

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан

А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Оптические измерения

по направлению подготовки

12.03.02 Оптотехника

Направленность (профиль) подготовки :
Оптико-электронные приборы и системы

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
И.В. Самохвалов

Председатель УМК
А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики оптических измерений.

ПК-2 Способен к анализу, расчёту, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов оплотехники на схмотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 3.1 Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений

ИПК 2.1 Разрабатывает функциональные и структурные схемы оплотехники, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить теоретические основы оптических измерений и особенности их применения в целях оптического производственного контроля.

– Научиться применять методы оптических измерений для решения оптических измерительных задач в практической профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Восьмой семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Оптические приборы, Оптико-электронные приборы, Преобразование оптических сигналов, Физическая оптика, Теория оптических сигналов, Приёмники и источники оптического излучения, Расчет оптических систем, Проектирование оптических приборов.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 30 ч.

-практическая подготовка 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Оптические измерения

Краткое содержание темы: общие вопросы измерений, погрешности оптических измерений, основы теории оптических измерений, типовой инструмент и приборы для оптических измерений.

Тема 2. Оптический производственный контроль

Краткое содержание темы. Контроль качества оптических материалов, измерение геометрических характеристик оптических деталей, измерение характеристик оптических деталей, измерение характеристик оптических систем.

Тема 3. Оптические измерительные задачи в промышленности

Краткое содержание темы: оптические измерительные задачи, промышленные объекты, как объект измерений, интеллектуальные оптические датчики, информационно измерительные системы в металлургии, примеры решения оптических измерительных задач в концепции раскрытия кейса.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения тестов (блиц- опросов) по лекционному материалу, защиты проектов по темам домашних заданий (эссе и кейсы) и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. По итогам работы студентов в течение семестра формируется значение среднего балла оценки результатов обучения. Соотношения результатов обучения и оценочных средств приведены в таблице.

№	Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины/модуля/практики)	Код и наименование результатов обучения	Вид оценочного средства (тесты, задания, кейсы, вопросы и др.)
1	Оптические измерения	ОР-3.1.1	Тесты блиц опросов 1- 4,
2	Оптический производственный контроль	ОР-3.1.1, ПР-2.1.1	Тесты блиц опросов 5-7, зачет по лабораторным работам, Студенческие эссе ОПК
3	Оптические измерительные задачи в промышленности	ОР-3.1.1, ПР-2.1.2	Тесты блиц опросов 8-10, Кейсы ОИЗ

В качестве примера теста ниже приведен Блиц- опрос к теме 4.

1

Измерительный инструмент, это:

Множественный выбор

Ответ 1: Простые устройства, предназначенные для измерения геометрических характеристик деталей

Отзыв 1:

Баллы за ответ: 1

Переход: Следующая страница

Ответ 2: Штангенциркуль и его производные

Отзыв 2:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

Ответ 3: Меры и отсчетные устройства

Отзыв 3:

1

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

2

Что такое отчетное устройство?:

Множественный выбор

Ответ 1: Шкала

Отзыв 1:

Баллы за ответ: 1

Переход: Следующая страница

Ответ 2: Шкала, оборудованная окуляр- микрометром

Отзыв 2:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

Ответ 3: Шкала с нониальным отсчетом

Отзыв 3:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

3

Чем отличается измерительная скоба от микрометра?

Множественный выбор

Ответ 1: Отсчетным устройством

Отзыв 1:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

Ответ 2: Шкалой, с помощью которой осуществляется сравнение [размера](#) с калибром

Отзыв 2:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

Ответ 3: Корпусом

Отзыв 3:

Баллы за ответ: 1

Переход: Следующая страница

4

Что такое угломерный инструмент?

Множественный выбор

Ответ 1: Гониометр

Отзыв 1:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

Ответ 2: Инструмент для измерения углов прямым контактным методом

Отзыв 2:

4

Баллы за ответ: 1

Переход: Следующая страница

Ответ 3: Мерительный инструмент, снабженный угловой шкалой

Отзыв 3:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

5

Какова роль станины в оптических измерительных приборах?

