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 аэрокосмических съемок

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

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

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
17 февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.В.16 МОДЕЛИ ПОЛЕЙ ИЗЛУЧЕНИЯ»

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): 2023

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

Объем: в зачетных единицах: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2023

Разработчики:

Профессор кафедры Аэрокосмических съемок, д.н. Аржененко Н. И.

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	01.12.2022, № 1

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 - формирование у студентов компетенции, обеспечивающей знание методов и средств математического моделирования полей излучения объектов исследования, земной поверхности, атмосферы, способности выбора и построения математических моделей полей излучения объектов с целью решения научных и прикладных задач, связанных с проектированием оптико-электронных систем дистанционного зондирования земли.

Задачи изучения дисциплины:

- формированиу у студентов понятий о методах и средствах моделирования объектов, природных явлений.;
- формирование у студентов навыков построения моделей полей излучения для систем дистанционного зондирования земли.;
- формирование у студентов умений разрабатывать алгоритмы и реализовывать математические и компьютерные модели моделирования оптических явлений на языке высокого уровня с использованием объектно-ориентированных технологий.

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

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.16 «Модели полей излучения» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 7.

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)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
7 семестр	108	3	17	17	74	Зачет
Всего	108	3	17	17	74	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Моделирование ОЭС ДЗЗ	**55**	**9**	**8**	**38**	ПК-2.1 ПК-2.2
Тема 1.1. Обобщенная схема работы ОЭС ДЗЗ	9	2	1	6	
Тема 1.2. Общие сведения о моделировании систем	8	1	1	6	

Тема 1.3. Классификация методов математического моделирования	7	1	1	5	
Тема 1.4. Свойства моделей.	6	1	1	4	
Тема 1.5. Описания объектов-оригиналов	7	1	1	5	
Тема 1.6. Модель системы ОЭС ДЗЗ как совокупности структурных частей и связей между ними.	6	1	1	4	
Тема 1.7. Этапы разработки компьютерной модели	6	1	1	4	
Тема 1.8. Структура обобщенной компьютерной модели оптико-электронных систем.	6	1	1	4	
Раздел 2. Модели полей излучения, используемые для описания объектов в фотоноцелевой обстановке ОЭС ДЗЗ	**53**	**8**	**9**	**36**	ПК-2.1 ПК-2.2
Тема 2.1. Виды описаний объектов ФЦО и их связь с информативными признаками объектов моделирования.	8	1	1	6	
Тема 2.2. Роли излучателей (объектов) в ФЦО	7	1	1	5	
Тема 2.3. Виды моделей полей излучения.	7	1	1	5	
Тема 2.4. Модели параметров и характеристик среды распространения излучения (атмосферы)	6	1	1	4	
Тема 2.5. Модели параметров и характеристик ландшафтов (населенный пункт, лес, равнина, пустыня, горы, почва, снежный покров)	6	1	1	4	
Тема 2.6. Модели параметров и характеристик водных поверхностей (морская поверхность, поверхность реки, поверхность океана и др.)	6	1	1	4	
Тема 2.7. Модели параметров и характеристик облачности (облака с постоянной излучательной способностью на однородном небосводе, частичная облачность, сплошная облачность, небольшие облака и др.).	6	1	1	4	

Тема 2.8. Модели параметров и характеристик искусственных объектов (целей).	7	1	2	4	
Итого	**108**	**17**	**17**	**74**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Моделирование ОЭС ДЗЗ

Тема 1.1. Обобщенная схема работы ОЭС ДЗЗ

Введение. Обобщенная схема работы ОЭС ДЗЗ. Место моделирования при разработке ОЭС ДЗЗ

Тема 1.2. Общие сведения о моделировании систем

Общие сведения о моделировании систем.

Тема 1.3. Классификация методов математического моделирования

Классификация методов математического моделирования

Тема 1.4. Свойства моделей.

Свойства моделей.

Тема 1.5. Описания объектов-оригиналов

Описания объектов-оригиналов. Описания объектов-оригиналов: целевое, концептуальное, функциональное, структурное, динамическое, параметрическое.

Тема 1.6. Модель системы ОЭС ДЗЗ как совокупности структурных частей и связей между ними.

Модель системы ОЭС ДЗЗ как совокупности структурных частей и связей между ними.

Тема 1.7. Этапы разработки компьютерной модели

Этапы разработки компьютерной модели

Тема 1.8. Структура обобщенной компьютерной модели оптико-электронных систем.

Структура обобщенной компьютерной модели оптико-электронных систем.

