МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Факультет оптического приборостроения
Кафедра оптико-электронных приборов

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 5387FD2AF5B17FED816FDE9A1D4973B1
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 21.07.2025 по 14.10.2026

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
13 мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ФТД.03 ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС РАСЧЕТА И МОДЕЛИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ "РИМОС"»

Уровень высшего образования: специалитет

Специальность: 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения

Направленность(профиль) подготовки: Электронные и оптико-электронные приборы и системы дистанционного зондирования Земли

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2022

Срок получения образования: 5 лет 6 месяца(-ев)

Объем: в зачетных единицах: 2 з.е.
в академических часах: 72 ак.ч.

Москва, 2022

Разработчики:

Преподаватель кафедры Оптико-электронных приборов Путилин Н. А.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения, утвержденного приказом Минобрнауки от 09.08.2018 № 93

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Оптического приборостроения	Председатель ученого совета факультета	Торшина И. П.	Рассмотрено	09.04.2021, № 4

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

3. Место дисциплины в структуре ОП

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

5. Содержание дисциплины
   5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
   5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля

6. Оценочные материалы текущего контроля

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8. Порядок проведения промежуточной аттестации

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
   9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
   9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
   9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
   9.4. Оборудование и технические средства обучения

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - заключается в формировании у студентов целостного представления о современных подходах к разработке специализированного программного обеспечения для моделирования оптических систем. В общей системе подготовки специалиста данная дисциплина посвящена практическому изучению специфики применения различных технологий программирования для решения задач разработки компьютерных моделей современных оптических компонентов.

Задачи изучения дисциплины:

- получить представление об основных подходах к решению вычислительных задач непоследовательной трассировки лучей, моделирования дифракционных решёток и интерференционных покрытий;
- знать достоинства и недостатки основных языков программирования в контексте решения задач компьютерного моделирования оптических компонентов для разработки программного обеспечения различного уровня;
- уметь обосновано выбирать среду программирования, математические и графические библиотеки исходя из заданного описания задачи;
- уметь обосновывать выбор вычислительной платформы, знать специфику реализации программ, работающих в режимах многопотоковых вычислений и с использованием графических процессоров.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-2 Способность к математическому моделированию процессов и объектов оптотехники и их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов

ПК-2.1 Разрабатывает алгоритмы и реализует математические и компьютерные модели моделирования оптических явлений на языке высокого уровня с использованием объектно-ориентированных технологий

Знать:

ПК-2.1/Зн1 Физическая и прикладная оптика. Основные характеристики и свойства оптического излучения. Физические основы и принципы построения оптико-электронных приборов и систем различного назначения

Уметь:

ПК-2.1/Ум1 Формулировать задачу и определять параметры для проведения моделирования функционирования оптикоэлектронных приборов на основе физических процессов и явлений. Выбирать численный метод моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений

Владеть:

ПК-2.1/Нв1 Методами математического моделирования

ПК-2.2 Разрабатывает, реализует и применяет в профессиональной деятельности различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках при решении конкретных оптических задач

Знать:

ПК-2.2/Зн1 Иетоды анализа, синтеза и оптимизации оптичеких систем различного назначения.Основные типы, характеристики оптических и оптико-электронных систем, элементная база оптотехники.Стандартные и специальные языки программирования. Принципы построения физических и математических моделей. Основы алгоритмизации и программирования. Технический английский язык в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий в объеме, необходимом для

Уметь:

ПК-2.2/Ум1 Использовать стандартные компьютерные программы для проведения расчетов и математического моделирования функционированияоптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений. Выявлять зависимости между параметрами анализируемого процесса, явления и особенностями работы прибора. Применять справочные материалы. Работать в команде

Владеть:

ПК-2.2/Нв1 Методами математического моделирования

ПК-2.3 Разрабатывает библиотеки и подпрограммы (макросы) для решения различных задач проектирования и конструирования, исследования и контроля оптотехники

Знать:

ПК-2.3/Зн1 Технический английский язык в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий в объеме, необходимом для взаимодействия и получения информации из различных зарубежных источников, включая научные издания, публикации, статьи, справочные материалы, патенты и пр. по физической и прикладной оптике, оптическому излучению, оптико-электронным приборам и системам, а также знания различных поисково-информационных систем.

Уметь:

ПК-2.3/Ум1 Уметь применять справочные материалы и доступную зарубежную информацию при разработке программ для проведения математического моделирования функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений.

