

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по учебной работе

М.Т. Решетников
_____ 2007 г.

Рабочая программа

по дисциплине «Основы технологии оптических материалов и изделий»
для студентов направления подготовки бакалавров 554600 - «Фотоника и
оптоинформатика»

Факультет электронной техники
Профилирующая кафедра Электронных приборов
Курс – второй
Семестры – третий, четвертый

Учебный план набора 2006 года и последующих лет

Распределение учебного времени:

Лекции	36 часа (ауд.)
Практические занятия	17 часов (ауд.)
Лабораторные работы	35 часов (ауд.)

Всего аудиторных занятий	88 часов
Самостоятельная работа	26 часов
Общая трудоемкость	114 часов

Экзамен	четвертый семестр
Диф. зачет	третий семестр

Рабочая программа составлена на основании «Временных требований к содержанию и уровню подготовки бакалавра по направлению - 554600 «Фотоника и оптоинформатика». Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ЭП, протокол № ___ от « _ » _____ 2007 года.

Разработчик,
ст. преподаватель кафедры ЭП

Г.В. Симонова

Зав. профилирующей
кафедрой ЭП, профессор

С.М. Шандаров

Рабочая программа согласована с деканатом факультета электронной техники и соответствует «Временным требованиям к содержанию и уровню подготовки бакалавра по направлению 554600 - «Фотоника и оптоинформатика»

Декан ФЭТ,
доц.

В.М. Герасимов.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью курса «Основы технологии оптических материалов и изделий» является приобретение знаний и навыков, необходимые для проектирования оптических приборов и систем с учетом номенклатуры и свойств оптических материалов, типов и методов изготовления оптических покрытий, этапов технологических процессов оптического производства.

Задачами курса является знакомство студентов с технологией производства оптического стекла, синтетических кристаллов, технологией изготовления типовых оптических деталей и деталей сложной формы, с типами и технологией нанесения оптических покрытий, с основами технологического контроля конструктивных параметров деталей.

2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины студент должен *знать*:

- этапы технологических процессов и оборудование оптического производства;
- типы и методы изготовления оптических покрытий;
- методы контроля формы поверхности, линейных и угловых параметров оптических деталей;

уметь:

- разработать маршрутную карту технологического процесса изготовления типовой оптической детали;
- организовать процесс входного контроля параметров оптических материалов и выходного контроля параметров оптических деталей, систем и приборов.

Изучение дисциплины «Основы технологии оптических материалов и изделий» представляет собой базу для таких дисциплин как: «Взаимодействие оптического излучения с веществом», «Оптическое материаловедение», «Волоконная оптика» и для большинства специальных дисциплин.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

<i>Вид учебной работы</i>	<i>Всего часов</i>	<i>Семестры</i>		
		3	4	
Общая трудоемкость дисциплины	114	67	47	
Аудиторные занятия	88	53	35	
Лекции	36	36		
Практические занятия (ПЗ)	17	17		
Семинары (С)				
Лабораторные работы (ЛР)	35		35	
и(или) другие виды аудиторных занятий				
Самостоятельная работы	26	14	12	
Курсовой проект (работа)				
Расчетно-графические работы				
Реферат				
и(или) другие виды самостоятельной работы				
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	Экзамен, диф. зачет	Диф. зачет	Экзамен	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Разделы дисциплины	Лекции (час)	Прак. зан.	Лаб. раб.
1	Производство бесцветного оптического стекла	2	2	4
2	Технология оптических деталей: <ul style="list-style-type: none"> • Детали оптических систем; • технологический контроль конструктивных параметров деталей; • обрабатываемые материалы; • инструменты, вспомогательные материалы; • способы формообразования оптических поверхностей; • способы механической обработки оптических материалов; • операции механической обработки оптических материалов; • механическая обработка кристаллических материалов; • влияние технологических факторов на точность формообразования оптических поверхностей; • технология типовых деталей; • технология нетиповых деталей; • соединение деталей между собой. 	2 4 2 2 2 2 4 2 2 2 2 2 2	2 3 2	4 8 1 2 4
3	Технология оптических покрытий: <ul style="list-style-type: none"> • оптические покрытия и их свойства; • технологические процессы получения оптических покрытий различными методами. 	2 4	4	4 8
4	Экскурсия в ИМКЭС СО РАН		4	

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение

Предмет дисциплины и ее задачи.

