

**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: | Основы разработки оптико-электронной аппаратуры дистанционного зондирования Земли |
| по направлению: | Прикладные математика и физика |
| профиль подготовки: | Космические технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий центр образовательных программ ФАКТ |
| курс: | 1 |
| квалификация: | магистр |

Семестры, формы промежуточной аттестации:

1 (осенний) - Дифференцированный зачет
2 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: В.Е. Квитка, канд. техн. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании центра образовательных программ ФАКТ 18.03.2022

Аннотация

В курсе рассматриваются ключевые понятия дистанционного зондирования Земли в видимом диапазоне спектра и методы анализа и синтеза оптимальных оптико-электронных систем. Прежде всего, вводятся основные величины и понятия, как-то – разрешающая способность, контраст, функция передачи модуляции, квантовая эффективность, производительность и др. Рассматриваются основные соотношения. Отдельные лекции посвящены оптическим системам, фотоприемникам, теории аналого-цифрового преобразования, алгоритмам сжатия изображений. Даются основные приложения теории оптико-электронных систем – камеры для дистанционного зондирования земли, гиперспектрометры, звездные датчики, датчики ориентации по Солнцу и Земле, детекторы молний и др. Обсуждаются преобразования Фурье, синусное, косинусное, Адамара, Хаара, вейвлет-преобразование как теоретическая часть изучения алгоритмов сжатия изображений. Излагаются элементы динамики космического полета. Выводятся выражения для расчета отношения сигнал/шум, разрешающей способности ОЭС по штриховой мере, выражение для точности определения координат наземных объектов.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- изучение физических основ оптико-электронных космических систем дистанционного зондирования Земли, их основных характеристик, методов синтеза систем, оптимизированных для решения различных задач ДЗЗ.

Задачи дисциплины

- приобретение теоретических знаний в области дистанционного зондирования Земли;
- изучение студентами теоретических основ для качественных и количественных оценок ключевых тактико-технических характеристик оптико-электронных космических систем ДЗЗ;
- приобретение студентами базовых навыков синтеза (определения параметров) систем дистанционного зондирования Земли.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|--|---|
| УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации |
| ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний 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-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость |
| | 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 | ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники) |
| | ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения |

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- общие сведения о существующих и перспективных отечественных и зарубежных космических системах ДЗЗ и их основные особенности;
- основные понятия, используемые при анализе и синтезе информационных составляющих космических систем ДЗЗ: разрешающую способность, ФПМ, ОСШ, НЕΔρ, отношение «сигнал-шум» и др.;
- основные параметры и целевые характеристики космических систем ДЗЗ, а также связывающие их зависимости;
- методы обработки данных, получаемых космическими системами дистанционного зондирования;
- сведения и основные характеристики составных частей систем ДЗЗ: оптических систем, фотоприемников, подсистем сжатия данных и др.;
- задачи, стоящие перед отраслью и проблемы создания систем ДЗЗ.

уметь:

- применять на практике основные понятия и физико-математические модели, используемые при анализе и синтезе космических систем ДЗЗ;
- выбирать оптимальный способ синтеза оптико-электронной системы ДЗЗ в зависимости от состава исходных данных;
- производить численные оценки по порядку величины ключевых характеристик оптико-электронной системы ДЗЗ без использования ПК;
- формулировать постановку задачи синтеза оптимальной оптико-электронной системы ДЗЗ по исходным данным;
- определять (уточнять) перечень необходимых исходных данных в случае его неполноты;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики, связанные с оптико-электронными космическими системами ДЗЗ.

владеть:

- навыками освоения большого объема междисциплинарной информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач в предметной области синтеза оптико-электронных космических систем ДЗЗ;
- навыками постановки типовых задач синтеза оптико-электронных космических систем ДЗЗ и представлениями о путях их решения.

