

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра оптических информационных технологий

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф-м.н. Корель И. И.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Теория многослойных сред

Образовательная программа: 12.04.02 Оптотехника, магистерская программа: Оптические системы локации, связи и обработки информации

Курс: 1, семестр : 2

Физико-технический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	2
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	60
4	Лекции, час.	0
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	4
10	Самостоятельная работа, час.	48
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	КР
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 12.04.02 Опототехника

ФГОС введен в действие приказом №1410 от 30.10.2014 г. , дата утверждения: 28.11.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 12.04.02 Опототехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ОИТ, протокол заседания кафедры №_____ от 20.06.2017

Утверждена на совете физико-технического факультета, протокол № 3 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Твердохлеб П. Е.

Заведующий кафедрой:

д.т.н. Лабусов В. А.

Ответственный за образовательную программу:

заместитель заведующего кафедрой Дубнищев Ю. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.1 способность к формулированию цели, задачи и плана научного исследования в области оптоэлектроники на основе проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий; в части следующих результатов обучения:
у1. уметь формулировать цель, задачи и план научного исследования в области оптоэлектроники на основе проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий
Компетенция ФГОС: ПК.2 способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи; в части следующих результатов обучения:
з1. знать математические модели объектов исследования и численные методы их моделирования, разработки нового или выбор готового алгоритма решения задачи
Компетенция ФГОС: ПК.4 способность и готовность к оформлению отчетов, статей, рефератов на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями; в части следующих результатов обучения:
у1. уметь оформлять отчеты, статьи, рефераты на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Теория многослойных сред</i>	
ПК.1.у1 уметь формулировать цель, задачи и план научного исследования в области оптоэлектроники на основе проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий	
1. Основы электромагнитной теории диэлектрических планарных сред;	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
2. Многослойные диэлектрические среды;	Практические занятия; Самостоятельная работа
3. Особенности однородной диэлектрической пленки;	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.2.з1 знать математические модели объектов исследования и численные методы их моделирования, разработки нового или выбор готового алгоритма решения задачи	
4. Периодические слоистые среды;	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
5. Дисперсионное уравнение многослойного плоского волновода ;	Практические занятия; Самостоятельная работа
6. Трехслойный и четырехслойный планарные волноводы;	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.4.у1 уметь оформлять отчеты, статьи, рефераты на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями	
7. Дисперсионное уравнение симметричного пятислойного планарного волновода;	Практические занятия; Самостоятельная работа
8. Характеристики волноводных мод;	Практические занятия; Самостоятельная работа
9. Применение многослойных диэлектрических сред.	Практические занятия

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				

Дидактическая единица: Отражающие и преломляющие свойства тонких диэлектрических пленок				
1. Пленка как трехслойная диэлектрическая структура Способы вычисления комплексных коэффициентов отражения (r) и преломления (t) пленки (волновой, лучевой). Зависимость r и t от угла падения плоской световой волны. Отражательная (R) и пропускательная (T) способности пленок и их зависимость от оптической толщины пленок.	4	4	1	
2. Распределение напряженности электрического поля в трехслойной структуре пленки. Коэффициенты отражения пленок в условиях полного внутреннего отражения на нижней грани. Фильтры низких частот.	4	4	3	
Дидактическая единица: Элементы теории диэлектрических пленок (слоев)				
3. Компоненты ТЕ-поляризованного поля на границе раздела двух сред. Волновое уравнение пленки. Компоненты ТМ-поляризованного поля на границе раздела двух сред. Волновое уравнение пленки.	2	4	4	
4. Общие решения волновых уравнений пленок при ТЕ- и ТМ-поляризованном освещении. Функции U и V . Характеристические матрицы пленок при освещении ТЕ- и ТМ-поляризованными плоскими волнами.	4	6	4	

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Периодические слоистые среды				

