

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Директор физтех-школы
аэрокосмических технологий
С.С. Негодяев

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Лабораторный практикум по геокосмической физике
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Геокосмические науки и технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра систем, устройств и методов геокосмической физики
курс:	3
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

6 (весенний) - Зачет

7 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 165 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 165 час.

Самостоятельная работа: 285 час.

Всего часов: 450, всего зач. ед.: 10

Программу составил: С.В. Алипов, канд. физ.-мат. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры систем, устройств и методов геокосмической физики 04.06.2020

Аннотация

Курс "Лабораторный практикум по геокосмической физике" относится к вариативной части образовательной программы, изучается в 6, 7 семестре. Изучение данной дисциплины опирается на знания, полученные в процессе освоения дисциплины "Математический анализ", "Общая физика: лабораторный практикум", "Линейная алгебра и аналитическая геометрия". Изучение данного курса направлено на углубление и расширение базовой профессиональной подготовки бакалавра, формирование соответствующих компетенций. В процессе студенты закрепляют теоретические знания, полученные при изучении дисциплин по дистанционному зондированию Земли и атмосферы, полученные практические навыки в предметной области. После завершения курса студенты должны владеть навыками работы с радиометрической аппаратурой, оптической аппаратурой, а так же навыками приема, первичной и тематической обработки данных ДЗ.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- закрепление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплин по дистанционному зондированию Земли и атмосферы, получение практических навыков в предметной области, выполнении НИР.

Задачи дисциплины

- изучение и приобретение практических навыков работы с радиометрической аппаратурой;
- изучение процесса переноса излучения в сплошной среде;
- приобретения навыков приема и обработки данных дистанционного зондирования со спутников.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные направления применения дистанционных аэрокосмических методов для изучения атмосферы и подстилающей поверхности Земли;
- основы теории переноса излучения в поглощающих и рассеивающих турбулентных средах;
- физические законы и физико-математические модели, лежащие в основе описания оптических свойств сплошной среды и подстилающей поверхности;
- конструкцию и принцип действия спутниковых ИК-радиометров;
- основы геометрической и физической оптики.

уметь:

- проводить измерения радиояркостной температуры;
- проводить калибровку каналов, оцифровку и компьютерную обработку сигнала;
- проводить измерения функции рассеяния линии турбулентной среды;
- проводить измерения структурной постоянной;
- проводить настройку и измерения оптическими системами.
- проводить прием и первичную обработку спутниковых данных ДЗ;
- проводить тематическую обработку данных ДЗ.

владеть:

- навыками работы с радиометрической аппаратурой;
- навыками работы с оптической аппаратурой;
- навыками приема, первичной и тематической обработки данных ДЗ.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Измерение параметров спутникового инфракрасного радиометра			20	35
2	Исследование передачи изображения через турбулентную среду			20	35
3	Прием и первичная обработка информации от метеорологических спутников			15	35
4	Технология восстановления температуры поверхности океана по измерениям уходящей радиации			20	45
5	Исследование объектива			20	25
6	Исследование телескопической системы			10	25
7	Измерение спектров инфракрасного поглощения			20	25
8	Изучение нормального эффекта Зеемана			20	25
9	Изучение сверхтонкой структуры спектральных линий			20	35
Итого часов				165	285
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		450 час., 10 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 6 (Весенний)

1. Измерение параметров спутникового инфракрасного радиометра

Занятие 1

1. Изучение описания лабораторной работы и требований безопасности.
2. Сдача коллоквиума.

Занятие 2

1. Ознакомление с экспериментальной установкой.
2. Измерение функции рассеяния линии.

Занятие 3

1. Измерение пороговой чувствительности прибора.

Занятие 4

1. Завершение измерений. Обработка результатов.
2. Подготовка отчета.
3. Оформление отчета и сдача работы.

2. Исследование передачи изображения через турбулентную среду

Занятие 1

1. Изучение описания лабораторной работы и требований безопасности.
2. Сдача коллоквиума.

Занятие 2

1. Ознакомление с экспериментальной установкой
2. Измерение характеристик шума

Занятие 3

1. Измерение аппаратных функций рассеяния линии
2. Измерение структурной постоянной

Занятие 4

1. Обработка результатов.
2. Подготовка отчета
3. Сдача работы

3. Прием и первичная обработка информации от метеорологических спутников

Занятие 1

1. Изучение описания лабораторной работы и требований безопасности.
2. Ознакомление со станцией приема космической информации.
3. Сдача коллоквиума.