Множественный выбор

Ответ 1: Служит для соединения осветительного и приемного устройства и размещения предмета

Отзыв 1:

Баллы за ответ: 1

Переход: Следующая страница

Ответ 2: Служит для размещения эталона измеряемой величины

Отзыв 2:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

Ответ 3: Обеспечивает вибрационную защиту средства измерений

Отзыв 3:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

6

Фотоприемное устройство в средствах оптических измерений это:

Множественный выбор

Ответ 1: Глаз, с помощью которого осуществляется [оптическая измерительная наводка](#)

Отзыв 1:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

Ответ 2: ПЗС матрица, с помощью которой осуществляется цифровизация оптической измерительной наводки

Отзыв 2:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

Ответ 3: Часть устройства, предназначенная для получения измерительной информации

Отзыв 3:

Баллы за ответ: 1

Переход: Следующая страница

7

[Коллиматор](#) это:

7

Множественный выбор

Ответ 1: Прибор, предназначенный для коллимации оптического излучения

Отзыв 1:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

Ответ 2: Прибор, предназначенный для формирования изображения предмета в бесконечности

Отзыв 2:

Баллы за ответ: 1

Переход: Следующая страница

Ответ 3: Осветитель оптического прибора, предназначенного для измерений в параллельных пучках лучей

Отзыв 3:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

8

Зрительная труба это:

Множественный выбор

Ответ 1: Устройство для наблюдения удаленных предметов

Отзыв 1:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

Ответ 2: Прибор, предназначенный для измерений предмета, расположенного в бесконечности

Отзыв 2:

Баллы за ответ: 1

Переход: Следующая страница

Ответ 3: Коллиматор с окуляром

Отзыв 3:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

9

Автоколлиматор это:

Множественный выбор

Ответ 1: Оптический прибор с автоколлимационным окуляром

Отзыв 1:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

Ответ 2: Устройство, предназначенное для измерения непрямолинейности направляющих

Отзыв 2:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

9

Ответ 3: Оптический прибор, совмещающий в себе функции [КОЛЛИМАТОРА](#) и зрительной трубы

Отзыв 3:

Баллы за ответ: 1

Переход: Следующая страница

10

Микроскоп это:

Множественный выбор

Ответ 1: Устройство для наблюдения малых предметов

Отзыв 1:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

Ответ 2: Устройство для наблюдения предметов, расположенных на конечном расстоянии

Отзыв 2:

Баллы за ответ: 1

Переход: Следующая страница

Ответ 3: Устройство для выполнения измерений а малых объектах с использованием продольной или поперечной наводки

Отзыв 3:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

11

Чем отличается [измерительный микроскоп](#) от микроскопа вообще?:

Множественный выбор

Ответ 1: Наличием отсчетного устройства

Отзыв 1:

Баллы за ответ: 1

Переход: Следующая страница

Ответ 2: Наличием стола для поперечной измерительной наводки

Отзыв 2:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

Ответ 3: Наличием измерительной сетки для формирования оптического измерительного изображения

Отзыв 3:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

12

Оптический гониометр это:

Множественный выбор

Ответ 1: Угло[измерительный прибор](#)

12

Отзыв 1:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

Оптический [измерительный прибор](#), предназначенный для измерения

Ответ 2: углов между плоскими отражающими полированными поверхностями

Отзыв 2:

Баллы за ответ: 1

Переход: Следующая страница

Ответ 3: [Автоколлиматор](#) с алидадой

Отзыв 3:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

13

Что такое [параллакс](#) в оптическом измерительном приборе?

Множественный выбор

Ответ 1: Это вредное оптическое явление, с которым следует бороться посредством абберационной коррекции оптической части

Отзыв 1:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

Это очень полезное оптическое явление, которое применяется в

Ответ 2: практике оптических измерений для целей повышения точности измерительных наводок

Отзыв 2:

Баллы за ответ: 0

Переход: Следующая страница

Ответ 3: Это погрешность в совмещении изображений того, которым наводятся и того, на которое наводятся.

Отзыв 3:

Баллы за ответ: 1

Переход: Конец лекции

Примерные темы для подготовки эссе по ОПК

Измерение параметров лазеров:

- длина волны
- мощность и энергия излучения
- длительность и форма импульса.

Измерение световых характеристик оптических приборов:

- коэффициент пропускания
- коэффициент светорассеяния
- коэффициент виньетирования
- распределение освещенности по полю изображения
- цветопередача объектива

Измерение остаточных aberrаций оптических систем:

- сферическая аберрация
- дисторсия
- астигматизм
- кривизна поля изображения
- кома.