1. Характеристическая матрица периодической слоистой среды. Полиномы Чебышева второго порядка для вещественного и комплексного аргументов. Отражательная и пропускательная способности периодической слоистой среды в зависимости от количества пар слоев.	0	4	6	
2. "Дефекты" периодической слоистой среды и их роль. Брэгговские многослойные зеркала и их отражательные свойства.	0	2	9	
Дидактическая единица: Планарный волновод с многослойным брэгговским зеркалом				
3. Условие возникновения волноводных мод. Получение дисперсионных уравнений.	0	4	2	
4. Характер распределения напряженности электрического и магнитного полей в волноводных модах. Нормировка волноводных мод.	0	4	8	
Дидактическая единица: Блоховские волны (моды) в периодических слоистых средах				
5. Волновое уравнение для электрического поля блоховской волны. Характер возмущения диэлектрической проницаемости. Нормальная блоховская мода (общий случай) и ее свойства.	4	4	5	
6. Матрицы трансляции и способы нахождения комплексных амплитуд. Собственные значения матрицы трансляции. Блоховское волновое число и режимы формирования затухающих волн	0	4	3	
7. Нормальные блоховские моды в условиях резонансной связи. Запрещенные зоны. Результаты компьютерного моделирования блоховских мод. Характер затухания и границы существования нормальных блоховских мод.	0	4	7	
Дидактическая единица: Электромагнитные поверхностные блоховские волны				

8. Свойства и условия возникновения поверхностных блоховских мод. Модовое условие. Нахождение блоховского волнового числа.	0	4	8	
9. Способ вычисления комплексных амплитуд плоских волн в слоях периодической среды. Примеры компьютерного моделирования затухающих поверхностных мод.	0	6	8	

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	Курсовая работа	2, 5, 6	30	0
: Корель И. И. Нелинейные волновые уравнения в оптике : учебное пособие / И. И. Корель ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 36, [3] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127020				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 5	8	0
: Корель И. И. Нелинейные волновые уравнения в оптике : учебное пособие / И. И. Корель ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 36, [3] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127020				
3	Дополнительная учебная деятельность	1, 2, 3, 4	0	0
: Корель И. И. Нелинейные волновые уравнения в оптике : учебное пособие / И. И. Корель ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 36, [3] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127020				
4	Подготовка к аттестации	5, 7, 8	10	4
: Корель И. И. Нелинейные волновые уравнения в оптике : учебное пособие / И. И. Корель ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 36, [3] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127020				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	ЭБС

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 2		
<i>Лабораторная:</i>	5	10
<i>Практические занятия:</i>	5	10
<i>Курсовая работа:</i>	0	40
<i>Экзамен:</i>	0	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита КР/КР	Экзамен
ПК.1	у1. уметь формулировать цель, задачи и план научного исследования в области оптоэлектроники на основе проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий	+	+
ПК.2	з1. знать математические модели объектов исследования и численные методы их моделирования, разработки нового или выбор готового алгоритма решения задачи	+	+
ПК.4	у1. уметь оформлять отчеты, статьи, рефераты на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Драгунов В. П. Наноструктуры: физика, технология, применение : учебное пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 354, [1] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/dragunov.pdf>. - Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии".
2. Трехмерная лазерная модификация объемных светочувствительных материалов : [монография / П. Е. Твердохлеб и др.] ; отв. ред. П. Е. Твердохлеб ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т автоматизации и электротехники [и др.]. - Новосибирск, 2012. - 349, [3] с. : ил., схемы. - Авт. указаны на 349-й с..
3. Строшио М. Фононы в наноструктурах / М. Строшио, М. Дутта ; пер. с англ. Б. В. Никифорова, В. Э. Пожара ; под ред. Г. Н. Жижина. - М., 2006. - 319 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Волноводная оптоэлектроника : [монография] / [Т. Тамир и др.] ; под ред. Т. Тамира; пер. с англ. А. П. Горобца, Г. В. Корнюшенко, Т. К. Чехловой под ред. В. И. Аникина. - М., 1991. - 574 с.
2. Фотонные кристаллы и наноккомпозиты: структурообразование, оптические и диэлектрические свойства = Photonic crystals and nanocomposites: structure formation, optical and dielectric properties / [В. Г. Архипкин, А. М. Бакиров, Б. А. Беляев и др.] ; отв. ред.: В. Ф. Шабанов, В. Я. Зырянов ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние [и др.]. - Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2009. - 252, [4] с. - (Интеграционные проекты СО РАН = SB RAS integrated ; вып. 21).

3. Ярив А. Оптические волны в кристаллах / А. Ярив, П. Юх ; пер. с англ. С. Г. Кривошлыкова, Н. И. Петрова, под ред. И. Н. Сисакяна. - М., 1987. - 616 с. : ил.
4. Шабанов В. Ф. Оптика реальных фотонных кристаллов: жидкокристаллические дефекты, неоднородности / В. Ф. Шабанов, С. Я. Ветров, А. В. Шабанов ; отв. ред. д.ф.-м.н. В. В. Слабко ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т физики им. Л. В. Киренского и др. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2005. – 239 с.
5. Борн М. . Основы оптики / М. Борн, Э. Вольф ; пер. с англ. С. Н. Бреуса, А. И. Головашкина, А. А. Шубина, под. ред. Г. П. Мотулевич. - М., 1970. - 855 с. : табл., схемы
6. Интегральная оптика : [монография] / под ред. Т. Тамира ; пер. с англ. В. А. Сычугова и К. Ф. Шипилова ; под ред. Т. А. Шмаонова. - М., 1978. - 344 с. : ил., табл.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Корель И. И. Нелинейные волновые уравнения в оптике : учебное пособие / И. И. Корель ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 36, [3] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127020