Занятие 2

1. Выполнение расчета ближайших сеансов связи с ИСЗ NOAA по телеграмме ART PREDICT с помощью планшета.
2. Расчет ближайших сеансов связи с ИСЗ NOAA с помощью программного пакета «Predict».

Занятие 3

1. Проведение реального приема сигнала спутника.
2. Выделение синхросерий для каналов А и Б спутникового сигнала
3. Выделение сектора космос и минутные метки в реальном сигнале.
4. Выделение информационных строк телеметрического кадра.
5. Расчет энергетических характеристик для проведения градуировок инфракрасных каналов спутникового радиометра.

Занятие 4

1. Составление функциональной схемы построения градуировочной характеристики радиометра ИСЗ NOAA.
 2. Подготовка отчета.
 3. Сдача работы.
-
4. Технология восстановления температуры поверхности океана по измерениям уходящей радиации

Занятие 1

1. Ознакомление с описанием лабораторной работы
2. Сдача коллоквиума.

Занятие 2

1. Импорт аналоговых спутниковых изображений в пакет «ERDAS IMAGINE».
2. Преобразование изображений в картографические проекции.
3. Проведение географической привязки спутниковых изображений.

Занятие 3

1. Получение цифровых спутниковых изображений высокого разрешения по каналам Интернет.
2. Преобразование форматов спутниковых изображений до стандартных уровней.
3. Импорт цифровых изображений в пакет «ERDAS IMAGINE».
4. Расчет значений температуры поверхности океана.

Занятие 4

1. Подготовка спутниковых изображений для отображения на иллюстративном картографическом планшете.
2. Построение проекта итоговой иллюстративной карты с отображением спутниковых изображений в картографической проекции.
3. Сдача работы

Семестр: 7 (Осенний)

5. Исследование объектива

Занятие 1

1. Ознакомление с лабораторной работы
2. Сдача коллоквиума.
3. Настройка коллиматора.
4. Центрирование объектива относительно коллиматора.

Занятие 2

1. Измерение заднего фокусного расстояния объектива.
2. Измерение заднего вершинного отрезка.
3. Измерение разрешающей силы объектива для прямого хода пучка

Занятие 3

1. Измерение глубины резко изображаемого пространства.
2. Измерение переднего вершинного отрезка.
3. Измерение разрешающей силы объектива для обратного хода луча.
4. Сдача работы

6. Исследование телескопической системы

Занятие 1

1. Ознакомление с описанием лабораторной работы
2. Сдача коллоквиума.
3. Настройка исследуемой телескопической системы на бесконечность.

Занятие 2

1. Измерение увеличения зрительной трубы теодолита с помощью динаметра Рамсдена.

2. Измерение увеличения телескопической системы по размерам изображения удаленного предмета с помощью коллиматора.

3. Определение поля зрения телескопической системы при помощи широкоугольного коллиматора.

Занятие 3

1. Измерение диаметра и удаления выходного зрачка.

2. Измерение разрешающей силы телескопической системы.

3. Измерение глубины пространства, резко изображаемого телескопической системой.

4. Сдача работы

7. Измерение спектров инфракрасного поглощения

Занятие 1

1. Ознакомление с описанием лабораторной работы

2. Сдача коллоквиума.

Занятие 2

1. Подготовка инфракрасного спектрометра к работе.

2. Градуировка спектрометра по длинам волн.

3. Изучение влияния «оптической» аппаратной функции монохроматора на регистрируемый спектр.

Занятие 3

1. Изучение влияния инерционности приемно-регистрирующей системы на полосу поглощения хлороформа.

2. Сдача работы.

8. Изучение нормального эффекта Зеемана

Занятие 1

1. Ознакомление с описанием лабораторной работы.

2. Сдача коллоквиума.

Занятие 2

1. Ознакомление с установкой.

2. Юстировка установки.

Занятие 3

1. Регистрация спектров.

2. Обработка спектров и определение величины расщепления.

Занятие 4

1. Обработка результатов.

2. Подготовка отчета.

3. Сдача работы.

9. Изучение сверхтонкой структуры спектральных линий

1. Ознакомление с описанием лабораторной работы

2. Сдача коллоквиума.

Занятие 1

1. Юстировка оптической системы.

2. Юстировка эталона Фабри-Перо.

Занятие 2

1. Исследование структуры спектральной линии.

2. Обработка измерений.

Занятие 3

1. Подготовка отчета.

