

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

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор института-заместитель  
директора ФАКТ**

**М.А. Кудров**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Сопротивление материалов: лабораторный практикум
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Беспилотные авиационные системы Физтех-школа авиационных и цифровых технологий кафедра прочности летательных аппаратов
<b>курс:</b>	3
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

5 (осенний) - Дифференцированный зачет

6 (весенний) - 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 составил: А.Л. Медведский, д-р физ.-мат. наук, доцент, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры прочности летательных аппаратов 01.04.2024

## Аннотация

Дисциплина "Сопротивление материалов: лабораторный практикум" направлена на знакомство студентов с современными методами обеспечения прочности конструкций, среди которых важнейшими являются метод конечных элементов и алгоритмы синтеза и оптимизации конструкций, а также обзор перспективных направлений исследований, нацеленными на создание адаптивных летательных аппаратов, в конструкции которых во все большей мере используются композиционные, интеллектуальные и наномодифицированные материалы.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- изучение студентами основополагающей инженерной дисциплины - знакомство с современными методами обеспечения прочности конструкций.

#### Задачи дисциплины

- познакомить студентов с современными проблемами обеспечения прочности летательных аппаратов;
- освоить теоретические модели, методы расчета и фундаментальные соотношения курса Сопротивление материалов и их приложения;
- отработать постановку проблем физико-математического моделирования.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Определяет приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников
	ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок
	ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины

данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории, в письменной и устной форме
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов

### 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 обеспечения прочности летательных аппаратов;
- теоретические модели, методы расчета и фундаментальные соотношения курса Сопротивление материалов и их приложения;
- новейшие открытия естествознания и материаловедения;
- постановку проблем физико-математического моделирования;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современной вычислительной технике;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций, уметь выделить главную часть, поставить корректную задачу и сформировать расчетную схему;
- планировать оптимальное проведение численного эксперимента.

владеть:

- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы на современном вычислительном оборудовании, знать современные языки программирования;
- математическим моделированием реальных прочностных задач и расчетами в рамках метода конечных элементов.

### 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	Растяжение и сжатие упругих тел			2	2
2	Изгиб балки			4	2
3	Дифференцированное уравнение упругой линии балки			4	2

4	Геометрические характеристики поперечных сечений бруса			4	2
5	Энергетические методы определения перемещений			4	2
6	Раскрытие статистической неопределимости			4	2
7	Основы теории напряженного и деформированного состояния			4	2
8	Устойчивость стержней			4	1
9	Колебания упругих систем			4	2
10	Обеспечение прочности в процессе проектирования конструкции			4	2
11	Метод конечных элементов			4	2
12	Оптимизация и синтез конструкция			2	1
13	Композиционные материалы, адаптивные конструкции, интеллектуальные материалы и устройства			4	1
14	Сплавы с эффектом памяти формы			2	2
15	Пьезоэлектрические материалы			4	2
16	Свойства наноматериалов и их использование в технических приложениях			2	1
17	Адаптация и управление конструкцией			2	1
18	Принцип работы замкнутого крыла летательного аппарата (Joined Wing)			2	1
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: 5 (Осенний)

##### 1. Растяжение и сжатие упругих тел

Напряжения и деформации при одноосном напряженном состоянии. Двухосное напряженное состояние. Статически неопределимые конструкции.

##### 2. Изгиб балки

Дифференциальные соотношения между силовыми факторами. Распределение напряжений по поперечному сечению бруса. Формула Журавского.

##### 3. Дифференцированное уравнение упругой линии балки

Дифференциальные соотношения. Универсальное уравнение упругой линии балки. Использование дифференциального уравнения для решения статически неопределимых задач.

##### 4. Геометрические характеристики поперечных сечений бруса

Статические моменты и моменты инерции сечения. Угловые преобразования координат и главные оси.

## 5. Энергетические методы определения перемещений

Потенциальная энергия деформации. Энергия деформации бруса при изгибе. Теорема Кастилиано. Интеграл Мора. Способ Верещагина.

## 6. Раскрытие статистической неопределимости

Вычисление степени статической неопределимости. Выбор основной и эквивалентной систем. Метод сил. Канонические уравнения метода сил. Вычисление коэффициентов  $\delta_{ij}$ . Использование свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости. Плоскопространственные системы.

## 7. Основы теории напряженного и деформированного состояния

Напряженное состояние в точке. Определение напряжений на площадке произвольной ориентации. Главные оси и главные напряжения. Круговая диаграмма напряженного состояния. Построение диаграммы Мора. Деформированное состояние. Обобщенный закон Гука.

## 8. Устойчивость стержней

Задача Эйлера. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Стержень с несколькими участками различной жесткости. Пределы применимости формулы Эйлера.

## Семестр: 6 (Весенний)

## 9. Колебания упругих систем

Принцип Д'Аламбера. Собственные колебания систем с одной степенью свободы. Колебания систем с несколькими степенями свободы.

## 10. Обеспечение прочности в процессе проектирования конструкции

Классические теории прочности. Теория прочности Мора. Элементы конструкции и восприятие ими нагрузок. Многодисциплинарное проектирование авиационных конструкций.

