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

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан

А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Расчет оптических систем

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-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

ПК-1 Способен к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование оптических и оптикоэлектронных приборов, комплексов и их составных частей.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Умеет применять знания математики в профессиональной деятельности при моделировании и проектировании

ИОПК 1.2 Умеет применять общеинженерные знания в профессиональной деятельности

ИОПК 1.3 Умеет применять знания естественных наук в инженерной практике

ИОПК 4.1 Использует современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

ИОПК 4.2 Соблюдает требования информационной безопасности при использовании современных информационных технологий и программного обеспечения

ИПК 1.1 Анализирует и определяет требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптикоэлектронным приборам и комплексам с учётом известных экспериментальных и теоретических результатов

ИПК 1.2 Определяет, корректирует и обосновывает техническое задание в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов оптических и оптико-электронных приборов

ИПК 1.3 Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных

2. Задачи освоения дисциплины

– Сформировать у обучающихся необходимый объем знаний в области расчета оптических систем и теории аберраций.

– Обеспечить приобретение обучающимися практических навыков анализа аберраций на основе расчета хода лучей, графиков аберраций и точечной диаграммы.

– Обучить анализу коррекционных возможностей базовых элементов оптических систем.

– Обучить работе на компьютере с программным пакетом «OPAL-PC», предназначенными для расчета оптических систем.

– Научить обучающихся пользоваться технической литературой, справочными материалами, каталогами, стандартами, библиотеками оптических систем.

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

Шестой семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Основы оптики, Физическая оптика, Геометрическая оптика, Прикладная оптика.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:
-лекции: 30 ч.
-практические занятия: 30 ч.
Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение.

Краткое содержание темы. Проектные процедуры: синтез, анализ и оптимизация оптической системы. Программные средства для расчета оптических систем. Функциональные возможности программы «OPAL-PC»

Тема 2. Основы расчета оптических систем (Основные законы и положения геометрической оптики.

Краткое содержание темы. Правило знаков для отрезков и углов. Параксиальные пучки. Формула Ньютона. Поперечное, продольное и угловое увеличение. Апертурная диафрагма. Входной и выходной зрачки. Главные лучи. Полевая диафрагма. Виньетирование. Описание оптических систем. Определение параксиальных параметров склеенного объектива.

Тема 3. Элементная база проектирования оптических систем.

Краткое содержание темы. Конструктивные параметры линз, зеркал, призм, световодов. Ограничение пучков лучей в оптических системах.

Тема 4. Основы проектирования типовых оптических приборов.

Краткое содержание темы. Основы расчета и проектирования телескопических систем, микроскопов, проекционных систем и фотообъективов. Глаз как оптический прибор. Дефекты зрения и их коррекция. Создание оптической системы глаза при помощи «OPAL-PC».

Тема 5. Оценка качества оптического изображения.

Краткое содержание темы. Виды аберраций оптических систем. Сферическая аберрация. Кома. Астигматизм и кривизна поля изображения. Дисторсия. Хроматические аберрации. Способы ахроматизации тонких линз. Критерии качества оптической системы: разрешение по Релею и Фуко, критерий Штреля, критерий Марешаля, функция рассеяния точки). Исследование аберраций осевой точки.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ и тестов по лекционному материалу и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Самостоятельная работа студентов включает выполнение тестов, выполнение домашних и практических работ, изучение теории по методическому пособию.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в шестом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит три теоретических вопроса и семь задач. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Теоретические вопросы в каждом билете сформулированы для проверки сформированности следующих компетенций/индикаторов компетенций: ОПК-1, ПК-1, ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИПК 1.1, ИПК 1.2, ИПК 1.3.

Задачи сформулированы для проверки сформированности следующих компетенций/индикаторов компетенций: ОПК-1, ОПК-4, ПК-1, ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 4.1, ИОПК 4.2, ИПК 1.1, ИПК 1.2, ИПК 1.3.

Примерный перечень теоретических вопросов.

1. Перечислите виды аберраций широкого пучка лучей.
2. Опишите критерий Рэлея.
3. Графики каких аберраций используют для оценки качества дифракционно-ограниченных систем?

Примеры задач.

