

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИФВТ
_____ (А.Н.Яковлев)
« ____ » _____ 201__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ
НА УЧЕБНЫЙ ГОД
Оптические и световые измерения**

Направление (специальность) ООП 12.04.02 Опотехника
Профиль(и) подготовки (специализация, программа)
Фотонные технологии и материалы
Квалификация (степень) магистр
Базовый учебный план приема 2014 г.
Курс 1 семестр 1
Количество кредитов 3
Код дисциплины M1.B5

Виды учебной деятельности	Временной ресурс
Лекции, ч	8
Практические занятия, ч	16
Лабораторные занятия, ч	24
Аудиторные занятия, ч	48
Самостоятельная работа, ч	60
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации экзамен
Обеспечивающее подразделение кафедра Лазерной и световой техники
Институт физики высоких технологий

Заведующий кафедрой _____ к.ф.-м.н., доцент Яковлев А. Н.
Руководитель ООП _____ д.ф.-м.н., профессор Корепанов В. И.
Преподаватель _____ к.ф.-м.н., ассист. Степанов С. А.

2014г.

1. Цели освоения модуля

Цели освоения модуля: формирование у обучающихся Ц1, Ц2, Ц3, Ц4, Ц5 основной образовательной программы «Оптехника».

Курс предназначен для изучения методов и средств измерений параметров оптических элементов и светотехнических параметров источников излучения, приобретение навыков проведения измерений и обработки результатов измерений. Рассматривается круг вопросов проведения радиометрических и фотометрических измерений.

Особое внимание уделяется рассмотрению метрологической составляющей проведения оптических и световых измерений.

Полученные в результате изучения дисциплины знания и умения необходимы при изучении последующих дисциплин учебного плана, в практической деятельности после окончания университета: при выполнении любых измерений потоков излучения, характеристик приемников излучения, характеристик материалов, оптических деталей и изделий, спектральных измерений.

2. Место модуля в структуре ООП

Модуль «Оптические и световые измерения» относится к циклу профессиональных дисциплин подготовки магистров по направлению 12.04.02 - «Оптехника».

Содержание разделов модуля «Оптические и световые измерения» согласовано с содержанием модулей, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

- «Источники излучения, световые и оптические приборы»,
- «Физика конденсированных оптических сред».

3. Результаты освоения модуля

В соответствии с требованиями ООП освоение модуля направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данного модуля

Результаты обучения (компетенции и из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р.2. (ОПК-2, ПК-3, 4, 5, 19)	3.2.2.	Знать современные методы исследований в области светотехники и фотонных технологий и материалов, физические, технические и	У.2.2.	Уметь выбирать и применять оптимальный метод исследования, контроля и испытания, оценивать результаты	В.2.2	Владеть опытом проведения оптических, фотометрических и электрических измерений с выбором технических

		метрологические особенности методик испытания и контроля светотехнических приборов и устройств, опико-электронных систем и их основных узлов		выполненной работы		средств и обработкой результатов
Р.5. (ПК-9, 12, 13, 14,15, 16, 17, ПК-9)	3.5.2.	Знать технологию производства оптических элементов опико-электронных и световых приборов и систем, стандартные методы исследования и испытания светотехнических и оптических приборов и устройств по определению показателей качества	У.5.2.	Уметь составлять технические задания на проектирование приспособлений, оснастки, оптимизировать программы модельных и натуральных исследований и испытаний материалов, элементов, приборов и систем	В.5.2.	Владеть опытом разработки программ испытаний, оформления отчетов, опытом работы с контрольно-измерительными приборами и устройствами при тестировании изделий оптотехники, светотехники

В результате освоения модуля «Оптические и световые измерения» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения модуля

№ п/п	Результат
РД1	проводить оптические и фотометрические измерения требуемого класса точности
РД2	анализировать результаты измерений
РД3	оценивать погрешность измерений
РД4	совершенствовать существующие методы оптических измерений
РД5	разрабатывать новые методы оптических измерений

4. Структура и содержание модуля

Раздел 1. Оптические измерения. Классификация. Средства и методы измерений. Погрешности оптических измерений. Виды и способы оценки. Раскрываются *общие понятия об метрологической составляющей оптических измерений.*

Особое внимание уделяется *классификации и расчету погрешностей оптических измерений и развитию критического подхода при анализе экспериментальных и технологических данных.*

Знания, полученные при изучении модуля, помогут:

- *рационально определять условия эксперимента;*
- *при обработке, систематизации и анализе полученных результатов.*

Виды учебной деятельности:

Лекции:

Оптические измерения. Классификация. Средства и методы измерений. Погрешности оптических измерений. Виды и способы оценки. – 2 часа.