4.2.1. Производство бесцветного оптического стекла.

Сырьевые материалы стекловарения. Шихта и ее состав. Варка стекла. Стекловаренные сосуды. Варка стекла в горшковых и ваннных пламенных печах периодического действия. Стадии варки и их роль в процессе стеклообразования. Разделка стекломассы. Виды заготовок. Тонкий отжиг стекла.

4.2.2. Технология оптических деталей

Детали оптических систем

Основные типы деталей. Требования к конструктивным параметрам деталей. Особенности оформления чертежей. Требования к материалу деталей. Требования к изготовлению. Унификация оптических деталей и ее значение для технологической подготовки производства. Методы контроля конструктивных параметров деталей.

Технологический контроль конструктивных параметров деталей

Методы и средства контроля формы шлифованных поверхностей. Контроль формы полированных плоских и сферических поверхностей. Интерференционный и теневой методы. Метод Гартмана. Пробные стекла, их типы, классы точности. Интерферометры.

Обрабатываемые материалы

Шлифующие абразивы. Их виды. Зернистость и зерновой состав порошков алмаза. Марки и номера зернистости порошков алмаза по ГОСТ 9206-71. Порошки корунда, электрокорунда и других абразивов по ГОСТ 3647-71. Классы, группы, номера зернистости. Критерии оценки качества шлифующих абразивов. Полирующие абразивы. Их виды и свойства. Применение. Критерии оценки качества.

Инструмент

Алмазный инструмент. Типы и характеристики. Выбор характеристик в зависимости от условий работы инструмента, виды выполняемой операции, свойств обрабатываемого материала. Компоненты связки алмазосодержащего слоя. Способы его изготовления. Инструмент для шлифования свободным абразивом. Материал инструмента и требования к нему. Инструмент для полирования. Типы и конструкция. Материал корпуса и требования к нему.

Вспомогательные материалы

Смазочно-вспомогательные жидкости, применяемые при обработке оптических материалов. Критерии оценки качества СОЖ, применяемых при обработке стекла алмазным инструментом. Материалы для фиксации положения заготовок на приспособлении действием сцепления сил. Требования к ним. Виды и свойства материалов. Область применения. Материалы, образующие рабочую поверхность полировального инструмента. Их виды и свойства. Выбор в зависимости от требований к полированной поверхности. Жидкости для промывки заготовок на разных стадиях технологического процесса. Лаки для защиты полированных поверхностей.

Способы формообразования оптических поверхностей

Принудительное формообразование. Суть метода. Область применения. Поверхностный притир. Суть метода.

Способы механической обработки оптических материалов

Шлифование алмазным инструментом. Механизм разрушения стекла закрепленным стеклом алмаза. Шлифование свободным абразивом. Механизм разрушения стекла зернами, перекатывающимися в зазоре между притираемыми поверхностями. Строение поверхности стекла, разрушенной шлифующим абразивом. Влияние строения шлифованной поверхности на механическую прочность стекла. Обработка полирующими абразивами.

Операции механической обработки оптических материалов

Разрезка стекла. Способы выполнения операции. Режим распиливания. Сверление отверстий в стекле. Инструмент, станки, режим сверления. Круглое шлифование пластин. Способ выполнения операции. Инструмент, станки, режим шлифования. Круглое шлифование (центрирование) линз.

Шлифование сферических и плоских поверхностей. Требования к процессу. Разделение процесса на операции грубого и тонкого шлифования. Грубое шлифование. Способы выполнения операции. Шероховатость грубошлифованной поверхности.

Тонкое шлифование, способы выполнения операции. Тонкое шлифование алмазным инструментом. Число переходов при шлифовании плоских и сферических поверхностей. Зернистость инструмента на переходах. Режим шлифования. Шероховатость шлифованной поверхности. Глубина нарушенного слоя. Тонкое шлифование свободным абразивом. Зернистость абразивов на переходах. Технологические факторы, влияющие на интенсив-

ность износа и шероховатость шлифованной поверхности. Подготовка рабочей поверхности инструмента. Типовые станки для тонкого шлифования. Режим шлифования.