Владеть:

ПК-2.3/Нв1 Владеть методами поиска различной информации, включая с использованием иностранного языка, через поисково-информационные системы для постановки задач и определения параметров моделирования процессов, явлений и изделий оптотехники. Владеть терминологий на русском и иностранном языках по оптико-электронным приборам, моделированию их функционирования на основе физических процессов и явлений.

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) ФТД.03 «Программный комплекс расчета и моделирования оптических систем "РиМОС"» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 9, 10.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
9 семестр	36	1	34	2	Зачет
10 семестр	36	1	36		
Всего	72	2	70	2	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Изучение программных инструментов и математических методов реализации оптической трассировки лучей	**12**	**12**		ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
Тема 1.1. Использование аппарата матричных вычислений для задач оптической трассировки лучей	3	3		
Тема 1.2. Обзор библиотек линейной алгебры для различных языков программирования.	3	3		
Тема 1.3. . Специфика разработка программ оптической трассировки на интерпретируемых языках Python и Matlab (Octave).	3	3		
Тема 1.4. Специфика разработка программ оптической трассировки на компилируемых языках C++ и Fortran.	3	3		
Раздел 2. Расчёт физических параметров волн при трассировке лучей	**10**	**10**		ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3

Тема 2.1. Решение задач обратной фильтрации лучей и передачи вспомогательных данных.	2	2		
Тема 2.2. Расчёт амплитуд преломлённой и отражённой волн по общим формулам Френеля.	2	2		
Тема 2.3. Библиотеки для расчёта дифракционной эффективности RCWA методом.	4	4		
Тема 2.4. Интерполяция параметров лучей при моделировании работы интерференционных установок и при записи голограмм.	2	2		
Раздел 3. Программные средства ускорения оптических расчётов	**14**	**12**	**2**	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
Тема 3.1. Средства разработки программ для многопотоковых расчётов.	4	4		
Тема 3.2. Средства разработки программ для расчётов на графических процессорах.	4	4		
Тема 3.3. Анализ преимуществ и ограничения реализации оптических расчётов на базе разных компьютерных технологий.	6	4	2	
Раздел 4. Обзор библиотек непоследовательной трассировки лучей	**10**	**10**		ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
Тема 4.1. Анализ архитектуры и алгоритмов программ для нахождения пересечения лучей с free-form поверхностями.	5	5		
Тема 4.2. Программные библиотеки трассировки для задач 3D визуализации.	5	5		
Раздел 5. Оконный интерфейс приложений и визуализация результатов оптических расчётов	**12**	**12**		ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
Тема 5.1. . Библиотеки создания оконного интерфейса Windows Forms и ImGui.	4	4		
Тема 5.2. Применение подходов объектно-ориентированного программирования при разработке пользовательского интерфейса оптических приложений.	4	4		

Тема 5.3. Библиотеки 3D графики на базе Open GL, Vulkan и Direct X.	4	4		
Раздел 6. Изучения функционала программного комплекса «РиМОС»	**14**	**14**		ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
Тема 6.1. Задание оптических поверхностей и компонентов разных типов.	2	2		
Тема 6.2. Анализ параметров систем с голографическими и дифракционными элементами.	4	4		
Тема 6.3. Моделирование работы интерферометрических установок в «РиМОС»	4	4		
Тема 6.4. Написание подпрограмм синтеза компонентов с использованием встроенного функционала «РиМОС».	4	4		
Итого	**72**	**70**	**2**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Изучение программных инструментов и математических методов реализации оптической трассировки лучей

Тема 1.1. Использование аппарата матричных вычислений для задач оптической трассировки лучей

Использование аппарата матричных вычислений для задач оптической трассировки лучей

Тема 1.2. Обзор библиотек линейной алгебры для различных языков программирования.

Обзор библиотек линейной алгебры для различных языков программирования.

Тема 1.3. . Специфика разработка программ оптической трассировки на интерпретируемых языках Python и Matlab (Octave).

. Специфика разработка программ оптической трассировки на интерпретируемых языках Python и Matlab (Octave).

Тема 1.4. Специфика разработка программ оптической трассировки на компилируемых языках C++ и Fortran.

Специфика разработка программ оптической трассировки на компилируемых языках C++ и Fortran.

Раздел 2. Расчёт физических параметров волн при трассировке лучей

Тема 2.1. Решение задач обратной фильтрации лучей и передачи вспомогательных данных.

Решение задач обратной фильтрации лучей и передачи вспомогательных данных.

Тема 2.2. Расчёт амплитуд преломлённой и отражённой волн по общим формулам Френеля.

Расчёт амплитуд преломлённой и отражённой волн по общим формулам Френеля.

Тема 2.3. Библиотеки для расчёта дифракционной эффективности RCWA методом.