Раздел 2. Основы теории чувствительности оптических измерительных наводок. Оптические измерительные наводки. Разрешающая способность.

Раскрываются *вопросы оценки качества изображения.*

Особое внимание уделяется *изучению кругу вопросов связанных с тест-объектами.*

Знания, полученные при изучении модуля, помогут:

- *выбирать оптимальные методы экспериментальных исследований световых и оптических характеристик;*
- *использовать контрольно-измерительные приборы для решения задач свето- и оптотехники;*
- *выполнять измерения световых и оптических характеристик.*

Виды учебной деятельности:

Лекции:

Основы теории чувствительности оптических измерений. Погрешности наведения. Разрешающая способность. – 2 часа.

Практические занятия:

1. Расчет продольных и поперечных смещений. – 2 часа.

2. Анализ случайных погрешностей наведения. Сравнение методов наведения. Расчет случайной погрешности наведения при заданном методе наведения. Выбор оптики устройств наведения по случайной погрешности наведения. Расчет допусков на механические перемещения по случайной погрешности наведения. – 2 часа.

3. Размеры дифракционных изображений точки и линии. Использование канонических единиц для измерения малых отрезков (смещений). Расчет тестовых объектов. – 2 часа.

Раздел 3. Световые измерения. Элементы теоретической фотометрии. Измерение основных фотометрических величин.

Раскрываются *фундаментальные основы теории световых измерений; основные принципы и методы фотометрических измерений.*

Особое внимание уделяется *теории фотометрических измерений.*

Знания, полученные при изучении модуля, помогут:

- *выполнять измерения световых характеристик;*

- *применять методологию научного познания в практической деятельности.*

Виды учебной деятельности:

Лекции:

Световые измерения. Элементы теоретической фотометрии. Измерение основных фотометрических величин. – 2 часа.

Практические занятия:

Современные методы фотометрических измерений - семинар

Раздел 4. Методы оптических измерений. Типовые узлы оптических измерительных приборов. Методы измерения линейных величин.

Рассматриваются основные принципы и методы оптических измерений и перспективы совершенствования методов измерений.

Особое внимание уделяется измерительному оборудованию и измерению линейных величин оптическими методами.

Знания, полученные при изучении модуля, помогут:

- *использовать контрольно-измерительные приборы для решения задач свето- и оптотехники;*
- *выполнять измерения оптическими методами;*
- *самостоятельно обучаться новым методам исследований.*

Виды учебной деятельности:

Лекции:

Методы оптических измерений. Типовые узлы оптических измерительных приборов. Методы измерения линейных величин. – 2 часа.

Практические занятия:

1. Методы измерения показателя преломления и дисперсии. Автоколлимационный гониометрический метод. Рефрактометрический метод. – 2 часа.

2. Метод измерения углов на автоколлиматоре. Измерение углов клина пластины. Измерение углов и пирамидальности прямоугольной призмы. – 2 часа.

3. Методы измерения радиуса кривизны поверхности. Измерение радиуса кривизны с помощью сферометра. Автоколлимационный метод. – 2 часа.

4. Метод измерения толщины тонких пленок. – 2 часа.

5. Методы измерения фокусных расстояний. Метод коллиматора и трубы с фокусировкой. Метод Аббе. Метод Фабри-Юдина. Метод фококоллиматора. – 2 часа.

Лабораторные занятия:

1. Изучение работы автоколлимационной зрительной трубы. – 4 часа.

2. Измерение углов между гранями призм с помощью гониометра. – 4 часа.

3. Измерение показателя преломления оптического стекла с помощью гониометра. – 4 часа.

4. Измерение разрешающей способности линз и объективов. – 4 часа.

5. Измерение фокусных расстояний и фокальных отрезков линз и объективов. – 4 часа.