Полирование сферических и плоских поверхностей. Закономерности процесса полирования, определяющие интенсивность износа. Тепловые явления в процессе полирования. Их влияние на точность формообразования. Типовые станки для полирования.

Механическая обработка кристаллических материалов

Особенности механических свойств кристаллов. Технологические способы ориентации кристаллов. Способы разделения исходного материала на заготовки. Сверление отверстий. Шлифование кристаллов. Строение шлифованной поверхности в зависимости от кристаллографического направления плоскости обработки. Нарушенный и деформированный слой. Их влияние на оптические, электрические и прочностные свойства деталей. Шлифующие абразивы. Материал инструмента. Безабразивная обработка водорастворимых кристаллов. Ее особенности. Полирование кристаллов. Полирующие абразивы. Материалы рабочей поверхности инструмента. Смачивающие жидкости. Влияние кристаллографического направления на точность формы и чистоту полированной поверхности. Защита полированных поверхностей.

Влияние технологических факторов на точность формообразования оптических поверхностей

Деформация, вызываемая остаточными напряжениями в стекле. Деформации, вызываемые напряжениями в нарушенном слое шлифованной поверхности. Температурные деформации, возникающие при фиксации положения заготовок приклеиванием, в процессе шлифования и полирования.

Технология типовых деталей

Процесс изготовления пластин. Маршрут основных операций и его зависимость от вида заготовки. Способ установки заготовок для выполнения операции грубого шлифования. Способ выполнения операции грубого шлифования. Тонкое шлифование. Переходы операции. Операция полирования. Доводка в сепараторе. Суть способа, возможная точность формы и взаимного расположения доводимых поверхностей. Материал и конструкция сепараторов. Режим процесса доводки.

Процесс изготовления призм. Обработка вспомогательных граней. Способы выполнения операции. Специализированные станки для одновременной двухсторонней обработки. Обеспечиваемая точность линейных размеров и взаимного расположения поверхностей. Схема построения процессов обработки преломляющих и отражающих граней.

Процесс изготовления линз. Блок-схема последовательности операции процесса в зависимости от способа установки заготовок. Грубое шлифование поверхностей. Определение очередности обработки поверхностей на стадии тонкого шлифования и полирования. Сборка блока. Тонкое шлифование и полирование. Центрирование линз и нанесение фасок. Размеры фасок и угол их наклона к преломляющим поверхностям в зависимости от конструктивных параметров линз.

Технология нетиповых деталей

Технология шаровидных линз. Вид, способы изготовления и требования к точности заготовок. Станки для грубого и тонкого шлифования, для полирования. Обработка вторых поверхностей линз разных типов.

Технология цилиндрических линз. Требования к точности конструктивных параметров линз. Анализ основных операций технологического процесса. Источники погрешностей взаимного расположения поверхностей. Технологические методы контроля.

Технология активных тел ОКГ. Оценка требований к точности формы и взаимного расположения поверхностей активного тела в виде цилиндрического стержня. Технологический процесс. Коррекция волнового фронта.

Технология волоконных деталей. Принцип работ световода и его устройство. Оптические материалы для световодов. Изготовление жестких и гибких световодов. Типы во-

локонных деталей. Их оптические характеристики: разрешающая способность, объем передаваемой информации, функция передачи контраста, межэлементная неравномерность параметров. Изготовление волоконных деталей: диски, пластины, фоконы и другие. Гибкие детали. Особенности механической обработки торцов жестких и гибких деталей.

Технология деталей с асферическими поверхностями. Технологические показатели детали, определяющие метод асферизации. Способы формообразования асферических поверхностей: механическая обработка, пластическое изменение формы исходной поверхности, нанесение на исходную поверхность дополнительного слоя вещества с распределением его по заданному закону, ионная обработка. Методы и средства технологического контроля формы шлифованных и полированных асферических поверхностей.

Технология шкал, сеток на стекле. Способы нанесения рисунка: резание непосредственно подложки или слоя металла, гравирование, фотографирование. Требование к качеству обработки подложки в зависимости от способа нанесения рисунка. Лазерная технология нанесения рисунка. Ее применение. Технология дифракционных решеток.

Технология деталей из полимеров. Требования к конструкции деталей, определяемые свойствами полимеров. Способы изготовления деталей, контроль их качества.