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 | Существующие и перспективные системы ДЗЗ. Их основные характеристики. Сведения по динамике космического полета. | 4 | 2 | | 3 |
| 2 | Основные понятия, используемые в синтезе систем ДЗЗ. Расчет разрешающей способности, расчет отношения «сигнал/шум». | 4 | 4 | | 3 |

| | | | | | |
|-----------------------|--|---------------------|----|--|----|
| 3 | Оптические системы и фотоприемники. Их характеристики. | 4 | 4 | | 3 |
| 4 | Алгоритмы обработки изображений (сжатие, улучшение, кодирование). Влияние на качество изображений. | 3 | 5 | | 6 |
| 5 | Алгоритмы обработки изображений (сжатие, улучшение, кодирование). Влияние на качество изображений. | 4 | 4 | | 6 |
| 6 | Калибровка оптико-электронных систем как необходимый этап достижения требуемых параметров системы. | 4 | 4 | | 8 |
| 7 | Системный уровень ДЗЗ. Производительность и ее критерии. Возможные пути ее максимизации. | 4 | 4 | | 8 |
| 8 | Специальные оптико-электронные системы. | 3 | 3 | | 8 |
| Итого часов | | 30 | 30 | | 45 |
| Подготовка к экзамену | | 30 час. | | | |
| Общая трудоёмкость | | 135 час., 3 зач.ед. | | | |

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

Семестр: 1 (Осенний)

1. Существующие и перспективные системы ДЗЗ. Их основные характеристики. Сведения по динамике космического полета.

Введение, предмет, цели и задачи курса. Назначение, классификация и состав космических информационных систем мониторинга (наблюдения). Основы космического наблюдения. Исторические, существующие и перспективные системы мониторинга. Тенденции закономерности развития систем мониторинга. Сведения о динамике космического полета.

2. Основные понятия, используемые в синтезе систем ДЗЗ. Расчет разрешающей способности, расчет отношения «сигнал/шум».

Линейные системы Апертурная функция, переходная характеристика, интеграл свертки. Оптическая передаточная функция. Функция передачи модуляции, частотно-контрастная характеристика (ЧКХ).

Функциональная схема информационного оптико-электронного тракта. Частота Найквиста.

Способ оценки ЧКХ бортовой части оптико-электронного тракта. Меры качества изображений, формируемых космическими системами наблюдения. Линейное разрешение на местности. Тест-объекты.

Принцип расчета линейного разрешения на местности. Сквозное частотно-энергетическое уравнение.

3. Оптические системы и фотоприемники. Их характеристики.

Оптические схемы космических телескопов, их преимущества и недостатки. Характеристики космических телескопов. Аберрации 3-го порядка. Методики измерения ЧКХ.

Виды фотоприемников различных спектральных диапазонов. ПЗС и КМОП матрицы. Режим временной задержки с накоплением. ЧКХ фотоприемников. Шум фотоприемника и его составляющие. Квантовая эффективность фотоприемника.

4. Алгоритмы обработки изображений (сжатие, улучшение, кодирование). Влияние на качество изображений.

Аналого-цифровое преобразование изображения в системах наблюдения Алгоритмы Хэмминга, БЧХ, Рида-Соломона.

Сжатие изображений. Критерии качества сжатых изображений. Дискретные унитарные преобразования (Фурье, синустное, косинусное, Адамара, Хара, наклонное) Вейвлет-преобразование.

Семестр: 2 (Весенний)

5. Алгоритмы обработки изображений (сжатие, улучшение, кодирование). Влияние на качество изображений.

Алгоритмы сжатия изображений ДИКМ, JPEG, JPEG2000, ИСИ, SPIHT, H.264.

Улучшение и реставрация изображений. Видоизменение гистограммы. Подавление шумов. Подчеркивание границ и перепадов.

6. Калибровка оптико-электронных систем как необходимый этап достижения требуемых параметров системы.

Фотометрическая калибровка оптико-электронного тракта. Методики калибровки. Пересчет чувствительности. Гониометрическая калибровка оптико-электронного тракта. Дисторсия. Координатная привязка изображений. Стереоскопическая съемка. Формула прямой фотограмметрической засечки. Цифровые модели местности.