5. Образовательные технологии

При изучении модуля «Оптические и световые измерения» используются следующие образовательные технологии:

Таблица 3

Методы и формы организации обучения

Методы	Лекц.	Лаб. раб.	Пр. зан./ сем.,	СРС
ИТ-методы	X	X	X	X
Работа в команде	X	X	X	X
Игра	X			
Методы проблемного обучения	X			
Обучение на основе опыта	X	X	X	
Опережающая самостоятельная работа	X	X	X	X
Проектный метод			X	
Поисковый метод			X	X
Исследовательский метод		X	X	

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий;
- опережающая самостоятельная работа;
- перевод текстов с иностранных языков;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- подготовка к экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;

- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме

6.2. Содержание самостоятельной работы по дисциплине

Темы индивидуальных заданий:

1. Методы измерения показателя преломления и дисперсии. Автоколлимационный гониометрический метод. Рефрактометрический метод.
2. Метод измерения углов на автоколлиматоре. Измерение углов клина пластины. Измерение углов и пирамидальности прямоугольной призмы.
3. Методы измерения радиуса кривизны поверхности. Измерение радиуса кривизны с помощью сферометра. Автоколлимационный метод.
4. Метод измерения толщины тонких пленок.
5. Методы измерения фокусных расстояний. Метод коллиматора и трубы с фокусировкой. Метод Аббе. Метод Фабри-Юдина. Метод фококоллиматора.
6. Расчет продольных и поперечных смещений.
7. Анализ случайных погрешностей наведения. Сравнение методов наведения. Расчет случайной погрешности наведения при заданном методе наведения. Выбор оптики устройств наведения по случайной погрешности наведения. Расчет допусков на механические перемещения по случайной погрешности наведения.
8. Размеры дифракционных изображений точки и линии. Использование канонических единиц для измерения малых отрезков (смещений). Расчет тестовых объектов.

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

1. Виды погрешностей. Способы обработки результатов измерений.
2. Обобщенная схема комплекса методов оптических измерений и исследований.
3. Прямые и косвенные методы оценки качества изображения.
4. Практическая чувствительность поперечных наводок.
5. Измерение шероховатости поверхностей.
6. Аттестация линейных шкал и сеток оптических приборов.
7. Методы измерения радиусов кривизны и контроль формы сферических поверхностей.
8. Кольцевой сферометр.
9. Метод автоколлимации из центра кривизны.
10. Теневой метод Фуко.
11. Метод колец Ньютона.
12. Методы контроля точности формы плоских поверхностей.
13. Метод наклонных труб Максудова.
14. Методы контроля асферических поверхностей.
15. Контроль асферических поверхностей первой группы.
16. Пробные асферические стекла.
17. Метод колец Ньютона при контроле асферических поверхностей.
18. Измерение фокусных отрезков и фокусных расстояний.
19. Методы измерения фокусного расстояния.
20. Прямой метод измерения фокусного расстояния.
21. Фокометр Фабри – Юдина.
22. Метод коллиматора и трубы с фокусировкой.

6.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- студент выполняет контролирующие задания в LMS Moodle курс "Оптические и световые измерения"

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется использовать:

- материалы, размещенные на персональном сайте преподавателя:
<http://portal.tpu.ru/SHARED/s/STEPANOVSA>
- ресурс в LMS Moodle курс "Оптические и световые измерения"
<http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=69>

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролирующих мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
выполнение и защита лабораторных работ	РД1,РД2,РД3
презентации по тематике исследований во время проведения конференц-недели	РД4,РД5
выполнение индивидуальных расчетных работ	РД1,РД2,РД3
тестирование	РД1,РД2,РД3, РД4,РД5
экзамен	РД1,РД2,РД3, РД4,РД5

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств) (с примерами):

- контрольные вопросы, задаваемых при выполнении и защитах лабораторных работ:
 1. В чем заключаются различия в назначении и конструкции обычной и автоколлимационной зрительных труб?
 2. От чего зависит резкость (четкость) наблюдаемого в зрительную трубу изображения объекта? Как это связано с расстоянием до объекта?
 3. Почему не удастся измерить расстояние до объектов, расположенных ближе 5 м.
 4. В чем заключается принцип автоколлимации?
 5. Где и зачем в автоколлимационном окуляре с призмой-кубом установлены сетки? Что представляет собой наблюдаемый вид каждой?
 6. Как установить трубу на «бесконечность»?
 7. Как определить положение плоскости клиновидности стеклянной пластинки?
 8. Как определить с помощью автоколлимационной зрительной трубы является ли сферическая поверхность с большим радиусом кривизны вогнутой или выпуклой?
 9. Если автоколлиматор установлен на бесконечность с помощью пробного стекла, а прикладываемая к оправке объектива измеряемая стеклянная пластина не дает четкого изображения автоколлимационной сетки, какой следует сделать вывод?
 10. Как проверить настройку автоколлиматора на бесконечность?

