

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Физика поверхности и тонкие плёнки

Направление подготовки/ специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Ядерные физика и технологии		
Специализация	Пучковые и плазменные технологии		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Заведующий кафедрой – руководитель научно-образовательного центра на правах кафедры	В. Кривобоков		
Руководитель ООП	Бычков П.Н.		
Преподаватель	Блейхер Г.А.		

1. Роль дисциплины «Физика поверхности и тонкие плёнки» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
Физика поверхности и тонкие плёнки	8	ПК(У)-1	Готовность принимать участие в теоретических исследованиях в различных областях физики, связанных с современными высокотехнологическими способами энергетического воздействия на материалы, основанными на использовании радиационных и плазменных потоков, разрабатывать адекватные физические и математические модели изучаемых процессов.	И.ПК(У)-1.3	Демонстрирует понимание механизмов явлений, происходящих на поверхности твёрдого тела, структуры поверхностных слоёв, основных закономерностей роста тонких плёнок и покрытий	ПК(У)-1.3В1	<i>Владеет</i> навыками выполнения анализа поверхностных свойств материалов и тонкоплёночных структур
						ПК(У)-1.3У1	<i>Умеет</i> анализировать и интерпретировать результаты исследования свойств материалов и различных структур, полученные с помощью современных методов
						ПК(У)-1.3З1	<i>Знает</i> фундаментальные понятия, законы и закономерности, касающиеся свойств поверхности твёрдого тела, механизмов роста тонких плёнок и покрытий
		ПК(У)-2	Способность участвовать в экспериментальных исследованиях в различных областях физики, связанных с воздействием плазмы и пучков заряженных частиц на вещество, самостоятельно осваивать современную физическую аналитическую и технологическую аппаратуру, применять современные методы исследования свойств материалов и различных структур, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов, оборудования и изделий.	И.ПК(У)-2.3	Демонстрирует готовность проводить научные исследования в области модифицирования поверхностных свойств материалов различного назначения	ПК(У)-2.3В1	<i>Владеет</i> современными методами плазменно-пучковой модификации поверхности материалов, в том числе медицинского назначения, а также методами анализа свойств материалов и поверхностных структур
						ПК(У)-2.3У1	<i>Умеет</i> объяснять и применять на практике физические принципы, положенные в основу плазменных и пучковых технологий
						ПК(У)-2.3З1	<i>Знает</i> основные принципы модифицирования свойств различных материалов и изделий с помощью плазменно-пучкового воздействия на них

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
		ПК(У)-5	Готовность к участию в производственно-технологической деятельности, связанной с применением плазменных и пучковых технологий для обработки материалов и синтеза новых материалов (в том числе нанесению функциональных покрытий), определению основных параметров технологических процессов, анализу физических и механических свойств изделий и материалов.	И.ПК(У)-5.1	Демонстрирует способность принимать участие в производственно-технологической деятельности, направленной на создание модифицирующих покрытий и технологий их осаждения вакуумными плазменно-пучковыми методами	ПК(У)-5.131	Знает основы модификации поверхности с использованием вакуумных плазменно-пучковых методов и принципы работы оборудования

2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код индикатора достижения контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД-1	Способность выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы исходя из задач конкретного исследования.	И.ПК(У)-1.3	Раздел 1. Термодинамика свойств и превращений вещества	Опросы, семинары, презентации, контрольная работа, коллоквиум, экзамен
РД-2	Способность определять необходимые методы проведения аналитических и имитационных исследований с применением современных достижений науки и техники.	И.ПК(У)-2.3	Раздел 2. Основы двумерной кристаллографии.	Опросы, семинары, презентации, контрольная работа, коллоквиум, экзамен
РД-3	Планировать, организовывать и проводить необходимые эксперименты, в том числе с использованием программных продуктов.	И.ПК(У)-1.3	Раздел 3. Поверхностные явления и тонкие пленки	Опросы, семинары, презентации, контрольная работа, коллоквиум, экзамен
РД-4	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях.	И.ПК(У)-5.1	Раздел 4. Структура и свойства поверхности и тонких пленок	Опросы, семинары, презентации, контрольная работа, коллоквиум, экзамен

3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции).

Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий экзамена

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Опрос	Вопросы. 1. Перечислите типы термодинамических процессов. 2. Перечислите основные термодинамические функции. 3. Какие типы решеток Бравэ Вы знаете? 4. Симметрия кристаллов. Какие операции симметрии Вы знаете?