7. Системный уровень ДЗЗ. Производительность и ее критерии. Возможные пути ее максимизации.

Системная оценка систем наблюдения. Критерии производительности систем наблюдения. Зависимости производительности от характеристик системы.

8. Специальные оптико-электронные системы.

Специальные оптико-электронные системы. Назначение гиперспектрометров примеры использования гиперспектральных изображений. Дисперсионные гиперспектрометры. Фурье гиперспектрометры. Оптические схемы гиперспектрометров. Принципы энергетического расчета гиперспектрометров.

Звездные датчики. Энергетический и точностной расчет звездных датчиков. Алгоритмы обработки изображений в звездных датчиках. Распознавание звезд.

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

аудитория, компьютер и мультимедийное оборудование (проектор, звуковая система).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Теория и расчет оптико-электронных приборов [Текст] : учебное пособие / Ю. Г. Якушенков .— / 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Логос, 1999 .— 479 с.

Фонд литературы кафедры:

1. Цифровая обработка изображений [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Б. Яне ; пер. с англ. А. М. Измайловой .— М. : Техносфера, 2007 .— 584 с.
2. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений [Текст] / Н. А. Шовенгердт; пер. с англ. А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова .— [Учебное изд.] .— М. : Техносфера, 2013 .— 592 с.
3. Ллойд Дж. Системы тепловидения. М.: Мир. 1978 г., 414 с.

Дополнительная литература

1. Цифровая обработка изображений [Текст], [монография]/Р. Гонсалес, Р. Вудс , -М., Техносфера, 2012

Фонд литературы кафедры:

1. Системы наблюдения и мониторинга. А.И. Бакланов. М.: Бином, 2009 г., 234 с.

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

1. <https://directory.eoportal.org>

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

В процессе занятий используются пакеты офисного программного обеспечения Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint), OpenOffice, Matlab.

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

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 конспектам лекций и материалам семинарских занятий;
- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- разбор примеров и задач, предлагаемых студентам на лекциях и семинарских занятиях.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется преподавателем в форме выборочных опросов на лекциях и семинарах и индивидуальных консультаций.

В отсутствие в программе дисциплины домашних заданий и контрольных работ, основными показателями владения материалом являются оценки в ходе рубежного контроля, а также в процессе промежуточной (дифференцированный зачет) и итоговой (экзамен) аттестации умения демонстрировать знания, полученные из материалов лекций, семинаров и рекомендуемой литературы при ответах на основные вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| | |
|----------------------------|--|
| по направлению: | Прикладные математика и физика |
| профиль подготовки: | Космические технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий центр образовательных программ ФАКТ |
| курс: | <u>1</u> |
| квалификация: | магистр |

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 1 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 2 (весенний) - Экзамен

Разработчик: В.Е. Квитка, канд. техн. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации |
| ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний 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-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость |
| | 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-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники) |
| | ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения |
| | ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений |

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Основы разработки оптико-электронной аппаратуры дистанционного зондирования Земли» обучающийся должен:

знать:

- общие сведения о существующих и перспективных отечественных и зарубежных космических системах ДЗЗ и их основные особенности;
- основные понятия, используемые при анализе и синтезе информационных составляющих космических систем ДЗЗ: разрешающую способность, ФПМ, ОСШ, НЕДр, отношение «сигнал-шум» и др.;
- основные параметры и целевые характеристики космических систем ДЗЗ, а также связывающие их зависимости;
- методы обработки данных, получаемых космическими системами дистанционного зондирования;
- сведения и основные характеристики составных частей систем ДЗЗ: оптических систем, фотоприемников, подсистем сжатия данных и др.;
- задачи, стоящие перед отраслью и проблемы создания систем ДЗЗ.

уметь:

- применять на практике основные понятия и физико-математические модели, используемые при анализе и синтезе космических систем ДЗЗ;
- выбирать оптимальный способ синтеза оптико-электронной системы ДЗЗ в зависимости от состава исходных данных;
- производить численные оценки по порядку величины ключевых характеристик оптико-электронной системы ДЗЗ без использования ПК;
- формулировать постановку задачи синтеза оптимальной оптико-электронной системы ДЗЗ по исходным данным;
- определять (уточнять) перечень необходимых исходных данных в случае его неполноты;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики, связанные с оптико-электронными космическими системами ДЗЗ.