2. Сдача работы.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Введение в статистическую радиофизику [Текст] : в 2 ч. Ч. 1 : учеб. пособие для вузов . Случайные процессы / С. М. Рытов .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Наука, 1976 .— 495 с.
2. Оптика [Текст] : учеб. пособие для вузов / Г. С. Ландсберг .— 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Наука, 1976 .— 927 с.
3. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. Т. 4 : Оптика : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин .— 3-е изд., стереотип. — М. : Физматлит, 2002, 2005, 2006 .— 792 с.

Фонд литературы кафедры:

1. Справочник по основам инфракрасной техники. Криксунов Л.З.-М.: Сов. Радио, 1978.-400 с.
2. От Кирхгофа до Планка/Пер. с нем. Шепф Х.-Г.- М.: Мир, 1981. – 192 с.
3. Спектральные приборы Л. К.И.Тарасов, Машиностроение, 1968.
4. Атомная и молекулярная спектроскопия. М.А. Ельяшевич. – М.: Физматгиз, 1962.

Дополнительная литература

Фонд литературы кафедры:

1. Дистанционное зондирование в метеорологии, океанографии и гидрологии [Текст] / пер. с англ. К. Н. Лаврова [и др.] ; под ред. А. П. Крэкнелла .— [Научное изд.] .— М. : Мир, 1984 .— 535 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Пакеты офисного программного обеспечения (Word Office, Excel, Power Point).

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент изучающий дисциплину «Лабораторный практикум по геокосмической физике» должен с одной стороны, закрепить теоретические знания, полученные при изучении курсов «Физика» и «Физические основы дистанционного зондирования», а с другой стороны приобрести экспериментальные навыки работы с оптической и инфракрасной аппаратурой, используемой для дистанционного зондирования. При выполнении лабораторных работ обучающийся должен освоить работу станции приема космической информации и основные принципы первичной и тематической обработки полученных данных.

Прием и обработка данных ДЗ реализуется с помощью пакетов программ, находящихся в свободном доступе Satscape, Wxsat, Orbitron, Predict и пакетов лицензионных программ Erdas Imagine, ArcView, ArcGis. Для выполнения лабораторных работ обучающийся должен освоить работу с данными пакетами.

Успешное освоение дисциплины требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- проработку учебного материала по заданиям лабораторных работ и материалам учебных пособий;
- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- разбор примеров и задач, предлагаемых студентам на лабораторных занятиях практикума;
- подготовку к занятиям практикума, зачёту и дифференцированному зачету.

Руководство и контроль над самостоятельной работой студента осуществляется преподавателем в форме компьютерного тестирования и индивидуальных консультаций.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Геокосмические науки и технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра систем, устройств и методов геокосмической физики
курс:	3
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

6 (весенний) - Зачет

7 (осенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: С.В. Алипов, канд. физ.-мат. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.2 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Лабораторный практикум по геокосмической физике » обучающийся должен:

знать:

- основные направления применения дистанционных аэрокосмических методов для изучения атмосферы и подстилающей поверхности Земли;
- основы теории переноса излучения в поглощающих и рассеивающих турбулентных средах;
- физические законы и физико-математические модели, лежащие в основе описания оптических свойств сплошной среды и подстилающей поверхности;
- конструкцию и принцип действия спутниковых ИК-радиометров;
- основы геометрической и физической оптики.

уметь:

- проводить измерения радиояркостной температуры;
- проводить калибровку каналов, оцифровку и компьютерную обработку сигнала;
- проводить измерения функции рассеяния линии турбулентной среды;
- проводить измерения структурной постоянной;
- проводить настройку и измерения оптическими системами.
- проводить прием и первичную обработку спутниковых данных ДЗ;
- проводить тематическую обработку данных ДЗ.

владеть:

- навыками работы с радиометрической аппаратурой;
- навыками работы с оптической аппаратурой;
- навыками приема, первичной и тематической обработки данных ДЗ.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Текущий контроль осуществляется в форме самостоятельных работ или тестов в письменной форме по каждой теме.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в результате анализа итогов контрольных, самостоятельных работ и тестов, а также индивидуальных консультаций.

3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

Промежуточная аттестация по дисциплине «Лабораторный практикум по геокосмической физике» проводится в форме дифференцированных зачетов (устных) в 6 и 7 семестрах

Промежуточный контроль применяется в следующих формах:

– оценка за каждую выполненную лабораторную работу общей продолжительностью от 18 до 25 академических часов базируется на практических результатах, полученных в работе, и на ответах на контрольные вопросы, приведенные в описаниях лабораторных работ.