Раздел 2. Модели полей излучения, используемые для описания объектов в фотоноцелевой обстановке ОЭС ДЗЗ

Тема 2.1. Виды описаний объектов ФЦО и их связь с информативными признаками объектов моделирования.

Виды описаний объектов ФЦО и их связь с информативными признаками объектов моделирования.

Тема 2.2. Роли излучателей (объектов) в ФЦО

Роли излучателей (объектов) в ФЦО.
Виды описаний объектов ФЦО и их связь с информативными признаками объектов моделирования. Признаки дешифрируемости объектов в оптико-электронных систем обнаружения, распознавания и идентификации.

Тема 2.3. Виды моделей полей излучения.

Виды моделей полей излучения: спектральные, геометрические, энергетические, динамические, поляризационные. Виды моделей полей излучения: временные,пространственно-частотные, пространственно-временные.

Тема 2.4. Модели параметров и характеристик среды распространения излучения (атмосферы)

Модели параметров и характеристик среды распространения излучения (атмосферы).

Тема 2.5. Модели параметров и характеристик ландшафтов (населенный пункт, лес, равнина, пустыня, горы, почва, снежный покров)

Модели параметров и характеристик ландшафтов (населенный пункт, лес, равнина, пустыня, горы, почва, снежный покров)

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Тема 2.6. Модели параметров и характеристик водных поверхностей (морская поверхность, поверхность реки, поверхность океана и др.)

Модели параметров и характеристик водных поверхностей (морская поверхность, поверхность реки, поверхность океана и др.)

Тема 2.7. Модели параметров и характеристик облачности (облака с постоянной излучательной способностью на однородном небосводе, частичная облачность, сплошная облачность, небольшие облака и др.).

Модели параметров и характеристик облачности (облака с постоянной излучательной способностью на однородном небосводе, частичная облачность, сплошная облачность, небольшие облака и др.).

Тема 2.8. Модели параметров и характеристик искусственных объектов (целей).

Модели параметров и характеристик целей (искусственных объектов).

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, 7 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 развернутого 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.
- задания на принятие решения в нестандартной ситуации (ситуации выбора, многоальтернативности решений, проблемной ситуации);
- 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;
- защита (презентация) портфолио, при наличии объективных практических результатов внеаудиторной активности обучаемого по профилю дисциплины, характеризующих уровень сформир. компетенции(ий) и т. п.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 2. Модели полей излучения, используемые для описания объектов в фотоноцелевой обстановке ОЭС ДЗЗ

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2

Тема 2.5. Модели параметров и характеристик ландшафтов (населенный пункт, лес, равнина, пустыня, горы, почва, снежный покров)

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Вопросы/Задания:

1. Что такое модель.
2. Виды моделей.
3. Виды математических моделей.
4. Пример аналитической модели.
5. Технология разработки математических моделей.
6. Разработать модель излучения теплового объекта.
7. Пример статистической модели.
8. Чем аналитико-статистическая модель отличается от аналитической или статистической?
9. Форма представления статистической модели.
10. Форма представления имитационной модели.
11. Как называется метод моделирования, когда используются различного рода знаковые модели (абстракции)?

1. теоретический
2. экспериментальный

12. Как называется метод моделирования, при котором используются физические модели?

1. экспериментальный
2. теоретический

13. Как называется процесс исследования объектов, явлений, процессов путем создания и исследования их моделей. (Ответ одним словом)
14. Как называется свойство модели заключающееся в способности сохранять адекватность при исследовании ее работоспособности в определенных условиях, а также при внесении изменений в конфигурацию модели?
15. Как называется свойство модели, которое характеризуется достоверностью отображения в модели заданных свойств объекта – оригинала и оценивается её способностью отображать эти свойства с погрешностью, не больше заданной? (Ответ в одно слово)
16. Что не относится к свойствам модели?

1. адекватность
2. универсальность
3. устойчивость
4. ингерентность
5. эстетичность
6. экономичность

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

7 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2

Вопросы/Задания:

1. В чем заключается моделирование, каково его назначение?

2. Что может являться предметом моделирования?

3. Что называют объектом-оригиналом при моделировании?

4. В чем заключается математический метод моделирования?

5. В чем заключается физическое моделирование ОЭС?

6. Назовите виды подобия, используемого при моделировании.

7. В чем заключается прямое подобие?

8. В чем заключается косвенное подобие?

9. В чем заключается условное подобие?

10. Назовите типы абстракции, используемые при моделировании ОЭС?

11. В чем заключается изолирующая абстракция при моделировании ОЭС?

