

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

УТВЕРЖДЕНО

**и.о. директора физтех-школы
физики и исследований им.
Ландау**

А.А. Воронов

Рабочая программа дисциплины (модуля)

по дисциплине:	Лабораторный практикум по прикладной электродинамике и распространению радиоволн
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Космические технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра электродинамики сложных систем и нанофотоники
курс:	2
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 60 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составили:

Н.Л. Меньших, канд. техн. наук, преподаватель

В.С. Солосин, канд. физ.-мат. наук, преподаватель

Программа обсуждена на заседании кафедры электродинамики сложных систем и нанофотоники 08.06.2022

Аннотация

Курс "Лабораторный практикум по прикладной электродинамике и распространению радиоволн" направлен на получение студентами практических знаний в области измерений радиофизических характеристик объектов. Студенты осваивают на практике экспериментальные методы исследования рассеивающих и излучающих свойств объектов, учатся выполнять фильтрацию сигналов. В рамках курса студенты работают с современной аппаратурой, получая незаменимый опыт специалиста-радиофизика. Курс направлен на подготовку специалистов высокой квалификации, способных проводить современные экспериментальные исследования и анализировать полученные результаты.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Освоение студентами фундаментальных основ электродинамики в области рассеяния и распространения электромагнитных волн радиочастотного диапазона; студентов с современной аппаратурой и экспериментальными методами исследования характеристик излучения и рассеяния объектов.

Задачи дисциплины

- освоение студентами экспериментальных методов исследования характеристик рассеяния и излучения объектов;
- получение практических навыков работы с современной аппаратурой и знакомство с ее устройством;
- освоение фундаментальных методов обработки сигналов для фильтрации помех.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов

ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики и техники;
- экспериментальные проверки теоретических моделей фундаментальных процессов и явлений в физике;
- постановку проблем дифракции и излучения волн.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение эксперимента;
- пользоваться базовым математическим аппаратом;
- ориентироваться в современной научной литературе по проблеме.

владеть:

- навками планирования, постановки задачи и обработки результатов физического эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическим моделированием физических задач.

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	Введение в практикум			4	2
2	Измерение S-параметров антенн и пассивных СВЧ устройств			8	4
3	Измерение двухпозиционной диаграммы рассеяния объекта простой формы			8	4

4	Измерение радиотехнических параметров антенн			8	4
5	Методы выделения полезного сигнала при измерениях характеристик рассеяния объектов и излучения антенн			8	4
6	Получение радиоизображения для модельного объекта			8	4
7	Измерение коэффициента зеркального отражения плоского радиопоглощающего материала			8	4
8	Методы расчета характеристик рассеяния объектов и излучения антенн			8	4
Итого часов				60	30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

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

Семестр: 3 (Осенний)

1. Введение в практикум

Знакомство с измерительным оборудованием и общими характеристиками используемой аппаратуры. Техника безопасности при работе с электрооборудованием. Понятие измеряемой физической величины. Погрешности измерения, оценка погрешности измерения. Понятие случайной величины, основы статистического анализа. Методы уменьшения случайной погрешности измерений, понятие доверительного интервала.

2. Измерение S-параметров антенн и пассивных СВЧ устройств

Выполнение лабораторной работы по измерению S-параметров антенн и пассивных СВЧ устройств. По результатам работы готовится отчет. В отчете должно присутствовать сравнение результатов проведенного эксперимента с паспортными или расчетными данными исследуемых устройств. При защите работы обсуждаются следующие теоретические аспекты: понятие S-параметров в измерении; понятие длинной линии, отражение в линии, потери и согласование отдельных устройств; процесс измерения, калибровка, влияние потерь; оценка погрешностей измерения.

3. Измерение двухпозиционной диаграммы рассеяния объекта простой формы

Выполнение лабораторной работы по измерению двухпозиционной диаграммы рассеяния объекта простой формы. Два типа двухпозиционных измерения: при фиксированном положении передающей антенны и объекта (сканирование приемной антенны) и при фиксированном положении обеих антенн (вращение объекта). По результатам работы готовится отчет. В отчете должно присутствовать сравнение результатов проведенного эксперимента с расчетными данными для исследуемого объекта. При защите работы обсуждаются следующие теоретические аспекты: понятие матрицы рассеяния; процедура измерения – учет калибровок и фона; понятие рабочей зоны и формирования квазиплоской волны; понятие безэховой камеры и роль радиопоглощающего материала вокруг объекта измерения.