владеть:

- навыками освоения большого объема междисциплинарной информации;
- культурой постановки и моделирования физических задач в предметной области синтеза оптико-электронных космических систем ДЗЗ;
- навыками постановки типовых задач синтеза оптико-электронных космических систем ДЗЗ и представлениями о путях их решения.

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

Основными показателями усвоения материалов изучения дисциплины являются оценки преподавателя в ходе рубежного контроля, в процессе аттестации умения демонстрировать знания, полученные из проработки материалов лекций, практических занятий и рекомендуемой основной и дополнительной литературы при ответах вопросы при проведении дифференцированного зачета, основные и дополнительные вопросы экзаменационного билета.

Рубежный контроль применяется в следующих формах:

- оценка ответов на вопросы в процессе краткого (до 5 мин) выборочного устного опроса перед началом каждого практического занятия по материалам предыдущего занятия;
- оценка умения решать у доски и/или в письменном виде типовые примеры и/или задачи, рассматриваемые на практических занятиях;
- оценка активности и ответов на вопросы при решении типовых задач в соответствии с программой практических занятий.

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

Перечень контрольных вопросов (в произвольном порядке) для подготовки к дифференцированному зачету и экзамену:

1. Орбиты, используемые космическими системами ДЗЗ*.
2. Классификация космических систем дистанционного зондирования Земли*.
3. Поле скорости бега изображения в фокальной плоскости.
4. Исторические, существующие и перспективные системы мониторинга*.
5. Тенденции развития космических систем ДЗЗ*.
6. Тангажное замедление. Преимущества и недостатки использования тангажного замедления. Его влияние на параметры оптико-электронной системы ДЗЗ.
7. Линейные системы. Функция передачи модуляции. Функция передачи контраста*.
8. Энергетический расчет оптико-электронного тракта. Расчет величины сигнала и отношения «сигнал/шум»*.
9. Разрешающая способность космических систем ДЗЗ. Методика расчета разрешающей способности*.
10. Оптические системы, применяемые в дистанционном зондировании*.
11. Алгоритмы обработки изображений в звездных датчиках.
12. Аберрации третьего порядка оптических систем*.
13. Цветовые модели изображений.
14. Звездные датчики. Энергетический расчет звездного датчика.

15. ФПМ дифракционно-ограниченного объектива, ФПМ абберрационно-ограниченного объектива, ФПМ расфокусировки. Методы измерения ФПМ*.
16. Шумы фотоприемников. Источники шумов. Факторы, влияющие на различные виды шума и методы их минимизации*.
17. Виды ФПЗС с точки зрения организации считывания. Их преимущества и недостатки.
18. Роль и место линейных и матричных фотоприемников в оптико-электронной аппаратуре ДЗЗ*.
19. Алгоритмы сжатия изображений, применяемые в дистанционном зондировании. Их преимущества и недостатки.
20. Критерии качества сжатых изображений. Шкала оценки качества изображений NIIRS.
21. Вейвлет-преобразование. Алгоритм сжатия изображений SPIHT.
22. Алгоритм ДИКМ.
23. Алгоритм сжатия изображений JPEG.
24. Алгоритм сжатия изображений H.254.
25. Дискретные унитарные преобразования.
26. Помехоустойчивое кодирование. Коды Хэминга, БЧХ.
27. Фотометрическая калибровка оптико-электронных систем. Преимущества и недостатки различных способов фотометрической калибровки.
28. Фотограмметрическая калибровка оптико-электронных систем
29. Основные понятия в координатной привязке изображений. Формула прямой фотограмметрической засечки.
30. Улучшение изображений. Подавление шумов. Повышение резкости.
31. Гиперспектральные системы наблюдения. Виды гиперспектрометров. Их преимущества и недостатки.
32. Системная оценка космических систем ДЗЗ.
33. Дисперсионные гиперспектрометры.
34. Фурье-гиперспектрометры.
35. Геоостационарные космические системы наблюдения. Детекторы молний. Радиометры радиационного баланса.
36. Клиновые гиперспектрометры.