1. Используя вычисленные значения аберраций оптической системы (табл. 1) определить диаметр пятна рассеяния для основной длины волны в геометрическом приближении.

Таблица 1

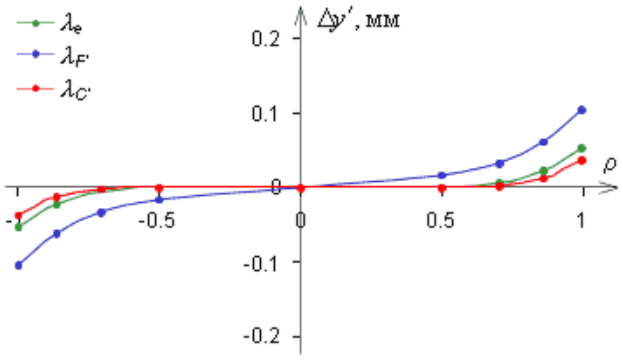
Система-Лаб.4.Пример. Работа-RT Text-0 View 14:28 OPAL-PC

Аберрации осевого пучка

Отн.зр -коор.	Продольные аберрации (мм) 0	1	2	Поперечные аберрации (мм) 0	1	2
1.000	.44639	.87061	.30286	.054506	.106065	.037013
.866	.21379	.57617	.12062	.022632	.060879	.012777
.707	.06919	.37522	.02199	.005984	.032401	.001902
.500	.00115	.25561	-.00392	.000070	.015614	-.000240
.000	.00000	.20707	.03372	.000000	.000000	.000000

Tg'*100	Волновые аберрации (дл. волн) 0	1	2	Неизопл. (%)	H ЗР (мм)
12.211	1.6195	5.7919	.9508	.6805	25.5520
10.586	.5382	3.3985	.2645	.4999	22.1287
8.649	.0834	1.8191	.0455	.3266	18.0680
6.117	-.0158	.7704	.0340	.1601	12.7760
.000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000

2. Приблизительно определить плоскость наилучшей установки для основной длины волны, используя вычисленные значения аберраций (табл. 1).
3. Определить предельную разрешающую способность оптической системы, используя её частотно-контрастную характеристику.
4. Определить предел разрешения оптической системы дифракционного качества с относительным отверстием 1:8, длина волны линии e.
5. По графику поперечных аберраций оптической системы определить хроматизм увеличения/



6. Какова должна быть оптическая сила контактной линзы, если глаз имеет аметропию, и при этом расстояние до дальней точки равно –450 мм?

7. Определить кому 2 пучка, имея вычисленные значения поперечных аберраций в меридиональном сечении.

вых. зр. к-ты ρ'	**Поперечные аберрации** $\Delta y'$ **(мм)**	
	1 пучок, $\omega = 2^\circ$	**2 пучок,** $\omega = 1^\circ 24' 51''$
1.000	-0.22828	-0.16190
0.866	-0.18587	-0.13553
0.707	-0.13508	-0.09988
0.500	-0.07793	-0.05769
0.000	0.00000	0.00000
-0.500	0.01205	0.01124
-0.707	-0.00541	0.00086
-0.866	-0.03956	-0.02332
-1.000	-0.09439	-0.06540

Компетенция	**Индикатор компетенции**[1]	**Критерии оценивания результатов обучения**	
		незачет	зачет
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и	**ИОПК** 1.1 Умеет применять знания математики в профессиональной деятельности при моделировании и проектировании	Обучающийся имеет поверхностные знания математики и не может использовать их в профессиональной деятельности при моделировании и проектировании	Обучающийся демонстрирует знания математики и применяет их в профессиональной деятельности при моделировании и проектировании

[1] В случае реализации образовательной программы по ФГОС ВО 3+ графа не заполняется.