Библиотеки для расчёта дифракционной эффективности RCWA методом.

Тема 2.4. Интерполяция параметров лучей при моделировании работы интерференционных установок и при записи голограмм.

Интерполяция параметров лучей при моделировании работы интерференционных установок и при записи голограмм.

Раздел 3. Программные средства ускорения оптических расчётов

Тема 3.1. Средства разработки программ для многопотоковых расчётов.

Средства разработки программ для многопотоковых расчётов.

Тема 3.2. Средства разработки программ для расчётов на графических процессорах.

Средства разработки программ для расчётов на графических процессорах.

Тема 3.3. Анализ преимуществ и ограничения реализации оптических расчётов на базе разных компьютерных технологий.

Анализ преимуществ и ограничения реализации оптических расчётов на базе разных компьютерных технологий.

Раздел 4. Обзор библиотек непоследовательной трассировки лучей

Тема 4.1. Анализ архитектуры и алгоритмов программ для нахождения пересечения лучей с free-form поверхностями.

Анализ архитектуры и алгоритмов программ для нахождения пересечения лучей с free-form поверхностями.

Тема 4.2. Программные библиотеки трассировки для задач 3D визуализации.

Программные библиотеки трассировки для задач 3D визуализации.

Раздел 5. Оконный интерфейс приложений и визуализация результатов оптических расчётов

Тема 5.1. . Библиотеки создания оконного интерфейса Windows Forms и ImGui.

. Библиотеки создания оконного интерфейса Windows Forms и ImGui.

Тема 5.2. Применение подходов объектно-ориентированного программирования при разработке пользовательского интерфейса оптических приложений.

Применение подходов объектно-ориентированного программирования при разработке пользовательского интерфейса оптических приложений.

Тема 5.3. Библиотеки 3D графики на базе Open GL, Vulkan и Direct X.

Библиотеки 3D графики на базе Open GL, Vulkan и Direct X.

Раздел 6. Изучения функционала программного комплекса «РиМОС»

Тема 6.1. Задание оптических поверхностей и компонентов разных типов.

Задание оптических поверхностей и компонентов разных типов.

Тема 6.2. Анализ параметров систем с голографическими и дифракционными элементами.

Анализ параметров систем с голографическими и дифракционными элементами.

Тема 6.3. Моделирование работы интерферометрических установок в «РиМОС»

Моделирование работы интерферометрических установок в «РиМОС»

Тема 6.4. Написание подпрограмм синтеза компонентов с использованием встроенного функционала «РиМОС».

Написание подпрограмм синтеза компонентов с использованием встроенного функционала «РиМОС».

6. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:

- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

Промежуточная аттестация: Зачет, 9 семестр.

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:
- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

Промежуточная аттестация: Зачет, 9 семестр. Зачет, 10 семестр

Для оценивания результатов обучения в виде ЗНАНИЙ используются следующие процедуры и технологии:
- устный ответ на вопрос(ы) или индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопрос(ы).

- тестирование и т.п.

Для оценивания результатов обучения в виде УМЕНИЙ и ВЛАДЕНИЙ используются следующие процедуры и технологии:
- практические контрольные задания (далее - ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

По сложности ПКЗ разделяются на:
простые задания (далее - простые ПКЗ); комплексные задания (далее - комплексные ПКЗ).
Для оценивания УМЕНИЙ - применяются простые ПКЗ.
Простые ПКЗ предполагают решение в одно или два действия. К ним можно отнести: простые ситуационные задачи с коротким ответом или простым действием; несложные задания по выполнению конкретных действий.
Для оценивания ВЛАДЕНИЙ - применяются комплексные ПКЗ.
Комплексные задания требуют многоходовых решений как в типичной, так и в нестандартной ситуациях. Это задания в открытой форме, требующие поэтапного решения и развёрнутого ответа, в т.ч. задания на индивидуальное или коллективное выполнение проектов, на выполнение практических действий или лабораторных работ.
Типы практических контрольных заданий:
- задания на установление правильной последовательности, взаимосвязанности действий, выяснения влияния различных факторов на результаты выполнения задания;
- установление последовательности (описать алгоритм выполнения действия),
- нахождение ошибок в последовательности (определить правильный вариант последовательности действий);
- указать возможное влияние факторов на последствия реализации умения и т.д.
- задание на реализацию базовых вычислительных задач с использованием самостоятельно выбранного программного обеспечения;
- задания на оценку последствий принятых решений;
- задания на оценку эффективности выполнения действия и т.п.