Примеры экзаменационных билетов:

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Классификация космических систем дистанционного зондирования Земли.
2. Поле скорости бега изображения в фокальной плоскости.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Абберрации третьего порядка оптических систем.
2. Звездные датчики. Энергетический расчет звездного датчика.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Алгоритм сжатия изображений H.254.
2. Системная оценка космических систем ДЗЗ.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Фурье-гиперспектрометры.
2. Геоостационарные космические системы наблюдения. Детекторы молний.

Критерии оценивания

оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе на вопросы экзаменационного билета, а также на дополнительные вопросы (вне экзаменационного билета) и задачи по программе дисциплины.

оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе на вопросы экзаменационного билета, а также на дополнительные вопросы (вне экзаменационного билета) по программе дисциплины.

оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе на вопросы экзаменационного билета и правильные ответы не менее чем на два из трех дополнительных вопросов (вне экзаменационного билета) по программе дисциплины.

оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, продемонстрировавшему твердые, систематизированные знания материала экзаменационного билета, но допускающему в ответе на вопросы по билету или дополнительные, уточняющие вопросы в рамках билета неточности, не связанные с принципиальными ошибками или не знанием материала.

оценка «хорошо (6)» выставляется студенту продемонстрировавшему, систематизированные знания материала экзаменационного билета, но допускающему в ответе на дополнительные, уточняющие вопросы (не более пяти) в рамках билета не более двух ошибочных ответов, не связанных с принципиальным непониманием материала.

оценка «хорошо (5)» выставляется студенту продемонстрировавшему, систематизированные знания материала экзаменационного билета, но допускающему в ответе на дополнительные, уточняющие вопросы (не более пяти) в рамках билета не более четырех ошибочных ответов, не связанных с принципиальным непониманием материала.

оценка «удовлетворительно (4)» выставляется, если во время ответа на вопросы экзаменационного билета, а при необходимости и дополнительных вопросов (вне рамок билета) студент показывает нетвердое знание базовых положений, связанных с материалом билета и дополнительных вопросов (допускает ошибки в определениях, фундаментальные законы, и т.п.), допускает нарушение логической последовательности при ответах, но при этом демонстрирует знание основных разделов учебной программы.

оценка «удовлетворительно (3)» выставляется, если во время ответа на вопросы экзаменационного билета студент показывает разрозненный характер знаний, нечеткие, но без грубых ошибок, формулировки базовых положений, входящих в материалы билета, допускает нарушение логической последовательности в изложении программного материала, но при этом демонстрирует общее понимание и ключевые знания основных разделов учебной программы.

оценка «неудовлетворительно (2-1)» выставляется, если во время ответа на вопросы экзаменационного билета, студент показывает, что не знает большей части основного содержания материалов билета, допускает грубые ошибки при формулировках базовых положений, входящих в материалы билета; во время ответа на вопросы билета обращается к справочным материалам (конспектам лекций, семинаров и пр.).

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

Время проведения дифференцированного зачета составляет 2 часа, на подготовку обучающемуся предоставляется не менее 40 минут.

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.

По завершении отведенного на опрос времени, экзаменатор должен выставить обучающемуся оценку в соответствии с вышеприведенными критериями.

В экзаменационный билет по дисциплине включены 2 вопроса:

1-й по материалам программы модулей 1-4;

2-ой по материалам программы модулей 5-8.

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов.

Преподавателю предоставляется право, помимо теоретических вопросов студентам дополнительные вопросы, уточняющие понимание содержания курса.

Во время проведения экзамена при подготовке ответов на билеты, обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, конспектами лекций и любой другой литературой.

Во время проведения экзамена при ответе обучающегося на вопросы по билету или по программе дисциплины, он не может пользоваться конспектами лекций и любой другой литературой.