4. Измерение радиотехнических параметров антенн

Выполнение лабораторной работы по измерению радиотехнических параметров антенн. По результатам работы готовится отчет. В отчете должно присутствовать сравнение результатов проведенного эксперимента с паспортными или расчетными данными для исследуемых антенн. При защите работы обсуждаются следующие теоретические аспекты: понятие диаграммы направленности, коэффициента стоящей волны и др. основных параметров антенн; поляризационные свойства антенн; калибровка антенн – метод трех антенн и эталонной антенны; процедура измерения – учет калибровок и фона; понятие рабочей зоны и формирования квазиплоской волны; понятие безэховой камеры и роль радиопоглощающего материала вокруг объекта измерения.

5. Методы выделения полезного сигнала при измерениях характеристик рассеяния объектов и излучения антенн

Выполнение лабораторной работы по выделению полезного сигнала при измерениях характеристик рассеяния объектов и излучения антенн. По результатам работы готовится отчет. В отчете должно присутствовать сравнение результатов проведенного ранее (в другой лабораторной работе) эксперимента с паспортными или расчетными данными для исследуемых объектов. При защите работы обсуждаются следующие теоретические аспекты: преобразование Фурье, фильтрация сигналов, ряд наиболее распространенных фильтров (окно Кайзера, окно Хэмминга); широкополосные сигналы; оценка погрешностей.

6. Получение радиоизображения для модельного объекта

Выполнение лабораторной работы по получению радиоизображения для модельного объекта. По результатам работы готовится отчет. При защите работы обсуждаются следующие теоретические аспекты: устройство локаторов, принцип действия радиолокатора; типы радиолокаторов; преобразование Фурье, фильтрация сигналов; широкополосные сигналы; оценка погрешностей, влияние взаимодействия между отдельными частями объекта на точность измерения.

7. Измерение коэффициента зеркального отражения плоского радиопоглощающего материала

Выполнение лабораторной работы по измерению коэффициента зеркального отражения плоского радиопоглощающего материала. По результатам работы готовится отчет. В отчете должно присутствовать сравнение результатов проведенного эксперимента для калибровочной пластины с расчетными данными. При защите работы обсуждаются следующие теоретические аспекты: методы измерения коэффициента отражения, в частности, метод измерения в свободном пространстве; процедура измерения – учет калибровок и фона; влияние дифракционных эффектов на краях пластины, границы применимости измерений по предложенной методике; способы обработки сигналов.

8. Методы расчета характеристик рассеяния объектов и излучения антенн

Выполнение лабораторной работы по расчету характеристик рассеяния объектов и излучения антенн. По результатам работы готовится отчет. В отчете должно присутствовать сравнение результатов проведенного ранее эксперимента по измерению характеристик рассеяния объекта с расчетными данными. При защите работы обсуждаются следующие теоретические аспекты: приближенные методы исследования характеристик рассеяния и излучения объектов, границы их применимости; строгие методы исследования; основы сеточных методов; основные элементы математического моделирования.

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

- 1) Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием.
- 2) Малый измерительный стенд ИТПЭ РАН, оснащенный полным комплектом оборудования для измерения (генератор сигналов, анализатор сигналов, система управления сигналами и поворотными устройствами).
- 3) Расчетный кластер ИТПЭ РАН с установленной на нем программой для электродинамического моделирования ФЕКО.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Цифровые фильтры [Текст]/Р. В. Хемминг, -М., Сов. радио, 1980
2. Антенны и устройства СВЧ [Текст] : учебник для вузов / Д. М. Сазонов .— М. : Высшая школа, 1988 .— 432 с.
- Балабуха Н.П., Зубов, А.С., Солосин В.С., Компактные полигоны для измерения характеристик рассеяния, М.:Наука, 2007.

Дополнительная литература

1. Измерение характеристик рассеяния радиолокационных целей [Текст]/Е. Н. Майзельс, В. А. Торгованов, -М., Сов. радио, 1972
1. Мицмахер М. Ю., Торгованов В. А., Безэховые камеры СВЧ, М., Радио и связь, 1982.
2. Knott E. F., Radar Cross Section Measurements, N.Y.: Van Nostrand Reinhold, 1993.
3. Wehner D.R., High Resolution Radar, Artech House, 1994.
4. Balanis C. Antenna theory: Analysis and Design, Wiley-Interscience, 2005.
5. Skolnik M. Introduction to Radar Systems, McGraw-Hill, 2001.
6. Фридман А.Э. Основы метрологии. Современный курс. С.-Пб.: НПО «Профессионал», 2008. 284 с.
7. Hemming L.H. Electromagnetic anechoic chambers. N.Y.: A John Wiley&Sons Inc. Publ., 2002.

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

1. <http://lib.mipt.ru/catalogue/1604/?t=492> – электронная библиотека Физтеха, раздел «Аналитическая геометрия».
2. <http://www.exponenta.ru> – образовательный математический сайт.
3. <http://mathnet.ru> – общероссийский математический портал.
4. <http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».
5. <http://benran.ru> –библиотека по естественным наукам Российской академии наук.
6. <http://www.i-exam.ru> – единый портал Интернет-тестирования в сфере образования.

