – 2001. – Т.43, вып. 1. – С. 35-58.
4. Власов Н.М., Зазноба В.А. Диффузионные процессы в окрестности тройных стыков специальных границ зерен // ФТТ. – 1999. – Т.41, вып. 1. – С. 64-67.

5. Берд Р., Стьюарт В., Лайтфут Е. Явления переноса / Пер. с англ. - М.: Химия, 1974.- 496 с.
6. Лариков Л.Н. Диффузионные процессы в нанокристаллических материалах / Металлофизика и новейшие технологии.- 1995.- Т.17, №1.- С.49-53.

13. Информационные ресурсы

1. http://e. lanbook.com – Изд-во «Лань»
2. http://www . aip.org - Журналы Американского института физики
3. http://twirpx.com/files/special/nano – Электронная библиотека: Наноматериалы и нанотехнологии
4. http://ru.wikipediarg/wiki – Википедия.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 2017/18 год.
Протокол заседания кафедры №1 от 28 августа 2017г.

Зав.кафедрой ТФ и НТ В.Н.Варюхин

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 2018/19 год.
Протокол заседания кафедры № 1 от 20.08. 2018г.

Зав.кафедрой ТФ и НТ В.Н.Варюхин