В целях итогового контроля сформированности компетенции используются:
- защиты индивидуальных или групповых проектов;
- оформление и защита отчетов по комплексным практическим работам;
- доклады студентов с использованием подготовленного ими презентационного материала с обсуждением и ответом на вопросы.

При организации и проведении промежуточной аттестации, исходя из перечня планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), по каждой компетенции или связанным

нескольким компетенциям, в формировании которых участвует учебная дисциплина (модуль), кафедрой формируются фонд оценочных средств к зачёту:

- примерный перечень вопросов к зачёту для оценивания результатов обучения в виде ЗНАНИЙ. При этом, за каждым вопросом в скобках указываются(ется) компетенции(я), уровень сформированности которых(ой) будет оцениваться;
- примерный перечень простых практических контрольных заданий к зачёту для оценивания результатов обучения в виде УМЕНИЙ. При этом, за каждым заданием в скобках указываются(ется) компетенции(я), уровень сформированности которых(ой) будет оцениваться;
- примерный перечень комплексных практических контрольных заданий к зачёту для оценивания результатов обучения в виде ВЛАДЕНИЙ. При этом, за каждым заданием в скобках указываются(ется) компетенции(я), уровень сформированности которых(ой) будет оцениваться;

Для проведения промежуточной аттестации, исходя из сформированных перечней (вопросов к экзамену, простых ПКЗ, комплексных ПКЗ) формируются вопросы к зачету.

Сформированные перечни (вопросы к зачёту, простые ПКЗ, комплексные ПКЗ) должны в совокупности охватывать все компетенции и заявленные в программе основные результаты обучения по дисциплине (модулю) на уровне ЗНАТЬ, УМЕТЬ, ВЛАДЕТЬ.

Вопросы формируются случайной выборкой из приведенных выше перечней, а итоговый

результат оценивания соотносится на весь заявленный в программе перечень результатов обучения по дисциплине (модулю).

Каждый комплект вопросов включает:

1. Вопрос для оценивания результатов обучения в виде ЗНАНИЙ;
2. Простое практическое контрольное задание для оценивания результатов обучения в виде УМЕНИЙ;
3. Комплексное практическое контрольное задание для оценивания результатов обучения в виде ВЛАДЕНИЙ.

Методика оценивания: при проведении промежуточной аттестации, как правило, применяется среднее арифметическое значения оценок, полученных за каждый элемент оценивания, указанный в комплекте (вопрос и два практических задания).

Итоговая оценка по дисциплине (модулю) рассчитывается как отношение суммы оценок, полученных обучаемым за каждый вопрос и задания (вопрос и 2 задания, далее - элемент контроля), поделённое на количество полученных оценок (3).

При проведении оценивания по вопросам и заданиям, указанным в элементе контроля, в ходе промежуточной аттестации, преподаватель может учитывать результаты текущего контроля.

Устанавливаются следующие шкалы оценивания уровней освоения компетенций, предусмотренных рабочей программой при проведении зачёта: если достигнут один из показателей:

«ПОВЫШЕННЫЙ», «БАЗОВЫЙ» или «ПОРОГОВЫЙ» - выставляется оценка «ЗАЧТЕНО», если среднее арифметическое значение оценок находится в интервале от 2.5-5.0. В противном случае: если достигнут показатель «НЕДОСТАТОЧНЫЙ.» - выставляется оценка «НЕЗАЧТЕНО», если среднее арифметическое значение оценок по элементам контроля менее 2.5

7. Оценочные материалы текущего контроля

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

9 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3

Вопросы/Задания:

1. Специфика задач последовательной и непоследовательной оптической трассировки лучей.

2. Достоинства и недостатки интерпретируемых языков программирования для задач оптической трассировки лучей

3. Достоинства и недостатки компилируемых языков программирования для задач оптической трассировки лучей

4. Библиотеки линейной алгебры и их роль в построении программ моделирования оптических систем

5. Перечень физических параметров, которые могут рассчитываться при трассировке оптического луча

6. Формулы Френеля и расчёт интенсивности преломлённой и отражённой волны. Описание поляризации волны

7. Метод строго анализа связанных волн (RCWA). Достоинства, недостатки, область применения. Специфика программной реализации

8. Роль методов интерполяции в моделирования голографических оптических элементов.