Итоговой оценкой за все лабораторные работы является среднеарифметическое значение от всех работ за семестр.

К дифференцированному зачету допускаются студенты, выполнившие все лабораторные работы.

Контрольные вопросы для подготовки к дифференцированному зачету приведены в описаниях лабораторных работ.

Примеры вопросов, используемых для подготовки к дифференцированному зачету:

1. Электромагнитный спектр, основные механизмы взаимодействия излучения с земной атмосферой.
2. Окна прозрачности атмосферы Земли.
3. Что такое яркостная температура?
4. Законы излучения абсолютно черного тела
5. Основные характеристики приемников излучения
6. Пространственное разрешение прибора.
7. Пространственно-частотная характеристика приемника излучения.
8. Функция рассеяния линии прибора.
9. Пороговая чувствительность приемника излучения.
10. Что такое разрешающая способность объектива?
11. В чем состоит польза от введения функции передачи модуляции.
12. В чем состоит погрешность при экспериментальном определении ФРЛ.
13. Что называют частотно-контрастной характеристикой изображения?
14. Что такое Кеплеровский набор параметров орбиты?
14. Чем характеризуется солнечно – синхронная орбита?
15. Какие диапазоны спектра электромагнитных излучения используются в спутниковой аппаратуре?
16. Объясните процесс формирования полезного сигнала спутникового радиометра?
17. Как осуществляется переход от единиц отсчета АЦП в принятом сигнале к радиационной температуре?
18. Методы дистанционного определения температуры поверхности моря.
19. Принцип построения сканирующего радиометра.
20. Состав оборудования пункта приема спутниковой информации.
21. Программное обеспечение пунктов приема и обработки спутниковых изображений.
22. Для чего нужен коллиматор?
23. Как определяется разрешающая сила объектива?
24. Увеличение зрительной трубы.
24. Разрешающая сила телескопической системы.
25. Характеристики источников излучения.
26. Какая аппаратура используется для получения инфракрасных спектров.
27. Какие приемники используются для измерения излучения?

28. В чем состоит эффект Зеемана?
29. Структура спектральных линий.

4. Критерии оценивания

На дифференцированных зачетах по дисциплине «Лабораторный практикум по геокосмической физике» в 6-ом и 7-ом семестрах.

оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания при ответе на контрольные вопросы и имеющему отличный результат сдачи лабораторных работ.

оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания при ответе на контрольные вопросы и имеющему отличный результат сдачи лабораторных работ.

оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему глубокие знания при ответе на контрольные вопросы и имеющему отличный результат сдачи лабораторных работ.

оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, продемонстрировавшему твердые, систематизированные знания материала при ответе на контрольные вопросы и имеющему хороший результат сдачи лабораторных работ.

оценка «хорошо (6)» выставляется студенту продемонстрировавшему, систематизированные знания материала при ответе на контрольные вопросы и имеющему хороший результат сдачи лабораторных работ.

оценка «хорошо (5)» выставляется студенту продемонстрировавшему, систематизированные знания материала при ответе на контрольные вопросы и имеющему хороший результат сдачи лабораторных работ.

оценка «удовлетворительно (4)» выставляется, если во время ответа студент показывает нетвердое знание базовых положений, связанных с материалом контрольных вопросов, но имеет хороший результат сдачи лабораторных работ.

оценка «удовлетворительно (3)» выставляется, если во время ответа студент показывает разрозненный характер знаний, нечеткие, но без грубых ошибок, формулировки базовых положений, связанных с материалом контрольных вопросов, имеет удовлетворительный результат сдачи лабораторных работ.

оценка «неудовлетворительно (2-1)» выставляется, если во время ответа, студент показывает, что не знает большей части основного содержания материалов, связанных с контрольными вопросами, имеет удовлетворительный результат сдачи лабораторных работ.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированные зачеты по дисциплине в 6-ом и 7-ом семестрах является заключительным этапом изучения всего курса и имеет целью проверку знаний студентов по теории (ответы на контрольные вопросы) и выявление практических навыков применения полученных знаний при выполнении лабораторных работ, а также навыков самостоятельной работы с рекомендованной учебно-научной литературой.

Дифференцированный зачет проводится в устной форме и состоит в ответе на 1 - 2 контрольных вопроса, указанных в п. 3.2.

Преподавателю предоставляется право, помимо теоретических вопросов студентам дополнительные вопросы, уточняющие понимание студентом содержания курса. На подготовку к зачету и опрос отводится время в соответствии с утвержденными нормативами.