конструированием, технологиями производства оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов			
	ИОПК 1.2 Умеет применять общеинженерные знания в профессиональной деятельности	Обучающийся не владеет общеинженерными знаниями и не может использовать их в профессиональной деятельности	Обучающийся имеет общеинженерные знания и применяет их в профессиональной деятельности
	ИОПК 1.3 Умеет применять знания естественных наук в инженерной практике	Обучающийся не знает естественных наук и не применяет их в инженерной практике	Обучающийся проявляет знания естественных наук и использует их в инженерной практике
ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	**ИОПК 4.1** Использует современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности	Обучающийся не может применять современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности	Обучающийся демонстрирует знания и применяет современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

	ИОПК 4.2 Соблюдает требования информационной безопасности при использовании современных информационных технологий и программного обеспечения	Обучающийся не знает и не основывает свои действия на требованиях информационной безопасности при использовании современных информационных технологий и программного обеспечения	Обучающийся демонстрирует знания и руководствуется требованиями информационной безопасности при использовании современных информационных технологий и программного обеспечения
ПК-1 Способен к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование оптических и оптикоэлектронных приборов, комплексов и их составных частей	**ИПК 1.1** Анализирует и определяет требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптикоэлектронным приборам и комплексам с учётом известных экспериментальных и теоретических результатов	Обучающийся не может анализировать и определять требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптикоэлектронным приборам и комплексам с учётом известных экспериментальных и теоретических результатов	Обучающийся уверенно демонстрирует способность анализировать и определять требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптикоэлектронным приборам и комплексам с учётом известных экспериментальных и теоретических результатов
	ИПК 1.2 Определяет, корректирует и обосновывает техническое задание в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов оптических и оптико-электронных приборов	Обучающийся не проявляет способность определять, корректировать и обосновывать техническое задание в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов оптических и оптико-электронных приборов	Обучающийся способен определять, корректировать и обосновывать техническое задание в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов оптических и оптико-электронных приборов
	ИПК 1.3 Осуществляет поиск и анализ научно-	Обучающийся имеет посредственные знания о базах данных и не может с ними работать, не	Обучающийся умеет и может находить и анализировать научно-техническую информацию, отечественный

	технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных	может находить и анализировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт	и зарубежный опыт, уверенно работает с базами данных

Текущий контроль по дисциплине также влияет на результаты промежуточной аттестации: своевременное выполнение практических и домашних работ и успешное написание контрольной работы является показателем для автоматического допуска к сдаче зачёта.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle»: https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=11635.

б) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

1. Симонова Г.В. Учебно-методическое пособие «Использование программного комплекса OPAL-PC в учебных курсах “Прикладная оптики” и “Конструирование оптических приборов”» - Томск. ТГУ, 2010.-122 с.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Стафеев, С.К. Основы оптики. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / С.К. Стафеев, К.К. Боярский, Г.Л. Башнина. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 336 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/32822

2. Справочник конструктора оптико-механических приборов. Панов В.А. и др., - Л.: Машиностроение,1980. – 635с. (https://dwg.ru/dnl/4416).

б) дополнительная литература:

1. Прикладная оптика: [учебное пособие для вузов по направлению подготовки 200200 "Оптотехника" и оптическим специальностям / Л. Г. Бебчук, Ю. В. Богачев, Н. П. Заказнов и др.] ; под ред. Н. П. Заказнова. - Изд. 2-е, стер. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2016. – 311 с.

2. Заказнов Н. П. Теория оптических систем: [учебное пособие для студентов вузов по направлению подготовки 200200 - "Оптотехника" и оптическим специальностям] / Н. П. Заказнов, С. И. Кирюшин, В. И. Кузичев. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. - 446 с.

3. Задачник по прикладной оптике: [учебное пособие для вузов по направлению "Оптотехника"] /М. И. Апенко, Л. А. Запрягаева, И. С. Свешникова. М.: Высшая школа , 2003. -590 с.

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Windows; Microsoft Office; «OPAL-PC».

– 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.

– Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: http://elibrary.ru.

– Электронный учебник по курсу «Основы оптики». Описание работы с программой OPAL-PC: http://ftoe.ru/elec6/lab_app_opal/lab_app_opal_2.html.

– OptiFDTD: http://optdesign.narod.ru/programs.htm.

– Образовательная программа «Прикладная оптика»: http://aco.ifmo.ru/rodionov_publication.html.

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

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

15. Информация о разработчиках

Симонова Галина Владимировна, ТГУ, радиофизический факультет, кафедра оптико-электронных систем и дистанционного зондирования, доцент;

Брюханов Илья Дмитриевич, ТГУ, радиофизический факультет, кафедра оптико-электронных систем и дистанционного зондирования, доцент.