11. Как установить визирные оси зрительной трубы и коллиматора перпендикулярно относительно вертикальной оси вращения?
12. Как проверить параллельность граней измеряемого угла призмы оси вращения?
13. Зачем необходима параллельность между гранями измеряемого угла призмы и осью вращения?
14. Для чего служат пары подвижных клиньев в оптическом тракте отсчетного устройства?
15. Как определить по отсчетному устройству число десятков минут?
16. Какие факторы влияют на точность измерений углов, проводимых на гониометре?
17. Для чего необходимо знание величин фокусных расстояний и фокальных отрезков оптических систем?
18. Какие требования предъявляются к приборам, используемым для оптических измерений фокусных расстояний?
19. Какую роль играют величины фокусного расстояния коллиматора и его диаметра на точность измерений?
20. Какие существуют способы фокусировки коллиматора на бесконечность? Почему важна эта фокусировка?
21. В чем состоит содержание градуировки микроскопа-микрометра?
22. Какие оптические приборы и принадлежности необходимы для измерения фокусного расстояния объектива методом увеличения?
23. Как добиться фокусировки микроскопа на поверхность линзы?
24. В чем состоит суть метода главной плоскости для определения фокусного расстояния объектива?

• **вопросы для самоконтроля:**

1. Дайте развернутый ответ, на какие народно-хозяйственные цели направлено повышение уровня измерений, их точности, надежности и производительности?
2. Дайте развернутый ответ, какими службами контролируются и обеспечиваются единство измерений и их требуемое качество?
3. Дайте развернутый ответ, какими свойствами характеризуется современное оптическое приборостроение?
4. Дайте развернутый анализ понятия оптики нового класса. Приведите примеры, какие приборы и системы могут быть отнесены к оптике нового класса?
5. Дайте определение понятию «измерение».
6. Дайте определение понятию «метрология».
7. Дайте определение понятию «единство измерений».
8. Сформулируйте, в чем состоит метрологическая суть измерения?
9. Дайте развернутый сравнительный анализ признаков и различий понятий «оценивание» и «измерение»?
10. Дайте развернутый ответ, в чем «специфика оптических методов измерений»?
11. Перечислите оптические методы измерений. Дайте подробное описание нулевого метода. Приведите пример использования метода.
12. Перечислите оптические методы измерений. Дайте подробное описание метода непосредственной оценки. Приведите пример использования метода.
13. Перечислите оптические методы измерений. Дайте подробное описание совокупных измерений. Приведите пример использования метода.

• **вопросы, выносимые на экзамены:**

1. Эталон силы света. Принцип работы, конструкция.
2. Ослабление потока излучения диафрагмой.
3. Принцип измерения силы света методом сравнения.
4. Принцип измерения силы света методом замещения.
5. Принципы измерения светового потока.
6. Измерения яркости светящейся или освещенной поверхности.

7. Измерение яркости труднодоступной светящейся поверхности.
8. Отражение, пропускание, поглощение света
9. Показатель поглощения, связь с коэффициентом поглощения.
10. Измерение коэффициента отражения рассеивающей среды.
11. Фотометр прямого отсчета.
12. Начертите схемы измерения фокусных расстояний линз и объективов оптическими методами. Опишите процедуру измерения.
13. Разрешающая способность, контрастная чувствительность глаза.
14. Автоколлиматор, принципиальная оптическая схема.
15. Начертите схемы измерения углов призм оптическими методами. Опишите процедуру измерения.
16. Начертите схему измерительного микроскопа. Поясните назначение элементов микроскопа.
17. Начертите схему измерений показателя преломления методом наименьшего отклонения. Покажите аналитически зависимость показателя преломления от измеряемых параметров. Опишите процедуру измерения.
18. Начертите схему измерения кривизны линзы интерференционным методом. Опишите процедуру измерения.
19. Начертите схему измерений показателя преломления рефрактометрическим методом. Покажите аналитически зависимость показателя преломления от измеряемых параметров. Опишите процедуру измерения.