9. Алгоритмы моделирования интерферометрических установок на основе трассировки лучей. Физические ограничения применимости метода

10. Многпотоковые (параллельные) вычисления для задач моделирования оптических систем. Технологии реализации

11. Оптические расчёты с использованием графических процессоров. Анализ специфики архитектуры графических процессоров в контексте трассировки лучей

12. Написание программ синтеза оптических компонентов в «РиМОС»

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Выборнов А. Н. Линейная алгебра и аналитическая геометрия: учебник / А. Н. Выборнов, Ж. Г. Вегера. - Москва: РТУ МИРЭА, 2024. - 305 с. - 978-5-7339-2311-6. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/448913 - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Новиков А. И. Численные методы линейной алгебры / А. И. Новиков. - Рязань: РГРТУ, 2021. - 50 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/168043 - Режим доступа: по подписке

9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

1. https://cyberleninka.ru - электронная библиотечная система
2. https://www.elibrary.ru/ - база данных отечественных научных публикаций

Ресурсы «Интернет»

1. https://searchplatform.rospatent.gov.ru/patents - поиск российских патентов на сайте Роспатента
2. https://scholar.google.com - поиск англоязычных научных статей
3. https://patents.google.com - система поиска зарубежных патентов
4. https://docs.python.org/3/index.html - документация по языку Python
5. https://docs.exponenta.ru/matlab/index.html - документация по языку Matlab (совместим с интерпретатором Octave)
6. https://metanit.com - учебные материалы по языкам C++, Fortran, C#
7. https://docs.nvidia.com/cuda/cuda-c-std/index.html - документация на пакет C++ Cuda
8. https://books.ifmo.ru - учебные пособия ИТМО
9. https://pribor.ifmo.ru/ - Приборостроение
10. https://opticjourn.ru/ru - Оптический журнал

9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)
Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Специализированная лаборатория

3D принтер FlyngBear Ghost 6 - 1 шт.
Автоматизированное рабочее место - 1 шт.
Виброизолированный голографический стол - 1 шт.
Виброизолированный оптический стол с сотовой столешницей - 1 шт.
Высокоразрешающая фотоприемная матрица MARS25MG-41 Tgm-C - 1 шт.
Лазерные источники излучения - 2 шт.
Опто-механические компоненты для сборки стендов и установок, комплект - 1 шт.
Прецизионный моторизованный двухкоординатный позиционер - 1 шт.
Стеллажи металлические для хранения оборудования - 5 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

По факультативной дисциплине «Программный комплекс расчёта и моделирования оптических систем «РиМОС» основной объем работ реализуется в виде практических занятий с преподавателем, в ходе которых выполняются различные практические задания. Самостоятельная работа играет значительно меньшую роль. Однако в рамках запланированного времени в ходе самостоятельной работы предполагается, что обучающиеся

будут изучать представленные методические материалы и улучшать навыки программирования, получаемые на практических занятиях.
Все используемое программное обеспечение, за исключением самого программного комплекса «РиМОС», является открытым и может быть установлено студентами на своих персональных компьютерах для дополнительного изучения и освоения различных компьютерных технологий.
Соответственно, самостоятельная работа включает в себя:
А) Поиск и анализ информации с использованием сети Интернет на указанных библиотечных системах и базах данных, что позволяет обучающимся вырабатывать навыки научного поиска, самостоятельного научного мышления и способствует формированию научных знаний.
Б) Подготовку вопросов к практическим занятиям для уточнения и лучшего понимания излагаемого на практических занятиях материала.
В) Подготовку докладов по выбранной теме с целью углублённого изучения материала и обсуждения его на занятии.
Главная задача практического курса – сформировать у специалистов системное представление об изучаемом предмете, обеспечить усвоение основополагающего учебного материала. В рамках курса не стоит задача научить обучающегося пользоваться всеми перечисленными программными решениями и библиотеками. Целью является формирование у студентов понимания специфики задач моделирования оптических систем, структурирования данных о многочисленных программных инструментах, формирования целостного представления о возможных путях создания специализированного инженерного программного обеспечения для задач оптической промышленности и науки.
Основной методической особенностью освоения дисциплины «Программный комплекс расчёта и моделирования оптических систем «РиМОС»» является направленность на ознакомление студентов с теми или иными особенностями технологий программирования на конкретных примерах различных программ для моделирования оптики. Студенты видят не только внешнюю часть уже созданного программного комплекса, но и знакомятся с его внутренней алгоритмической частью.
Студент, пропустивший занятия, обязан пройти собеседование по материалу пропущенных занятий. Вопросы по материалу пропущенных занятий в обязательном порядке входят в промежуточную аттестацию.
Курс призван подготовить специалиста, который мог бы при разработке программного обеспечения для моделирования оптики грамотно выбирать математические библиотеки, библиотеки 3D графики и вычислительные платформы, мог ставить задачи профессиональным программистам исходя из знания оптической специфики задач.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учётом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.