

**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:	Системное проектирование и моделирование
по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Прикладная математика и информатика Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра управляющих и информационных систем
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

1 (осенний) - Дифференцированный зачет

2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 60 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 75 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: Л.В. Вишнякова, д-р техн. наук, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры управляющих и информационных систем 14.03.2024

Аннотация

Курс дает понятие о системном анализе как о дисциплине изучающей методы моделирования и анализа, возникающих при проектировании сложных технических объектов, когда выбор альтернативного проектного решения требует учета большого объема разнородной информации. Изучаются технологии проектирования технических объектов в системах автоматизированного проектирования. Дается описание системного подхода к проектированию и основных принципов системного подхода при проектировании сложных систем.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- дать обучаемым фундаментальные знания по теоретическим основам разработки сложных технических систем с помощью применения математического моделирования. В качестве сложных систем рассматриваются современные авиационно-ракетные комплексы.

Задачи дисциплины

- освоение студентами основ системного анализа и исследования операций для решения задачи обоснования структуры построения и выбора технических характеристик больших авиационно-ракетных систем;
- приобретение теоретических знаний в области принятия решений в условиях неопределенности;
- приобретение теоретических знаний и навыков практического использования методов декомпозиции, методов оптимизации, методов операционного моделирования.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-5 Способен и готов к профессиональному росту и руководству коллективом в области информатики и вычислительной техники, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	ОПК-5.1 Способен работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
	ОПК-5.2 Владеет навыком руководства малым коллективом в сфере своей профессиональной деятельности
	ОПК-5.3 Стремится к получению новых знаний, профессиональному и личностному росту
	ОПК-5.4 Способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов
ПК-2 Понимает и способен применить в научно-исследовательской и прикладной деятельности основные законы естествознания, современный математический аппарат и алгоритмы, современные информационно-коммуникационные технологии	ПК-2.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, владеет знанием основ философии и методологии науки; знанием методов научных исследований и навыками их проведения
	ПК-2.2 Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности
	ПК-2.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационно-коммуникационных технологий
	ПК-2.4 Владеет методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов, использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического поиска, опыт работы с научными источниками
ПК-3 В	ПК-3.1 Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания

ПК-5 Владеет навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и докладами устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера, представления материалов собственных исследований	ПК-3.2 Умеет вести корректную дискуссию в области информационных технологий задавать вопросы и отвечать на поставленные вопросы по теме научной работы
	ПК-3.3 Имеет практический опыт участия в научных студенческих конференциях, очных, виртуальных, заочных обсуждениях научных проблем в области информационных технологий
ПК-1 Готов к включению в профессиональное сообщество; способен проводить под научным руководством локальные исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	ПК-1.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации; владеет навыками подготовки научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языке
	ПК-1.2 Умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей программного обеспечения в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой
	ПК-1.3 Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации при анализе объекта научной и профессиональной деятельности

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- теоретические основы системного проектирования сложных авиационно-ракетных комплексов методами математического моделирования;
- этапы разработки современных сложных технических систем и место математического моделирования на каждом из них;
- постановку задачи оптимального проектирования сложной технической системы, в том числе для авиационно-ракетных комплексов и систем;
- основные обобщенные характеристики авиационно-ракетных комплексов и систем;
- методы анализа и синтеза сложных технических систем на примере авиационно-ракетных комплексов;
- методы принятия решений в условиях неопределенности;
- особенности функционирования авиационно-ракетных комплексов и систем при применении по назначению;
- методы имитационного математического моделирования функционирования сложных технических систем на примере авиационно-ракетных комплексов и систем.

уметь:

- самостоятельно изучать, анализировать и обобщать теоретический научный материал, необходимый для научно-исследовательской деятельности;
- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы.

владеть:

- навыками работы с научной и технической литературой;
- методикой анализа и синтеза сложных технических систем на основе математического моделирования;
- методикой оценки эффективности функционирования сложных технических систем на основе имитационного математического моделирования.

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

		Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.
--	--	---

№	Тема (раздел) дисциплины	Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение. Теоретические основы системного проектирования сложных авиационно-ракетных комплексов. Место математического моделирования.		8		15
2	Постановка задачи синтеза сложной технической системы на начальных этапах проектирования.		7		15
3	Принятие решений в условиях неопределенности. Виды критериев принятия решений.		8		15
4	Структурный и параметрический синтез сложных технических систем. Иерархия задач проектирования и показателей. Примеры для ракетно-авиационных комплексов.		7		15
5	Декомпозиция задачи проектирования сложных технических систем.		8		3
6	Имитационное операционное математическое моделирование. Примеры моделирования функционирования ракетно-авиационных комплексов. Заключение.		7		4
7	Система моделей для проектно-исследовательских работ. Модель, реальная действительность, исследователь.		7		4
8	Сложные технические системы как динамические системы. Классификация, примеры для ракетно-авиационных комплексов.		8		4
Итого часов			60		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. Введение. Теоретические основы системного проектирования сложных авиационно-ракетных комплексов. Место математического моделирования.