8. Рейтинг качества освоения модуля

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Афанасьев В.А. Оптические измерения. М.:Высшая школа, 1981.
2. Креопалова Г.В, Лазарева Н.Л., Пуряев Д.Т. Оптические измерения. М.: Машиностроение, 1989.

3. Эпштейн М.И. Измерения оптического излучения в электронике. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 254 с.
4. Кирилловский В.К. Оптические измерения. ч.3. Функциональная схема прибора оптических измерений. Типовые узлы. Оптические измерения геометрических параметров. Учебное пособие. СПб: ГИТМО (ТУ). 2004. -67 с.
5. Кирилловский В.К. Оптические измерения. ч. 5. Аберрации и качество изображения. Учебное пособие. СПб: СПбГУИТМО. 2006. -107 с.
6. Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник задач. ч. 1. Измерение геометрических параметров. Учебно-методическое пособие. СПб: СПбГУИТМО. 2010. -104 с.
7. Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник вопросов и задач. ч. 2. Оценка качества оптического изображения. Учебно-методическое пособие. СПб: СПбГУИТМО. 2011. -160 с.

Дополнительная литература:

1. Кирилловский В.К. Оптические измерения ч. 1. Учебное пособие. СПб. ИТМО. 2003.
2. Кирилловский В.К. Оптические измерения ч. 2. Учебное пособие. СПб. ИТМО. 2003.
3. Кирилловский В.К. Оптические измерения. ч.4. Оценка качества оптического изображения и измерение его характеристик. Учебное пособие. СПб: ИТМО. 2005. -90 с.
4. Селиванов М.Н., Фридман А.Э. и др. Качество измерений. Метрологическая справочная книга. М. : Машиностроение, 1987.
5. Зайдель А.Н. Погрешности измерений физических величин. М.: Наука, 1985.
6. Максутов Д. Д. Изготовление и исследование астрономической оптики. М.: Наука, 1984.
7. Иванова Т.А., Кирилловский В.К. Проектирование и контроль оптики микроскопов. Л.: Машиностроение, 1984.
8. Сокольский М.Н. Допуски и качество оптического изображения. Л.: Машиностроение, 1986.
9. Гуревич М.М. Фотометрия. Теория, методы и приборы.- Л.: Энергоатомиздат, 1983. - 272 с.
10. Лисицын В.М. Световые измерения. Определения. Термины. Методическое пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 1999. - 27 с.
11. Ишанин Г.Г., Панков Э.Д., Андреев А.Л., Польшиков Г.В. Источники и приемники излучения.-СПб.: Политехника, 1991, -240 с.
12. Денисов И.П., Лисицын В.М. Описания лабораторных работ. Учебное пособие. Электронная версия. - Томск: 2004. (На сервере кафедры).

Internet–ресурсы (в т.ч. Перечень мировых библиотечных ресурсов):

1. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=146 - Ошибки измерений физических величин - Зайдель А.Н. , *Лань*, 2009
2. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=555 - Современные оптические исследования и измерения - Кирилловский В.К. , *Лань*, 2010
3. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2219 - Электрофизические измерения. - Кудасов Ю.Б., *Физматлит*, 2010
4. <http://www.sciencedirect.com/science/journal/00303992> Журнал "Optics & Laser Technology"
5. <http://www.springer.com/physics/applied+%26+technical+physics/journal/11018> Журнал "Measurement Techniques"
6. <http://www.sciencedirect.com/science/journal/00304018> Журнал "Optics Communications"

7. <http://www.lomo.ru> - сайт оптического предприятия ОАО «ЛОМО».
8. <http://lzos.ru> - сайт оптического предприятия ОАО «Лыткаринский завод оптического стекла».
9. <http://www.szd.rusglass.ru> - сайт оптического предприятия «Гусевский стекольный завод».
10. <http://purequartz.ru> - сайт компании ОАО "Особо чистое кварцевое стекло".
11. www.zomz.ru - сайт оптического предприятия ОАО «Загорский оптико-механический завод».

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Указывается материально-техническое обеспечение дисциплины: технические средства, лабораторное оборудование и др.

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Учебная лаборатория	Корпус 16В, 248 ауд., 4 установки
2	Компьютерный класс	Корпус 16В, 248 ауд., 14 установок

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению и профилю подготовки «Оптехника».

Программа одобрена на заседании кафедры

(протокол № ____ от «__» _____ 201__ г.).

Автор Степанов С. А.

Рецензент Корепанов В. И.