Входной контроль оптических материалов:

- показатель преломления и дисперсия
- анизотропия свойств
- оптические и физические неоднородности
- свильность.

Измерение углов оптических деталей

Измерение формы асферических поверхностей

Измерение шероховатости и чистоты оптических деталей

Измерение оптической прочности, порог пробоя

Измерение когерентности источников света.

Примерные темы для подготовки кейса по ОИЗ

Функции влияния и условия эксплуатации средств измерения

Оптический дальномер (лазерная рулетка) как средство измерения расстояний.

Лазерный интерферометр для прецизионного измерения перемещений

Тепловизор- как оптическое средство измерения температуры. Устройство и применения.

Фотоимпульсные датчики.

Шероховатость поверхности. Оптические методы и средства измерения.

Измерения планктона в среде обитания. Методы и средства оптических измерений.

Промышленные интерферометры для измерений формы оптических поверхностей.

Устройство, модели, показатели назначения.

Спектральные приборы. Устройство, показатели назначения, метрологические характеристики, модели.

Фотометрические устройства средств измерения.

Оптическая прочность и ее измерения

Пирометры: принципы дистанционного измерения температуры. Средства измерений.

Интерферометр Фабри- Перо

Пьезо- аккуаторы в ОИЗ

Измерительные руки- инструмент создания цифровых двойников

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в восьмом семестре проводится в виде программной сдачи в соответствии с компетентностной структурой дисциплины, приведенной в разделе 9.

Итоговая оценка за экзамен дифференцированная. Формируется на основании бально- рейтинговых оценок качества активностей в течение семестра и устанавливается в соответствии с критериями оценивания результатов обучения, приведенных в нижеследующей таблице.

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения, характеризующие этапы формирования компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения (значение среднего балла)			
			Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики оптических измерений	ИОПК-3.1 Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений	ОР-3.1.1 - обучающийся будет знать теоретические основы оптических измерений и построения оптических измерительных приборов .	Менее 30	30- 50	50-80	Более 80
ПК-2 Способен к анализу, расчёту, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	ИПК-2.1 Разрабатывает функциональные и структурные схемы оптотехники, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования	ПР-2.1.1- обучающийся будет уметь обосновывать принципы организации оптического производственного контроля	Менее 30	30- 50	50-80	Более 80
		ПР-2.1.2- обучающийся будет уметь формулировать и решать оптические измерительные задачи в промышленности и научной деятельности	Менее 30	30- 50	50-80	Более 80

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - Курс: Оптические измерения 4 курс (РФФ.Б.2 сем.) (tsu.ru) с элементами PBL (проблемно ориентированного обучения).

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Оптические измерения: Учебное пособие/ В.В.Демин, И.Г.Половцев, Г.В. Симонова. – Томск: Изд-во Томского госуниверситета, 2014. – 639 с., ил.

– Оптические измерения / А. Н. Андреев, Е. В. Гаврилов, Г. Г. Ишанин и др.: учеб. Пособие. – М.: Университетская книга; Логос, 2008. 416 с.

– Кирилловский В.К. Оптические измерения: Учебное пособие. Части 1-7.- : СПб ГИТМО, - 2003- 2009.

б) дополнительная литература:

– Оптический производственный контроль /Под ред. Д. Малакары. - М.: Машиностроение, 1985.

– Селиванов М.Н., Фридман А.Э. и др. Качество измерений. Метрологическая справочная книга. - М.: Машиностроение, 1987.

– Креопалова Г.В, Лазарева Н.Л., Пуряев Д.Т. Оптические измерения. - М.: Машиностроение, 1989.

– Афанасьев В.А. Оптические измерения. - М.: Высшая школа, 1981.

– Справочник технолога-оптика /Под ред. Окатова М.А. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.; Политехника,, 2004. – 679

в) ресурсы сети Интернет:

– открытые онлайн-курсы

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Лаборатории, оснащенные оборудованием для проведения оптических измерений.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Половцев Игорь Георгиевич, кандидат техн. наук, доцент кафедры Оптико-электронных систем и дистанционного зондирования.

Дорошкевич Антон Александрович, магистр техники и технологий, ст. преподаватель кафедры Оптико-электронных систем и дистанционного зондирования.