Понятие сложной технической системы (СТС). Система, подсистема, элемент. Многоуровневые иерархические системы. Примеры.

Облик сложной технической системы: структура построения и тактико-технические характеристики. Примеры.

Представление о зенитной ракетной группировке как о сложной многоуровневой иерархической системе. Авиационный боевой комплекс и его подсистемы. Управляемая ракета и ее подсистемы. Основные тактико-технические характеристики.

Вопросы принятия решений при системном анализе. Простой и системный подходы. Декомпозиция.

Этапы проектирования сложной системы, решаемые задачи, роль математического моделирования, исполнители этапа.

2. Постановка задачи синтеза сложной технической системы на начальных этапах проектирования.

Постановка задачи синтеза СТС на начальных этапах проектирования. Критерий «эффективность – затраты». Операция, эффективность, затраты. Боевая операция, выбор критериев оценки эффективности.

Виды постановки задачи синтеза СТС. Многокритериальные задачи, способы решения, множество Парето.

Показатели эффективности и показатели затрат. Примеры.

Характеристика групп параметров, определяющих показатели эффективности.

Условия применения сложной технической системы, их классификация.

3. Принятие решений в условиях неопределенности. Виды критериев принятия решений.

Принятие решений в условиях неопределенности. Виды критериев принятия решений: критерии Вальда, Сэвиджа, Гурвица, вероятностный, недостаточного основания.

Современные средства воздушного нападения: основные группы, назначение и характеристики.

Этапы построения воздушного налета и способы прорыва ПВО.

Общая схема решения задачи оптимального проектирования СТС и назначения тактико-технических требований к отдельным подсистемам. Этапы решения.

Иерархия показателей эффективности и затрат на примере ЗРК и его подсистем и элементов.

4. Структурный и параметрический синтез сложных технических систем. Иерархия задач проектирования и показателей. Примеры для ракетно-авиационных комплексов.

Математическая постановка задачи проектирования СТС на этапе технических предложений. Структурный и параметрический синтез.

Математическая постановка задачи оптимального проектирования на уровне АБК и ЗРК.

Математическая постановка задачи оптимального проектирования на уровне УР.

Семестр: 2 (Весенний)

5. Декомпозиция задачи проектирования сложных технических систем.

Декомпозиция задачи проектирования. Последовательность решения задачи при декомпозиции. Итерационный характер решения задачи и процесс взаимодействия задач, решаемых на различных иерархических уровнях проектирования.

6. Имитационное операционное математическое моделирование. Примеры моделирования функционирования ракетно-авиационных комплексов. Заключение.

Математические модели операций. Аналитическое и имитационное моделирование.

Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло. Пример, иллюстрирующий метод.

Единичный жребий и формы его организации.

Сравнение имитационного и аналитического моделирования.

Подходы к имитационному моделированию. Событийное моделирование и способы его организации в математической модели (потактовый и пособытийный).

7. Система моделей для проектно-исследовательских работ. Модель, реальная действительность, исследователь.

Система моделей для проектно-исследовательских работ. Этапы проектирования СТС при решении задачи методами математического моделирования: внешнее и внутреннее проектирования технической системы, формирование ее облика.

Этапы разработки математических моделей. Модель, реальная действительность, исследователь. Требования к математическим моделям.

8. Сложные технические системы как динамические системы. Классификация, примеры для ракетно-авиационных комплексов.

Понятие динамической системы. Состояние, событие. Переходная функция состояния. Классификация динамических систем: детерминированные и стохастические системы, непрерывные и дискретные системы, открытые и замкнутые системы. Примеры динамических систем.

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

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и экраном. Необходимое программное обеспечение: пакеты прикладных программ.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. «Авиация ВВС России и научно-технический прогресс. Боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра»/ под ред. Е.А.Федосова. – М.: Дрофа, 2005.
2. «Основы синтеза систем ЛА» Под ред. Лебедева А.А. Учебное пособие – М.: Изд-во МАИ, 1996г.
3. Таха Х. «Введение в исследование операций». – Изд. Вильямс , 2005.
4. Ногин В.Д. «Принятие решений в многокритериальной среде. Количественный подход» - М.: Физматлит. 2005.
5. Шеннон Р. «Имитационное моделирование систем – Искусство и наука». – М.: Мир, 1978г.
6. Лоу Аверилл М., Кельтон В. Дэвид «Имитационное моделирование» - СПб.: Изд. Питер, 2004.
7. Вишнякова Л.В., Малышев В.В., Карп К.А. «Формирование облика зенитного ра-кетного комплекса» (учебное пособие) – М.: Изд-во МАИ, 2003г.
8. Вишнякова Л.В., Малышев В.В., Карп К.А. «Методы декомпозиции в задачах проектирования сложных технических систем» (учебное пособие) – М.: Изд-во МАИ, 2005г.
9. Вишнякова Л.В., Малышев В.В., Карп К.А. Современные зенитные ракетные комплексы. Учебное пособие. - М.: Изд-во МАИ, 2003.