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Демонстрация практических материалов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра оптических информационных технологий

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф.-м.н., доцент И.И. Корель
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория многослойных сред

Образовательная программа: 12.04.02 Оптотехника, магистерская программа: Оптические системы локации, связи и обработки информации

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Теория многослойных сред приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.1/НИ способность к формулированию цели, задачи и плана научного исследования в области оптотехники на основе проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий	у1. уметь формулировать цель, задачи и план научного исследования в области оптотехники на основе проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий	Многослойные диэлектрические среды: определение, граничные состояния электромагнитного поля для ТЕ - и ТМ поляризованных волн, характеристические матрицы среды, коэффициенты отражения и пропускания. Однородная диэлектрическая пленка (случай полного внутреннего отражения на нижней грани). Отражательная и пропускательная способности пленки в зависимости от длины волны. Однородная диэлектрическая пленка: характеристическая матрица, коэффициенты отражения и пропускания, отражательная и пропускательная способность пленки в зависимости от оптической толщины. Основы электромагнитной теории диэлектрических планарных сред: уравнения Максвелла, связь компонент электромагнитного поля, волновые уравнения, векторы Умова-Пойтинга для поперечных и продольных волн Поверхностные волны в многослойных диэлектрических средах.	Курсовая работа, все разделы	Экзамен, вопросы 1-13
ПК.2/НИ способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи	з1. знать математические модели объектов исследования и численные методы их моделирования, разработки нового или выбор готового алгоритма решения задачи	Дисперсионное уравнение многослойного плоского волновода. Периодические слоистые среды: характеристическая матрица, полиномы Чебышева второго порядка для вещественного и комплексного аргументов, отражательная и пропускательная способность в зависимости от количества пар слоев . Распространение световых волн в периодических слоистых средах: запрещенные зоны, нормальная брэгговская мода в условиях резонансной связи, характер затухания и границы существования брэгговских	Курсовая работа, все разделы	Экзамен, вопросы 9-21

		мод, брэгговское отражение . Трехслойный и четырехслойный планарные волноводы: дисперсионные уравнения, описание волноводных мод, граничные условия, характер распределения напряженности поля в случаях ТЕ- и ТМ - поляризованных волн .		
ПК.4/НИ способность и готовность к оформлению отчетов, статей, рефератов на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями	у1. уметь оформлять отчеты, статьи, рефераты на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями	Взаимодействие волноводных мод. Элементы теории связанных волн. Дисперсионное уравнение симметричного пятислойного планарного волновода. Волноводные моды четного и нечетного порядков. Методы ввода лазерного излучения в планарные волноводы. Явление оптического туннелирования. Мощность и нормировка волноводных мод. Ортогональность мод . Планарный волновод с многослойным брэгговским зеркалом. Применение многослойных диэлектрических сред: фотонные кристаллы, отражающие и просветляющие покрытия, поляризаторы, спектральные фильтры, планарные волноводы, брэгговские зеркала, резонаторы лазеров и т.п.	Курсовая работа, все разделы.	Экзамен, вопросы 16-25

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1/НИ, ПК.2/НИ, ПК.4/НИ.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовая работа. Требования к выполнению курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсовой работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1/НИ, ПК.2/НИ, ПК.4/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований,

теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Теория многослойных сред», 2 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: два вопроса выбираются из списка вопросов (приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Теория многослойных сред»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *10 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *20 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *30 баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Теория многослойных сред»