Стеклометаллические зеркала, типы и конструкции, требования к конструктивным элементам и точности изготовления, определяемые функциональным назначением зеркал. Материалы зеркал и требования к их свойствам. Процесс изготовления зеркал. Способ соединения стекла с металлом.

Соединение деталей между собой

Соединение склеиванием. Склеивание линз, призм и других деталей из стекла и кристаллов. Технологический контроль. Технологические требования на приемку склеенных деталей. Соединение оптическим и глубоким оптическим контактом. Их сущность. Технология соединения. Соединение спеканием и сваркой.

4.2.3. Технология оптических покрытий

Оптические покрытия

Требования к оптическим постоянным пленкообразующим материалам. Совместимость различных пленкообразующих материалов друг с другом.

Назначение покрытий, их типы, разновидности, свойства. Обозначение на чертежах деталей.

Свойства оптических покрытий

Просветляющие покрытия. Зависимость оптических свойств просветляющих покрытий от их конструкций. Одно- и многослойные покрытия. Способы осаждения. Просветление деталей из материалов, прозрачных в разных областях спектра. Методы контроля оптических постоянных слоев в процессе осаждения.

Отражающие, светоделительные покрытия. Четвертьволновые диэлектрические зеркала. Зеркала для лазеров. Световая (лазерная) прочность и стойкость диэлектрических зеркал. Методы контроля оптических постоянных слоев в процессе осаждения.

Интерференционные светофильтры. Классификация интерференционных светофильтров. Узкополосные, полосовые и отражающие светофильтры. Способы изготовления.

Оптические токопроводящие покрытия. Токопроводящие покрытия на основе металлических, полупроводниковых пленок. Способы осаждения. Контроль параметров слоев в процессе осаждения. Токопроводящие покрытия с минимальными световыми потерями.

Защитные покрытия. Разрушение химически нестойких стекол. Разрушение стекол грибковыми образованиями. Разрушение стекол под воздействием электромагнитного, светового и других видов излучения. Методы защиты. Защитные покрытия с просветляющими свойствами.

Технологические процессы получения оптических покрытий различными методами

Методы осаждения покрытий в вакууме: резистивное, электронно-лучевое и лазерное испарение материалов. Ионно-плазменные методы осаждения покрытий: катодное распыление на постоянном токе, высокочастотное катодное распыление в инертной и активной атмосферах. Осаждение из газовой (паровой) фазы, осаждение из растворов пленкообразующих соединений. Осаждение материалов из растворов пленкообразующих соединений, химическими методами.

4.2.4. Экскурсия в ИМКЭС СО РАН

- Оптические материалы
- Материалы, применяемые в процессе обработки оптических деталей: абразивные материалы, полирующие материалы, вспомогательные материалы.
- Инструменты, приспособления и станки.
- Шлифовка и полировка оптических деталей.
- Способы нанесения покрытий на оптические детали.
- Контрольно-измерительные устройства.

4.2.5.

Список контрольных вопросов:

1. Состав стекла. Виды стекол.
2. Варка стекла в пламенных горшковых печах периодического действия.
3. Разделка стекла. Изготовление заготовок.
4. Способы выращивания кристаллов.
5. Изготовление волоконно-оптических элементов.
6. Закономерности процесса шлифовки оптических поверхностей.
7. Закономерности процесса полировки оптических поверхностей.
8. Метод свободной притирки.
9. Механическая обработка оптических кристаллических материалов.
10. Инструменты для обработки оптических поверхностей.
11. Особенности процесса обработки асферических поверхностей.
12. Изготовление крупногабаритных деталей.
13. Изготовление шкал и сеток
14. Покрытия оптических деталей.
15. Виды и способы нанесения покрытий.
16. Технологический контроль продукции оптического производства.
17. Интерференционные методы контроля формы поверхностей оптических деталей
18. Теневой метод Фуко для контроля формы поверхности оптических деталей
19. Методы и схемы контроля формы асферических поверхностей.
20. Способы соединения оптических поверхностей.
21. Технологические основы конструирования, чертеж оптической детали.

5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ И ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

5.1. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>№ раздела дисциплины</i>	<i>Темы практических занятий</i>
1	1, 2, 3	22. Работа с нормативными документами (ГОСТ, ОСТ, Стандарты СЭВ) – 4 часа.
2	1, 2	23. Контроль и отработка чертежей на технологичность (4 часа).