Дополнительная литература

1. Лебедев А.А. «Введение в анализ и синтез систем» – М.: Изд-во МАИ, 2001г.
2. Вентцель Е.С. «Исследование операций» – М.: Сов. Радио, 1986г.
3. Соболев И.М. «Метод Монте-Карло» – М.: Наука, 1985г.
4. Гермеер Ю.Б. «Введение в теорию исследования операций» - М.: Наука, 1971.
5. «Исследование операций» под ред. Дж.Моудера, С.Элмаграби, - М.: Мир, 1981.
6. Моисеев Н.Н. «Математические задачи системного анализа» - М.: Наука, 1981.
7. Вилкас Э.И., Майминас Е.З. «Решения: теория, информация, моделирование» - М.: Радио и св., 1981.
8. Кини Р.Л., Райфа Х. «Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения» - М.: Радио и св., 1981.
9. Ильичев А.Д., Волков В.Д., Грушанский В.А. «Эффективность проектируемых элементов сложных систем» - М.: Высш. школа, 1982.
10. Цурков В.И. «Декомпозиция в задачах большой размерности» - М.: Наука, 1981.
11. Беляев Л.С. «Решение сложных оптимизационных задач в условиях неопределенности» Наука, Сиб. отделение, 1978.
12. Руднев В.Е. «Элементы системного анализа и формирование объектов» - М.: МАИ, 1982.
13. Моисеев Н.Н. «Математические задачи системного анализа» - М.: Наука, 1972.
14. Дубов Ю.А., Травкин С.И., Якимец В.Н. «Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем» - М.: Наука, 1986.
15. Пиявский С.А., Брусов В.С. «Оптимизация параметров многоцелевых ЛА» - М.: Машин., 1974.
16. Подиновский Б.В., Ногин В.Д. «Парето-оптимальные решения многокритериальных задач», - М.: Наука, 1982.
17. Соболев И.М., Статников Р.Б. «Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями», - М.: Наука, 1981.
18. «Многокритериальная оптимизация: математические аспекты» под ред. Краснощекова П.С. - М.: Наука, 1989.
19. Давыдов Э.Г. «Методы и модели теории антагонистических игр» - М.: МГУ, 1978.
20. Морозов В.В. «Основы теории игр» - М.: Изд-во ф-та ВМК МГУ, 2002.
21. Моисеев Н.Н., Иванилов Ю.П., Столярова «Методы оптимизации» - М.: 1978.
22. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. «Практическая оптимизация» - М.: Мир, 1985.
23. Васильев Ф.П. «Численные методы решения экстремальных задач» - М.: Наука, 1988.
24. Базара М., Шетти К. «Нелинейное программирование (теория и алгоритмы)» - М.: Мир, 1982.
25. Авиационная системотехника/под ред. М.С. Ярлыкова. М.: ВВИА им. Н.Е.Жуковского, 1991.

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)

Не требуется.

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

Студент, изучающий курс, 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, понятия, аксиомы, методы доказательств.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Информатика и вычислительная техника
профиль подготовки:	Прикладная математика и информатика Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра управляющих и информационных систем
курс:	<u>1</u>
квалификация:	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

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

Разработчик: Л.В. Вишнякова, д-р техн. наук, профессор

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-5 Способен и готов к профессиональному росту и руководству коллективом в области информатики и вычислительной техники, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	ОПК-5.1 Способен работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
	ОПК-5.2 Владеет навыком руководства малым коллективом в сфере своей профессиональной деятельности
	ОПК-5.3 Стремится к получению новых знаний, профессиональному и личностному росту
	ОПК-5.4 Способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов
ПК-2 Понимает и способен применить в научно-исследовательской и прикладной деятельности основные законы естествознания, современный математический аппарат и алгоритмы, современные информационно-коммуникационные технологии	ПК-2.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, владеет знанием основ философии и методологии науки; знанием методов научных исследований и навыками их проведения
	ПК-2.2 Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности
	ПК-2.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационно-коммуникационных технологий
	ПК-2.4 Владеет методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов, использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического поиска, опыт работы с научными источниками
ПК-3 Владеет навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и докладами устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера, представления материалов собственных исследований	ПК-3.1 Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания
	ПК-3.2 Умеет вести корректную дискуссию в области информационных технологий задавать вопросы и отвечать на поставленные вопросы по теме научной работы
	ПК-3.3 Имеет практический опыт участия в научных студенческих конференциях, очных, виртуальных, заочных обсуждениях научных проблем в области информационных технологий
ПК-1 Готов к включению в профессиональное сообщество; способен проводить под научным руководством локальные исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	ПК-1.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации; владеет навыками подготовки научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языке
	ПК-1.2 Умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей программного обеспечения в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой
	ПК-1.3 Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации при анализе объекта научной и профессиональной деятельности