1. Пленка как трехслойная диэлектрическая структура. Способы вычисления комплексных коэффициентов отражения (r) и преломления (t) пленки (волновой, лучевой). Зависимость r и t от угла падения плоской световой волны.
2. Отражательная (R) и пропускательная (T) способности пленок и их зависимость от оптической толщины пленок.
3. Распределение напряженности электрического поля в трехслойной структуре пленки.
4. Коэффициенты отражения пленок в условиях полного внутреннего отражения на нижней грани. Фильтры низких частот.
5. Компоненты ТЕ-поляризованного поля на границе раздела двух сред. Волновое уравнение пленки.
6. Компоненты ТМ-поляризованного поля на границе раздела двух сред. Волновое уравнение пленки.
7. Общие решения волновых уравнений пленок при ТЕ- и ТМ-поляризованном освещении. Функции U и V .
8. Характеристические матрицы пленок при освещении ТЕ- и ТМ-поляризованными плоскими волнами.
9. Характеристическая матрица периодической слоистой среды. Полиномы Чебышева второго порядка для вещественного и комплексного аргументов.
10. Отражательная и пропускательная способности периодической слоистой среды в зависимости от количества пар слоев.
11. «Дефекты» периодической слоистой среды и их роль. Брэгговские многослойные зеркала и их отражательные свойства.
12. Условие возникновения волноводных мод. Получение дисперсионных уравнений.
13. Характер распределения напряженности электрического и магнитного полей в волноводных модах. Нормировка волноводных мод.
14. Волновое уравнение для электрического поля блоховской волны. Характер возмущения диэлектрической проницаемости.
15. Нормальная блоховская мода (общий случай) и ее свойства.
16. Матрицы трансляции и способы нахождения комплексных амплитуд. Собственные значения матрицы трансляции.
17. Блоховское волновое число и режимы формирования затухающих волн.
18. Нормальные блоховские моды в условиях резонансной связи. Запрещенные зоны.
19. Результаты компьютерного моделирования блоховских мод.
20. Характер затухания и границы существования нормальных блоховских мод.

21. Свойства и условия возникновения поверхностных блоховских мод. Модовое условие.
22. Нахождение блоховского волнового числа. Способ вычисления комплексных амплитуд плоских волн в слоях периодической среды.
23. Примеры компьютерного моделирования затухающих поверхностных мод.

Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Теория многослойных сред», 2 семестр

1. Методика оценки.

Задание:

Дана структура оптической системы, состоящая, как показано на рисунке, из однородной диэлектрической среды (показатель преломления – n_a), волноводной пленки (показатель преломления n_g , толщина – h), многослойного диэлектрического зеркала ($N \gg 1$ пар слоев с показателями преломления n_f , n_c и толщинами h_f , h_c соответственно) и подложки (показатель преломления n_l)

Период следования слоев в диэлектрическом зеркале – $\Lambda = h_f + h_c$. Освещение системы осуществляется ТЕ-поляризованной плоской световой волной со стороны подложки. Рабочая длина волны света – λ . Угол наклона падающей плоской световой волны в волноводной пленке θ , причем $\theta > \theta_{кр}$, где $\theta_{кр}$ – критический угол световой волны на границе раздела $x = -h$.

Система представлена в декартовой системе координат – X , Y , Z . Вектор напряженности электрического поля E ортогонален плоскости чертежа и совпадает с направлением оси Y . Начало координат ($x = 0$) находится на границе раздела волноводной пленки и многослойной среды.

Найти значения углов $\theta_0, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N$, при которых возникают распространяющиеся вдоль направления Z поверхностные волны, получить аналитическое описание этих мод в диапазоне $-\infty \leq x \leq \infty$ и построить графики распределения напряженности электрического поля $E(x)$ во всех модах.

Принять во внимание, что $n_g > n_a$, $n_f > n_g$ и что $n_f > n_c$. Рекомендуемые значения: показатели преломления – $n_a=1$, $n_g=2,2$, $n_f=2,55$, $n_c=2,09$; длина волны света – 1 мкм; толщины слоев; $h = 1,2$ мкм, остальные выбрать из условия $k_{2x} h_f = \pi/2$, $k_{1x} h_c = \pi/2$.

Отметить общие свойства поверхностных мод.

2. Критерии оценки.

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все задания, отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если некоторые части задания выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 20 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 30 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован,

оценка составляет 40 баллов.

3. Шкала оценки.

В общей оценке по дисциплине баллы за работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем курсового проекта (работы).

Вариант	n_a	n_g	h , мкм	n_s	n_2	n_1	λ , мкм
1	1	3,24	2	1,52	3,43	3,35	1,15
2	1	2,5	2	1,52	3,0	2,8	1,0
3	1	3,0	2	1,52	3,4	3,3	1,2
4	1,52	3,1	1,5	1,52	3,4	3,2	1,0
5	1,8	2,8	1,5	1,52	3,2	3,0	0,8
6	2	3,0	1,2	1,52	3,4	3,1	1,0
7	1,2	2,8	1,2	1,52	3,1	2,9	1,15