

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

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
прикладной математики и
информатики**

А.М. Райгородский

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Алгебра логики, комбинаторика, теория графов
по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Математическое моделирование и компьютерные технологии Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра математических основ управления
курс:	1
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 75 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Количество контрольных работ, заданий: 3

Программу составил: А.А. Рубцов, канд. физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры математических основ управления 12.02.2024

Аннотация

«Алгебра логики, комбинаторика, теория графов» — базовый вводный курс, прививающий студентам азы математической культуры, необходимые для последующего изучения как математических дисциплин, так и компьютерных наук. Курс знакомит с такими фундаментальными понятиями как множество, функции и отображения, булевы функции, алгебра логики, отношения и графы. Они важны как для дальнейшего изучения Computer Science, так и в качестве основы «чистой» математики. С другой стороны, для плодотворного развития Computer Science требуется понимание того, что такое доказательство. Доказательства корректности многих алгоритмов являются, по сути, доказательствами теорем, поэтому в рамках данного курса особое внимание уделяется доказательствам. Курс завершается изучением производящих функций — важным математическим аппаратом современной комбинаторики. Для изучения этой темы студенты должны владеть базовыми знаниями из математического анализа: уметь дифференцировать, интегрировать и применять формулу Тейлора. Заключительным этапом всего курса является дифференцированный зачет, целью которого является проверка теоретических знаний студентов, а также выявление практических навыков применения полученных знаний при выполнении практических заданий.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- знакомство с базовыми понятиями алгебры логики, комбинаторики, теории графов (АЛКТГ). Развитие математической культуры доказательств. Изучение фундаментальных разделов, относящихся к дискретной математике - АЛКТГ, необходимых для успешного прохождения последующих курсов алгоритмического цикла.

Задачи дисциплины

- научить студентов работать с формальными определениями, изучать доказательства и решать задачи с использованием доказательств;
- освоение студентами базовых знаний (понятий, концепций, методов и моделей) в областях алгебры логики, комбинаторики и теории графов (АЛКТГ);
- приобретение теоретических знаний и практических умений и навыков в области АЛКТГ;
- мотивация студентов к проведению собственных теоретических исследований в области дискретной математики.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
	ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации
	ПК-2.2 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого научного коллектива
	ПК-2.3 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории дискретной математики (АЛКТГ);
- современные проблемы соответствующих разделов дискретной математики (АЛКТГ);
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла АЛКТГ;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач дискретной математики (АЛКТГ).

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач АЛКТГ;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач АЛКТГ, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области АЛКТГ в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач АЛКТГ (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов АЛКТГ;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

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	Алгебра логики.	2	2		5
2	Множества и логика.	2	2		5
3	Математические определения, утверждения и доказательства.	2	4		5
4	Графы.	4	4		5
5	Двудольные графы, паросочетания и функции.	2	2		6
6	Комбинаторика.	6	6		6
7	Бинарные отношения. Отношения эквивалентности.	2	2		10
8	Ориентированные графы и отношения порядка.	2	2		10
9	Булевы функции.	2	2		10
10	Производящие функции.	6	4		13
Итого часов		30	30		75
Подготовка к экзамену		0 час.			

Общая трудоёмкость	135 час., 3 зач.ед.
--------------------	---------------------

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

Семестр: 1 (Осенний)

1. Алгебра логики.

Высказывания и логические связки. Булевы функции и способы их задания: таблицы истинности, формулы, вектор значений. Законы коммутативности, ассоциативности и дистрибутивности, приоритет операций. Законы поглощения. Равенство булевых функций (и булевых формул). Существенные и фиктивные переменные.

2. Множества и логика.

Множества и операции над ними. Связь алгебры логики и алгебры множеств: предикаты, универсум и дополнение, законы де Моргана, кванторы, эквивалентность тождеств алгебры множеств и алгебры логики, импликация и включение множеств, контрапозиция.

3. Математические определения, утверждения и доказательства.

Определение, утверждение, теорема, критерий. Запись утверждений в кванторах (формулы первого порядка). Методы доказательств: контрапозиция, индукция, от противного, конструктивные (примеры и контрпримеры), неконструктивные.

4. Графы.

Графы I. Неориентированные графы.

Определение неориентированных графов. Степень вершины. Сумма степеней вершин — удвоенное количество рёбер. Число людей, сделавших нечётное число рукопожатий, чётно. Теоретико-множественные операции с графами. Определение подграфа. Определение путей и циклов (через подграфы). Связные графы и компоненты связности (через подграфы).

Графы II. Деревья.

Связность. Теорема «#компонент связности $\geq |V| - |E|$ ». Маршруты и замкнутые маршруты. Между двумя вершинами графа есть путь, если между ними есть маршрут. Деревья. Теорема об эквивалентности четырёх свойств. Расстояние между вершинами, диаметр графа. Диаметр любого связного графа не превосходит $|V| - 1$. Двураскрашиваемый граф. Граф двураскрашиваемый тогда и только тогда, когда нет циклов нечётной длины. Эйлеровы маршруты.