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Системное проектирование и моделирование» обучающийся должен:

знать:

- теоретические основы системного проектирования сложных авиационно-ракетных комплексов методами математического моделирования;
- этапы разработки современных сложных технических систем и место математического моделирования на каждом из них;
- постановку задачи оптимального проектирования сложной технической системы, в том числе для авиационно-ракетных комплексов и систем;
- основные обобщенные характеристики авиационно-ракетных комплексов и систем;
- методы анализа и синтеза сложных технических систем на примере авиационно-ракетных комплексов;
- методы принятия решений в условиях неопределенности;
- особенности функционирования авиационно-ракетных комплексов и систем при применении по назначению;
- методы имитационного математического моделирования функционирования сложных технических систем на примере авиационно-ракетных комплексов и систем.

уметь:

- самостоятельно изучать, анализировать и обобщать теоретический научный материал, необходимый для научно-исследовательской деятельности;
- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы.

владеть:

- навыками работы с научной и технической литературой;
- методикой анализа и синтеза сложных технических систем на основе математического моделирования;
- методикой оценки эффективности функционирования сложных технических систем на основе имитационного математического моделирования.

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

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия .

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

Вопросы для дифференцированного зачета в 9 семестре:

1. Понятие сложной технической системы (СТС). Система, подсистема, элемент. Многоуровневые иерархические системы. Примеры.
2. Облик сложной технической системы: структура построения и тактико-технические характеристики. Примеры.
3. Представление об авиационном комплексе как о сложной многоуровневой иерархической системе.
4. Представление о ракетном комплексе как о сложной многоуровневой иерархической системе.
5. Управляемая ракета и ее подсистемы. Основные тактико-технические характеристики.
6. Вопросы принятия решений при системном анализе. Простой и системный подходы. Декомпозиция.
7. Этапы проектирования сложной системы, решаемые задачи, роль математического моделирования, исполнители этапа.
8. Постановка задачи синтеза СТС на начальных этапах проектирования. Критерий «эффективность – затраты». Операция, эффективность, затраты. Боевая операция, выбор критериев оценки эффективности.
9. Варианты постановки задачи синтеза СТС. Многокритериальные задачи, множество Парето.
10. Показатели эффективности и показатели затрат. Примеры.
11. Характеристика групп параметров, определяющих показатели эффективности.

12. Условия применения сложной технической системы, их классификация.
13. Принятие решений в условиях неопределенности. Виды критериев принятия решений.
14. Критерии крайнего пессимизма: Вальда и Сэвиджа. Их сравнительный анализ.
15. Критерий Гурвица. Сравнение с другими критериями.
16. Вероятностный критерий и критерий недостаточного основания. Их сравнительный анализ.
17. Общая схема решения задачи оптимального проектирования СТС и назначения тактико-технических требований к отдельным подсистемам. Этапы решения.

Вопросы для дифференцированного зачёта в 10 семестре:

1. Декомпозиция задачи проектирования. Последовательность решения задачи при декомпозиции. Итерационный характер решения задачи и процесс взаимодействия задач, решаемых на различных иерархических уровнях проектирования.
2. Конструктивные параметры и тактико-технические характеристики системы. Их взаимосвязь. Определяющие и второстепенные конструктивные параметры.
3. Система моделей для проектно-исследовательских работ. Этапы проектирования СТС при решении задачи методами математического моделирования: внешнее и внутреннее проектирование технической системы, формирование ее облика.
4. Этапы разработки математических моделей. Модель, реальная действительность, исследователь. Требования к математическим моделям.
5. Понятие динамической системы. Состояние, событие. Переходная функция состояния. Классификация динамических систем, примеры динамических систем.
6. Математические модели операций. Аналитическое и имитационное моделирование.
7. Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло. Пример, иллюстрирующий метод.
8. Единичный жребий и формы его организации.
9. Сравнение имитационного и аналитического моделирования.
10. Подходы к имитационному моделированию. Событийное моделирование и способы его организации в математической модели (потактовый и пособытийный).
11. Имитационное моделирование боевых операций.

Критерии оценивания

отлично

10 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.

9 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.

8 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.

хорошо

7 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.

6 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.

5 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.

удовлетворительно

4 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.

3 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.

неудовлетворительно

2 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.

1 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

Во время проведения дифференцированного зачёта обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой, конспектами лекций.

Дифференцированный зачёт проводится путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.