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		5. Какие дефекты могут возникать в кристалле? 6. С чем связано возникновение того или иного дефекта? 7. Перечислите типы дефектов кристаллической решетки. 8. Чем определяется скорость перемещения дефектов в кристаллах? 9. Сформулируйте механизмы адсорбции на поверхности твердых тел. 10. Перечислите механизмы роста пленок на реальной поверхности. 11. При плавлении льда объем образующейся воды становится меньше и уменьшается при дальнейшем ее нагревании от 0 до 4°C. Как объяснить это явление на основании изменения связей молекул? 12. Сколько атомов содержится в каждой элементарной ячейке кристалла, если она является: а) простой; б) объемно центрированной; в) гранецентрированной кубической ячейкой? 13. Сколько атомов приходится на одну элементарную ячейку в кристаллах с простой, объемно-центрированной и гранецентрированной кубической структурой? 14. Сколько атомов приходится на одну элементарную ячейку в кристаллах с простой и плотноупакованной гексагональной структурой? 15. Вычислить объем элементарной ячейки в кристалле гексагональной системы с постоянными a и c.
2.	Презентация	Темы презентаций. 1. Объекты наноразмерного масштаба и пониженной размерности. Магические числа. 2. Объемные наноструктурированные материалы. Механическая прочность. Уравнение Холла-Питча. 3. Квантовые размерные эффекты: квантовые пленки, квантовые проволоки, квантовые точки. 4. Двумерные кристаллические решетки. Структура поверхности. Суперструктура. 5. Твердые растворы. Структурные типы твердых растворов. Атомарное и молекулярное растворение газов в твердых телах. 6. Методы исследования структуры, элементного и фазового состава материалов. Дифракционные методы.
3.	Семинар	Вопросы. 1. Многие металлы могут иметь как объемноцентрированную, так и гранецентрированную кубическую кристаллическую решетку. Замечено, что переход от одной структуры к другой сопровождается лишь незначительным изменением объема. Предполагая, что в таком переходе объем вовсе не изменяется, найти отношение D_1/D_2, где D_1 и D_2 - наименьшие расстояния между атомами металла соответственно в гранецентрированной и объемно-центрированной решетках.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		2. Для повышения износостойкости поверхности стальных деталей, работающих в условиях сильного износа, их обычно предварительно выдерживают определенное время при высокой температуре в среде, содержащей углерод. В течение этого времени углерод диффундирует в подповерхностный слой стали. Этот науглероженный слой подвергается дальнейшей термообработке при более низких температурах. В итоге образуется твердый слой с износостойкой поверхностью (цементированный слой). Коэффициент диффузии углерода в сталь определяется формулой $D = 0.12 \cdot 10^{-4} \exp\left(\frac{-32000 \text{ кал/моль}}{RT}\right) \text{ м}^2/\text{с}.$ Сколько нужно времени для образования цементированного слоя толщиной 0,5 мм на стальном стержне радиусом 2 см при температуре диффузионного отжига 925° С? 3. Как известно, чистый Al является предпочтительным металлом для создания уровня проводника в микроэлектронике. Осаждение Al производится в вакуумной камере. Возникает вопрос влияния атмосферы остаточного газа на процесс осаждения Al. Определить окружающий газ, требуемый для вакуумного осаждения из газовой фазы чистого Al. 4. Внутри твердого тела диффундирует вещество, нанесенное на его поверхность в виде тонкого слоя (выпариванием раствора). а) Показать, что по истечении времени t концентрация C примесных атомов в твердом теле зависит от расстояния X от поверхности следующим образом: $C = \frac{A}{\sqrt{t}} e^{X^2/4Dt}.$ б) Построить график этого уравнения. в) Найти значение X, при котором равна нулю кривизна графика зависимости C от X. г) Оценить относительное количество атомов, которые продиффундировали по крайней мере на удвоенное среднеквадратичное расстояние.
4.	Коллоквиум	Вопросы. 1. Химические реакции. Возможность протекания реакции. Минимизация свободной энергии - критерий стабильности и направления протекания реакции. 2. Твердые растворы. Описание состава растворов. 3. Условия фазового и химического равновесия. 4. Закон действия масс и константы химического равновесия. Принцип Ле- Шателье. 5. Методы получения твердых тонких пленок неорганических материалов. 6. Классификация методов нанесения вакуумных покрытий.