5. Двудольные графы, паросочетания и функции.

Двудольные графы и паросочетание. Теорема Холла (без доказательства). Функции (область определения, множество значений, образ, полный прообраз). Отображения (всюду определённые функции): инъекции, сюръекции, биекции. Отображения и задача о назначениях. Изоморфизм графов. Доказательство теоремы Холла*.

6. Комбинаторика.

Комбинаторика I. Правила суммы и произведения.

Отображения и подсчёты. Правило суммы. Правило произведения — биекция с декартовым произведением множеств. Число двоичных слов длины n . Число подмножеств n -элементного множества. Размещения. Перестановки. Подсчёт количества слов длины k с разными буквами. Подсчёты с кратностью: сколько различных слов можно составить из слова «Математика»? Число сочетаний. Количество k -элементных подмножеств n -элементного множества. Дискретная вероятность.

Комбинаторика II. Биномиальные коэффициенты.

Количество путей по узлам клеток (вправо и вверх) из $(0,0)$ в (i,j) есть число сочетаний из $i+j$ по i . Треугольник Паскаля и его свойства: симметрия, возрастание биномиальных коэффициентов к середине, оценка центрального коэффициента. Бином Ньютона и биномиальные коэффициенты. Рекуррентное соотношение. Сумма биномиальных коэффициентов и её комбинаторный смысл. Знакопеременная сумма биномиальных коэффициентов. Комбинаторные доказательства. Рекуррентное соотношение на биномиальные коэффициенты в треугольнике Паскаля. Задача о командире и солдатах. Метод точек и перегородок. Формула Муавра. Число мономов степени d . Число сочетаний с повторениями. Числа Фибоначчи. Числа Каталана (доказательство явной формулы).

Комбинаторика III. Формула включений-исключений.

Характеристические функции. Доказательство формулы включений-исключений. Примеры: количество чисел от 1 до 1000 не делящихся ни на 3, ни на 5, ни на 7; связь со знакопеременной суммой биномиальных коэффициентов; подсчёт сюръекций. Подсчёт числа отображений (всюду определённых функций), функций, инъекций, биекций из n -элементного множества в n -элементное множество Множества и функции. Смысл обозначений 2^A для множества всех подмножеств и Y^X для множества отображений из X в Y . Принцип Дирихле: при $m > n$ нет инъекции из $\{1, \dots, m\}$ в $\{1, \dots, n\}$.

7. Бинарные отношения. Отношения эквивалентности.

Формальное определение отношений и их свойств: рефлексивность, транзитивность, симметричность, антисимметричность. Задание бинарного отношения таблицей, двудольным графом, перечислением пар. Примеры отношений эквивалентности: рациональные числа, равные и подобные треугольники, неопределённые интегралы. Формальное определение. Т.: Классы эквивалентности не пересекаются или совпадают. Теоретико-множественные операции с отношениями. Операция обращения. Описание с помощью булевых матриц. Композиция отношений (связь с базами данных).

8. Ориентированные графы и отношения порядка.

Определение ориентированного графа. Исходящие и входящие степени — аналог формулы суммы степеней для неориентированного графа. Компоненты сильной связности. Т.: Следующие условия для ориентированного графа равносильны:

- Каждая компонента сильной связности тривиальна (состоит из одной вершины).
- Граф ациклический.
- Вершины графа можно занумеровать так, что рёбра идут только от вершин с меньшим номером к вершинам с большим номером.

Примеры отношений (частичного) порядка, формальное определение. Линейный порядок. Отношение непосредственного следования и его граф (диаграмма Хассе). Покоординатный порядок. Булев куб — двоичные слова, упорядоченные покоординатно.

9. Булевы функции.

Алгоритм построения ДНФ (и КНФ) по таблице истинности Определение булевых схем, реализующих булевы функции, через последовательности присваиваний и графов (стандартный базис). Задание функции булевой схемой (последовательностью присваиваний) Формулы—схемы специального вида Общее определение схем (для произвольного базиса). Базис — полный базис. Монотонные функции: неполнота монотонного базиса $\{\wedge, \vee\}$, связь с множествами (монотонность по включению), раскраска булева куба, оценка числа монотонных булевых функций. Многочлены Жегалкина. Классы Поста. Формулировка теоремы Поста.

10. Производящие функции.