12. В чем заключается обобщающая абстракция при моделировании ОЭС?

13. В чем заключается идеализация при моделировании ОЭС?

14. Приведите классификацию методов математического моделирования.

15. Назовите достоинства компьютерного моделирования.

16. Раскройте понятие компьютерная модель.

17. Назовите виды компьютерного моделирования.

18. Назовите достоинства и недостатки аналитического и имитационного методов моделирования.

19. Назовите отличительные особенности имитационного моделирования. Приведите классификацию моделей по динамике процессов, которые они описывают.

20. Приведите классификацию моделей по используемому математическому аппарату.

21. Приведите классификацию моделей по способу получения модели.

22. Что называют целевой функцией системы?

23. В чем заключаются следующие свойства модели: адекватность, универсальность, устойчивость, ингерентность, экономичность?

24. Что называют областью адекватности модели?

25. Чем объясняется упрощенность модели?

26. В чем заключается целевое описание объектов-оригиналов?

27. В чем заключается концептуальное описание объектов-оригиналов?

28. В чем заключается функциональное описание объектов-оригиналов?

29. В чем заключается структурное описание объектов-оригиналов?

30. В чем заключается динамическое описание объектов-оригиналов?

31. В чем заключается параметрическое описание объектов-оригиналов?

32. Какие параметры и переменные, характеризуют процесс функционирования системы?

33. Что называют внутренними параметрами системы?

34. Какие переменные называют управляемыми и неуправляемыми?

35. Какие переменные называют независимыми и зависимыми?

36. Что называют фазовыми переменными системы?

37. Что называют внешними параметрами системы?

38. Раскройте связь между параметрами и переменными системы.

39. Назовите этапы разработки компьютерной модели.

40. Что подразумевают следующие действия: разбиение, локальная оптимизация, абстрагирование и повторяемость при моделировании ОЭС?

41. В чем могут заключаться основные ошибки при структурировании ОЭС? Сформулируйте особенности моделирования ОЭС.

42. Приведите структуру обобщенной КМ ОЭС.

43. Определите назначение модуля «Исходные данные».

44. Определите назначение модуля «Фоноцелевая обстановка» (ФЦО). Приведите схему алгоритма работы с модулем.

45. Что является субъектами фоноцелевой обстановки работы ОЭС?

46. Как могут быть описаны субъекты ФЦО?

47. В чем заключается моделирование геометрооптических признаков субъектов ФЦО?

48. Как формируется энергетическая модель ФЦО?

49. Приведите типовую энергетическую модель ФЦО?

50. В чем заключается моделирование фонов. Какие допущения принимаются для упрощения процесса моделирования фонов?

51. Каким образом среда распространения излучения может влиять на формирование сигналов в ОЭС?

52. Какие свойства среды (атмосферы) следует учитывать при моделировании?

53. Что такое адекватность модели? Чем оценивается адекватность модели?

54. Чем объясняются неадекватность или недостаточная адекватность модели?

55. Назовите методы проверки адекватности модели.

56. В чем заключаются особенности моделирования оптико-электронных систем активного типа.

57. Что такое математическое моделирование динамической системы (ОЭСС)?

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Соломатин В.А. Лидары : Учебное пособие. / В.А. Соломатин. - "Инновационное машиностроение", 2021. - 119 - 978-5-907104-81-5. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Соломатин В.А. Оптико - электронные сканеры и спектрометры космических аппаратов: Учебное пособие для вузов. / В.А. Соломатин. - "Инновационное машиностроение", 2021. - 154 - 978-5-907104-89-1. - Текст: непосредственный.

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

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. http://modtran.spectral.com/modtran_home - Modtran
2. https://www.spectralcalc.com/blackbody_calculator/blackbody.php - SpectralCalc.com

3. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0 - Wikipedia
4. https://www.iprbookshop.ru/ - IPR SMART
5. https://opticjourn.ru/ru - Оптический журнал
6. https://pribor.ifmo.ru/ - Приборостроение

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

Компьютерный класс
Меловая доска - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Для успешного усвоения теоретического материала необходимо регулярно посещать лекции, активно работать на практических занятиях и лабораторных работах, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.
Студент, пропустивший занятия, обязан самостоятельно изучить пропущенный материал, после этого пройти собеседование по материалам занятий. Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса. Это способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.
Из-за актуальности курса и постоянного обновления сведений о моделях полей излучения, особое внимание следует уделять общим принципам построения математических моделей и дополнять цикл лекций примерами конкретных фоноцелевых ситуаций и моделями полей излучения и алгоритмами их реализаций.

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 учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.