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

На лабораторных занятиях в основном используется ПО, установленное на измерительном стенде или встроенное в прибор. Для обработки результатов измерения используются программы, позволяющие проводить статистический анализ и строить кривые результатов измерения, типа Grapher, Origin Lab, MathLab, Mathcad, Mathematica и пр. Также для написания программ по обработке сигналов могут использоваться любые языки программирования, например, С, С++, Python. Отчет по лабораторной работе предоставляется в формате pdf. Результаты расчетов, если есть сравнения с ними, могут быть представлены в программе ФЕКО или иной программе для математического моделирования.

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

Студент, изучающий дисциплину, должен, с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения и понятия, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не его механического запоминания. При затруднении изучения отдельных тем и вопросов следует обращаться за консультациями преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Космические технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра электродинамики сложных систем и нанофотоники
курс:	2
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

Н.Л. Меньших, канд. техн. наук, преподаватель

В.С. Солосин, канд. физ.-мат. наук, преподаватель

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Лабораторный практикум по прикладной электродинамике и распространению радиоволн» обучающийся должен:

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики и техники;
- экспериментальные проверки теоретических моделей фундаментальных процессов и явлений в физике;
- постановку проблем дифракции и излучения волн.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций;
- планировать оптимальное проведение эксперимента;
- пользоваться базовым математическим аппаратом;
- ориентироваться в современной научной литературе по проблеме.

владеть:

- навками планирования, постановки задачи и обработки результатов физического эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическим моделированием физических задач.

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

Лабораторные работы могут быть выполнены только очно. Сдача работ предполагает следующий формат: защита отчета по проделанной работе и беседа по теории (при этом могут быть дополнительные задачи практического или теоретического характера).

Перечень контрольных вопросов

1. Понятие длинной линии, примеры длинной линии, эквивалентные схемы.
2. Понятие согласованной нагрузки, различие между короткозамкнутой линией и режимом холостого хода
3. Понятие S-параметров, КСВ, КБВ.
4. Понятие матрицы рассеяния, свойства матрицы, запись матрицы в разных системах координат.
5. Двухпозиционная диаграмма рассеяния и диаграмма обратного рассеяния. Понятие ЭПР.
6. Критерии квазиплоской волны и критерии дальней зоны.
7. Способы формирования квазиплоской волны, понятие рабочей зоны.
8. Метод замещения, калибровка на эталонный объект.
9. Безэховая камера (БЭК): принцип, параметры, характеристики БЭК.
10. Радиопоглощающий материал для БЭК: типы, характеристики.
11. Понятие диаграммы направленности антенны, коэффициента усиления, КПД, КНД.
12. Поляризационные свойства антенн.
13. Принцип Преобразования Фурье, связь частотной и временной областей.
14. Примеры фильтров: окно Кайзера, фильтр Хэмминга, функция Кайзера-Бесселя.
15. Принцип устройства радиолокатора.
16. Влияние взаимодействия между отдельными частями сложного объекта на радиоизображение, мнимые и действительные центры рассеяния.
17. Методы измерения коэффициента отражения материала, метод свободного пространства.
18. Влияние дифракционных эффектов на измеренные значения коэффициента зеркального отражения.
19. Границы применимости метода физической оптики, примеры использования расчетов этим методом.
20. Границы применимости метода геометрической оптики, примеры использования расчетов этим методом.
21. Суть сеточных методов на примере метода моментов.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примеры контрольных заданий на дифференцированном зачёте

1. Связь S-параметров с КСВ для антенных и СВЧ устройств.
2. Способы калибровки антенны. Метод трех антенн и метод эталонной антенны.

3. Связь между моностатической и бистатической диаграммой рассеяния, теоремы эквивалентности.
4. Параметры пространственной фильтрации, преобразование частота-дальность.
5. Использование эффекта Доплера для разрешения радиоизображения.
6. Преобразование Фурье для получения поперечного портрета объекта.
7. Способы снижения влияния дифракции на краях объекта при измерении коэффициента отражения.
8. Применение метода физической оптики для расчета диаграмм направленности антенн и ЭПР объектов.
9. Применение метода физической оптики для расчета прохождения волны через диэлектрик.

Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

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

К сдаче дифференцированного зачёта допускаются студенты, выполнившие и сдавшие все лабораторные работы. По итогу защиты каждой лабораторной работы студенту ставятся две оценки: за отчет и за беседу по теории. Из этих оценок формируется средняя оценка по курсу. Для выставления оценки за дифференцированный зачёт проводится опрос обучающегося по темам курса, который не должен превышать одного астрономического часа. Окончательная оценка за зачет не может отличаться от средней оценки за все лабораторные работы больше, чем на 2 балла по 10-ти балльной системе.