Определения и примеры. Производящая функция бинома Ньютона Свойства, нужные для математического анализа (экспонента растёт быстрее полинома и т.п.). Применение для решения комбинаторных задач Задача Муавра. Задача о счастливых билетах. Найти число целочисленных решений системы уравнений вида $x_1 + x_2 + \dots + x_k = n$ с ограничениями на значения переменных. Число разбиений n на различные слагаемые совпадает с числом разбиений n на нечётные слагаемые. Свёртки. Пример использования для вычисления производящей функции последовательности. Числа Каталана. *Общий метод для линейно-рекуррентных последовательностей. Числа Стирлинга первого рода (без знака). Задача о числе беспорядков. Числа Фибоначчи. Числа Стирлинга второго рода. Числа Белла.

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. Дискретный анализ. Комбинаторика. Алгебра логики. Теория графов [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. И. Журавлев, Ю. А. Флеров, О. С. Федько ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— М. : МФТИ, 2012 .— 248 с.
2. Сборник задач по дискретному анализу. Комбинаторика. Элементы алгебры логики. Теория графов [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. И. Журавлев [и др.] ; М-во образования Рос. Федерации, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— 2-е изд. — М. : МФТИ, 2000, 2004 .— 100 с.
3. Дискретная математика для программистов [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ф. А. Новиков .— 3-е изд. — СПб. : Питер, 2008, 2009 .— 384 с.

Дополнительная литература

1. Конкретная математика. Основание информатики [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Р. Грэхем, Д. Кнут, О. Паташник ; пер. с англ. Б. Б. Походзея, А. Б. Ходулёва ; под ред. А. Б. Ходулёва .— 3-е изд. — М. : Мир : Бином. Лаб. знаний, 2009 .— 703 с.
2. Введение в дискретную математику [Текст] : учеб. пособие для вузов : доп. М-вом образования Рос. Федерации / С. В. Яблонский .— 4-е изд., стереотип. — М. : Высшая школа, 2003 .— 384 с.

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

Личный сайт лектора <http://rubtsov.su>, сайт кафедры <http://www.mou.mipt.ru>

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

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

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

Студент, изучающий курс алгебры логики, комбинаторики, теории графов, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

Успешное освоение дисциплины требует:

- посещения студентом всех видов аудиторных занятий;
- ведения конспекта в ходе лекционных занятий;
- качественной самостоятельной подготовки к практическим занятиям, активной работы на них;
- активной самостоятельной и аудиторной работы студента;
- своевременной сдачи преподавателю заданий по аудиторным видам работ.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Математическое моделирование и компьютерные технологии Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра математических основ управления
курс:	1
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: А.А. Рубцов, канд. физ.-мат. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
	ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации
	ПК-2.2 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого научного коллектива
	ПК-2.3 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Алгебра логики, комбинаторика, теория графов» обучающийся должен:

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории дискретной математики (АЛКТГ);
- современные проблемы соответствующих разделов дискретной математики (АЛКТГ);
- понятия, аксиомы, методы доказательств и доказательства основных теорем в разделах, входящих в базовую часть цикла АЛКТГ;
- основные свойства соответствующих математических объектов;
- аналитические и численные подходы и методы для решения типовых прикладных задач дискретной математики (АЛКТГ).

уметь:

- понять поставленную задачу;
- использовать свои знания для решения фундаментальных и прикладных задач АЛКТГ;
- оценивать корректность постановок задач;
- строго доказывать или опровергать утверждение;
- самостоятельно находить алгоритмы решения задач АЛКТГ, в том числе и нестандартных, и проводить их анализ;
- самостоятельно видеть следствия полученных результатов;
- точно представить математические знания в области АЛКТГ в устной и письменной форме.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации и решения задач АЛКТГ (в том числе, сложных);
- навыками самостоятельной работы и освоения новых дисциплин;
- культурой постановки, анализа и решения математических и прикладных задач, требующих для своего решения использования математических подходов и методов АЛКТГ;
- предметным языком дискретной математики и навыками грамотного описания решения задач и представления полученных результатов.

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

На каждом семинаре студентам предлагаются домашние задания, например, такое:

Пример домашнего задания

Домашняя работа

Верно ли, что для любых множеств A и B выполняется равенство $(A \setminus B) \cap ((A \cup B) \setminus (A \cap B)) = A \setminus B$?

Верно ли, что для любых множеств A , B и C выполняется равенство $((A \setminus B) \cup (A \setminus C)) \cap (A \setminus (B \cap C)) = A \setminus (B \cup C)$?

Верно ли, что для любых множеств A , B и C выполняется равенство $(A \cap B) \setminus C = (A \setminus C) \cap (B \setminus C)$?

Верно ли, что для любых множеств A и B выполняется включение $(A \cup B) \setminus (A \setminus B) \subseteq B$?

Пусть $P = [10, 40]$; $Q = [20, 30]$; известно, что отрезок A удовлетворяет соотношению $((x \in A) \rightarrow (x \in P)) \wedge ((x \in Q) \rightarrow (x \in A))$.

Найдите отрезок A максимально возможной длины.

Найдите отрезок A минимально возможной длины.