3	2	24. Контроль формы поверхности оптической детали (2 часа).
4	3	25. Расчет, сборка и обработка сферического (плоского) блока - 2 часа
5	2, 3	5. Разработка маршрутной карты технологического процесса изготовления типовой оптической детали (зеркало, линза, призма, сетка) - 2 часа
6	1, 2, 3	6. Защита рефератов – 3 часа.

5.2. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>№ раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторных работ</i>
1	3	Формирование оптических покрытий термическим испарением материалов в вакууме
2	3	Формирование оптического волновода
3	3	Изучение системы травления оптических материалов
4	3	Формирование оптических покрытий электронно-лучевым методом
5	3	Формирование оптических покрытий электро-дуговым распылением
6	1	Контроль бесвильности и пузырности оптических материалов
7	2	Определение зернового (гранулометрического) состава абразивных порошков
8	2	Контроль чистоты полированных поверхностей оптических деталей

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

а) основная литература

1. **Оптическое приборостроение:** Учебное пособие/ И.Г. Половцев, Г.В. Симонова/ Под ред. И.В. Самохвалова. – Томск: Томский государственный университет, 2004. –400с.
2. Справочник технолога-оптика / М.А. Окатов, Э.А. Антонов, А. Байгожин и др.; Под общ. Ред. М.А. Окатова. – 2-е изд., перераб. И доп. – СПб.: Политехника, 2004. – 679 с.: ил.
3. Технология оптических деталей: Учебник для студентов оптических специальностей вузов /В.Г.Зубаков, М.П.Семибратов, С.К. Штандель. Под ред. М.П.Семибратова.-2-е изд., перераб. и доп.- М.:Машиностроение, 1985.-368 с., ил.
4. ОСТ 3-1901-95. Покрытия оптических деталей. Типы, основные параметры и методы контроля.
- 5.

б) дополнительная литература

1. Кривовяз Л.М., Пуряев Д.Т., Знаменская М.А. Практика оптической измерительной лаборатории. - М.: Машиностроение, 1974.

2. Оптико-электронные приборы для научных исследований: 0-60 Учеб. пособие/Л.А.Новицкий, А.С. Гоменюк, В.Е.Зубарев, А.М. Хорохов. –М.: Машиностроение, 1986. –432 с., ил.
3. Пипко А.И. и др. Основы вакуумной техники, - М.: Энергоиздат, 1981. – 414 с.
4. Максutow Д.Д. Изготовление и исследование астрономической оптики. –2-е изд., -М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. –272 с., ил.
5. Волоконная оптика и приборостроение /под ред. М.М.Бутусова. - Л.: Машиностроение, 1987.
6. Сокольский М.Н. Допуски и качество оптического изображения. - Л.: Машиностроение, 1989.
7. ГОСТ 3647-80. Материалы шлифовальные. Классификация.

6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины

Программы для контроля знаний студентов.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лабораторных работ используется учебная лаборатория, оснащенная контрольно-измерительной техникой, имеются вакуумные установки для напыления.

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

8.1 Перечень вопросов, включенных в программу дисциплины, превосходить реальные возможности их изучения в объеме часов, установленном учебным планом. Часть разделов дисциплины будет предложена студентам для самостоятельного изучения или выполнения рефератов.

8.1. Организация самостоятельной работы.

Тема	Часы	Форма отчетности
Изучение разделов теоретической части курса	16	Контрольные работы в течение семестра
Подготовка к практическим занятиям	10	Работа с нормативной документацией
Выполнение курсовой работы	-	-

8.2. Применение рейтинговой системы.

8.2.1. В третьем семестре за успешное решение всех задач на практических занятиях студенты получают 100 баллов, решение всех задач на практических заданиях является обязательным условием для допуска к экзамену. За своевременную подготовку и защиту реферата студенты получают до 20 баллов.

8.2.2. В четвертом семестре за успешную защиту всех лабораторных работ студенты получают 120 баллов.

По результатам текущего рейтинга к началу сессии формируется возможная оценка по дисциплине. Для получения соответствующей оценки без экзамена необходимо набрать рейтинговые баллы в следующем количестве: 3 семестр – более 100 баллов, 4 семестр – более 100 баллов.