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий
		7 Приготовление чистой поверхности. Электронная структура поверхности.
5.	Реферат	Тематика рефератов. Методы нанесения покрытий и создания пленок. 1. Термическое испарение и конденсация: резистивное испарение, испарение электронным пучком, лазерное испарение. 2. Катодное распыление и конденсация: диодная система, триодная система. 3. Катодное распыление и конденсация: высокочастотное магнетронное распыление. 4. Ионное осаждение: Дуговой разряд в вакууме, осаждение в тлеющем разряде.
6.	Контрольная работа	Задачи. 1. Если пленка из материал A растет на подложке из материала B (а) по механизму Франка-ван дер Мерве, (б) по механизму Вольмера-Вебера, каков будет механизм роста пленки из материала B на подложке из материала A в каждом случае? Рассмотрите различные соотношения между энергиями поверхности и границы раздела. 2. На графике Аррениуса насыщающей концентрации островков, измеренной в случае роста Ag на поверхности Pt(111), наблюдаются два участка с наклоном 56 и 122 мэВ для размеров критических островков $i = 1$ и $i = 2$ соответственно. Рассчитайте энергию связи димера Ag-Ag и энергию миграции адатомов Ag на поверхности Pt(111). 3. Сколько атомов содержится в каждой элементарной ячейке кристалла, если она является: а) простой; б) объемно-центрированной; в) гранецентрированной кубической ячейкой? 4. Удельная теплоемкость алюминия при 20° С равна 840 Дж·кг⁻¹·К⁻¹. Выполняется ли при этой температуре для него закон Дюлонга и Пти? 5. а) Для образования вакансии в алюминии требуется энергия примерно 0,75 эВ. Сколько существует вакансий при комнатной температуре в состоянии термодинамического равновесия? При 550°С? б) Для образования дефекта внедрения в алюминии требуется около 3 эВ. Рассчитать отношение n_i/n_v при комнатной температуре и при 550° С.
7.	Экзамен	Вопросы на экзамен. 1. Симметрия кристаллов. Какие операции симметрии Вы знаете? Как можно построить кристалл? 2. Термодинамика химических реакций. Условия фазового и химического равновесия. 3. Точечные дефекты в состоянии теплового равновесия: дефекты Шоттки. 4. Закон действующих масс и константы химического равновесия 5. Точечные дефекты в состоянии теплового равновесия: дефекты Френкеля. 6. Двумерные кристаллические решетки Бравэ.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		7. Управление химическими реакциями. Принцип Ле Шателье. 8. Термодинамические условия гетерогенного зародышеобразования. Механизмы роста пленок на реальных поверхностях. 9. Дефекты кристаллической решетки. Классификация дефектов. Точечные дефекты поверхности. Модель террас-ступеней-изломов (ТСИ). 10. Термодинамические условия гетерогенного зародышеобразования. Механизмы роста пленок на реальных поверхностях.

5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Опрос	Опрос проводится в конце лекционного занятия с целью оценки степени усвоения материала студентами. Процедура опроса следующая. За 10 минут до окончания лекционного занятия следует задать последовательно перечень вопросов студентам, привести их на последнем слайде презентации. При ответе студента/студентов задать дополнительные, в том числе наводящие, вопросы для создания короткого (1-2 мин) обсуждения/дискуссии между студентами по проблемной тематике.
2.	Презентация	Каждому студенту выдаётся одна из тем на рассмотрение и подготовку презентации. Подготовка проходит в часы самостоятельной подготовки студента. Защита проходит в виде представления студентом презентации, оформленной в MS PowerPoint. На представление работы студенту отводится 7 минут, 7 минут – на вопросы от преподавателя и студентов. Оценка по выполнению данного задания ставится суммарно: тип и количество используемой литературы, презентацию и её оформление, ответы на вопросы при защите презентации.
3.	Семинар	Задания выдаются в конце практического занятия с целью оценки степени усвоения материала студентами. Процедура следующая. За 10 минут до окончания занятия выдать задания студентам. При ответе студента/студентов задать дополнительные, в том числе наводящие, вопросы для создания короткого (1-2 мин) обсуждения/дискуссии между студентами по проблемной тематике.
4.	Коллоквиум	Коллоквиум проводится на занятии в течение конференц-недели, на коллоквиум отводится 4 учебных часа. Сдача коллоквиума проходит индивидуально в устной форме, каждому студенту выдаётся 2 вопроса из общего списка. На подготовку ответов по коллоквиуму отводится 10 минут, далее студент отвечает на вопросы по коллоквиуму в течение 5-10 минут. Преподаватель может задать дополнительные вопросы по проблемной тематике. Оценка по коллоквиуму ставится на основе устных ответов студента.

Оценочные мероприятия		Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
5.	Реферат	Каждому студенту выдаётся одна из тем на рассмотрение и подготовку реферата. Подготовка реферата проходит в часы самостоятельной подготовки студента. Реферат должен быть представлен в виде пояснительной записки в объёме 15 страниц формата А4. Защита реферата проходит в виде представления студентом презентации, оформленной в MS PowerPoint. На представление работы студенту отводится 7 минут, 7 минут – на вопросы от преподавателя и студентов. Оценка по выполнению данного задания ставится суммарно: за текст пояснительной записки, тип и количество используемой литературы, презентацию и её оформление, ответы на вопросы при защите презентации.
6.	Контрольная работа	Задания выдаются в начале практического занятия с целью оценки степени усвоения материала студентами. Процедура следующая. На время выполнения работы отводится 30 минут. После сдачи работ студентами - задать дополнительные, в том числе наводящие, вопросы для создания короткого (1-2 мин) обсуждения/дискуссии между студентами по проблемной тематике.
7.	Экзамен	Экзамен по дисциплине проводится в устной форме. В начале экзамена студентам выдаётся экзаменационный билет, включающий в себя 2 вопроса. На подготовку к ответу студенту отводится не более 30 минут, далее студент отвечает на вопросы в устной форме. При необходимости преподаватель может задать дополнительные или уточняющие вопросы для оценки понимания студентом курса. Максимальное количество баллов, которые студент может получить на экзамене при полных правильных ответах на все вопросы, равно 20. Они суммируются с баллами, полученными в течение семестра. Итоговое оценивание производит преподаватель в соответствии с критериями в п. 3.