Про множества A , B , X , Y известно, что $A \cap X = B \cap X$, $A \cup Y = B \cup Y$. Верно ли, что тогда выполняется равенство $A \cup (Y \setminus X) = B \cup (Y \setminus X)$?

Пусть $A_1 \supseteq A_2 \supseteq A_3 \supseteq \dots \supseteq A_n \supseteq \dots$ — невозрастающая последовательность множеств. Известно, что $A_1 \setminus A_4 = A_6 \setminus A_9$. Докажите, что $A_2 \setminus A_7 = A_3 \setminus A_8$.

Пусть A , B , C , D — такие отрезки прямой, что $A \Delta B = C \Delta D$ (симметрические разности равны). Верно ли, что выполняется включение $A \cap B \subseteq C$?

Пример контрольной работы

1. Для какого слова ложно высказывание

«Первая буква слова гласная \rightarrow (Вторая буква слова гласная \vee Последняя буква слова гласная)»?

1) жара; 2) орда; 3) огород; 4) парад.

2. Докажите, что $x \rightarrow y = x \rightarrow \neg \forall y$; $x \wedge y = \neg(x \rightarrow \neg y) \rightarrow (x \rightarrow y) = x \wedge y$.

3. Найдите для формулы $(x \wedge z) \vee (x \wedge \neg z) \vee \neg(\neg x \rightarrow \neg y)$ равносильную формулу (среди формул ниже), преобразовав первую.

а) 1; б) $x \wedge (z \vee y)$; в) $x \vee y$; г) y .

4. Докажите дистрибутивность дизъюнкции относительно эквивалентности:

$x \vee (y \leftrightarrow z) = (x \vee y) \leftrightarrow (x \vee z)$.

5. Булева функция $\text{MAJ}(x_1, x_2, x_3)$ возвращает 1 тогда и только тогда, когда хотя бы две переменные из трёх равны. Выразите $\text{MAJ}(x_1, x_2, x_3)$ через булеву формулу.

6. Докажите следующие формулы разложений (Шеннона и Риди):

$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = (x_1 \wedge f(0, x_2, \dots, x_n)) \vee (x_1 \wedge f(1, x_2, \dots, x_n))$;

$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = ((1 \oplus x_1) \wedge f(0, x_2, \dots, x_n)) \oplus (x_1 \wedge f(1, x_2, \dots, x_n))$.

7. Булева функция задана вектором значений: $f(x_1, x_2, x_3) = 10100101$.

а. Опишите f через таблицу истинности.

б. Какие переменные f являются существенными; фиктивными?

с. Опишите f через булеву формулу.

8. Булева функция f задана формулой. Выразите f через таблицу истинности и формулу с операциями \wedge, \vee, \neg (в стандартном базисе):

$f(x_1, x_2) = x_1 \oplus x_2 \oplus (x_1 \wedge x_2)$;

$f(x_1, x_2, x_3) = x_1 \oplus x_2 \oplus x_3 \oplus (x_1 \wedge x_2) \oplus (x_1 \wedge x_3) \oplus (x_2 \wedge x_3) \oplus (x_1 \wedge x_2 \wedge x_3)$.

9. Докажите, что не существует булевой функции $f(x, y)$, существенно зависящей от обеих переменных, такой что

$\neg(f(x, y)) = f(x, \neg y)$.

10. Докажите, что любое тождество вида $A = B$, где A и B — булевы формулы со связками \wedge, \vee, \neg , останется верным, если в нём все конъюнкции заменить на дизъюнкции, а дизъюнкции заменить на конъюнкции.

11. Постройте такую логическую связку (булеву функцию от двух переменных), что любая булева функция выразима в виде формулы с этой связкой.

1. Алгебра логики. Булевы функции и способы их задания: таблицы истинности, формулы, вектор значений.
2. Законы коммутативности, ассоциативности и дистрибутивности, приоритет операций.
3. Законы поглощения.
4. Равенство булевых функций (и булевых формул).
5. Существенные и фиктивные переменные.
6. Множества и логика. Множества и операции над ними.
7. Связь алгебры логики и алгебры множеств: предикаты, универсум и дополнение, законы де Моргана, кванторы, эквивалентность тождеств алгебры множеств и алгебры логики, импликация и включение множеств, контрапозиция.
8. Математические определения, утверждения и доказательства.
Определение, утверждение, теорема, критерий. Запись утверждений в кванторах (формулы первого порядка).
9. Методы доказательств: контрапозиция, индукция, от противного, конструктивные (примеры и контрпримеры), неконструктивные.
10. Изоморфизм графов.
11. Числа Фибоначчи.

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

Дифференцированный зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий и других видов работ, предусмотренных программой дисциплины, и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме.

При проведении устного дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося не должен превышать одного астрономического часа.

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, конспектами лекций или другими материалами.