## 11. Метод конечных элементов

Метод перемещений. Формирование матрицы жесткости конструкции. Основные соотношения МКЭ. Формирование конечно-элементной схемы конструкции.

## 12. Оптимизация и синтез конструкция

Элементы синтеза конструкции. Критерии оптимальности. Оптимизация распределения силового материала в программе МКЭ.

## 13. Композиционные материалы, адаптивные конструкции, интеллектуальные материалы и устройства

Понятие интеллектуальности материала и устройства. Основные физические явления и компоненты, используемые в smart-устройствах. Использование материалов с особыми свойствами для улучшения аэродинамики и управления ЛА. Компоненты интеллектуальных систем. Силовые приводы (актуаторы) для адаптации конструкции.

## 14. Сплавы с эффектом памяти формы

Особые свойства и поведение СПФ. Определяющие соотношения для описания механических свойств и поведения СПФ. Подбор параметров активного элемента конструкции. Двухпутевой эффект памяти формы. Расчет силовых и деформационных характеристик монокристалла с эффектом памяти формы. Принципы построения мартенситных двигателей.

#### 15. Пьезоэлектрические материалы

Сенсоры. Актуаторы. Расчет линейного пьезодвигателя. Взаимодействие актуатора с конструктивным элементом. Технические решения с использованием пьезоактуаторов. Преобразователи энергии. Пьезоэлектрические обшивки ЛА.

#### 16. Свойства наноматериалов и их использование в технических приложениях

История наноисследований. Закон Холла-Петча. Графен. Фуллерены. Углеродные нанотрубки. Конструкционные наноматериалы. Наномодифицированные конструкционные материалы. Роль межфазного слоя. “Космический лифт”. “Умная пыль”. Использование наноматериалов в военных приложениях. Боевой костюм. Экоскелет. Медицинские биоаналоговые исследования.

#### 17. Адаптация и управление конструкцией

Адаптивные конструкции. Управление формой деформируемых конструкций. Саморегулирование сопла воздухозаборника.

#### 18. Принцип работы замкнутого крыла летательного аппарата (Joined Wing)

Характеристики внутреннего нагружения Мизг и деформаций  $Y$  для замкнутой системы крыльев. Влияние нелинейности формы оси конструкции на ее деформацию и массу рациональной конструкции. Синтез формы криволинейной оси топологически замкнутой конструкции.

### 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. Сопротивление материалов [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. Н. Работнов .— М. : Изд-во Моск. ун-та, 1950 .— 335 с.

#### Дополнительная литература

1. Новые интеллектуальные материалы и конструкции : Свойства и применение [Текст]/К. Уорден , -М., Техносфера, 2006

### 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)

Информационные ресурсы: Интернет/

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

Студент, изучающий дисциплину "Сопротивление материалов: лабораторный практикум", 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.

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

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- подготовку к дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

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

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Беспилотные авиационные системы Физтех-школа авиационных и цифровых технологий кафедра прочности летательных аппаратов
<b>курс:</b>	<u>3</u>
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 5 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 6 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** А.Л. Медведский, д-р физ.-мат. наук, доцент, профессор



## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Определяет приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников
	ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок
	ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
	ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории, в письменной и устной форме
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Сопротивление материалов: лабораторный практикум» обучающийся должен:

**знать:**

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы обеспечения прочности летательных аппаратов;
- теоретические модели, методы расчета и фундаментальные соотношения курса Сопротивление материалов и их приложения;
- новейшие открытия естествознания и материаловедения;
- постановку проблем физико-математического моделирования;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.

**уметь:**

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современной вычислительной технике;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций, уметь выделить главную часть, поставить корректную задачу и сформировать расчетную схему;
- планировать оптимальное проведение численного эксперимента.

**владеть:**

- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы на современном вычислительном оборудовании, знать современные языки программирования;
- математическим моделированием реальных прочностных задач и расчетами в рамках метода конечных элементов.

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

- 1) Классические теории прочности.
- 2) Теория прочности Мора.
- 3) Элементы конструкции и восприятие ими нагрузок.
- 4) Многодисциплинарное проектирование авиационных конструкций.
- 5) Метод перемещений.
- 6) Формировании матрицы жесткости конструкции.
- 7) Основные соотношения МКЭ.
- 8) Формирование конечноэлементной схемы конструкции.
- 9) Элементы синтеза конструкции.
- 10) Критерии оптимальности.
- 11) Оптимизация распределения силового материала в программе МКЭ.
- 12) Понятие интеллектуальности материала и устройства.
- 13) Основные физические явления и компоненты, используемые в smart-устройствах.
- 14) Использование материалов с особыми свойствами для улучшения аэродинамики и управления ЛА.
- 15) Компоненты интеллектуальных систем.
- 16) Силовые приводы (актуаторы) для адаптации конструкции.
- 17) Особые свойства и поведение СПФ.
- 18) Определяющие соотношения для описания механических свойств и поведения СПФ.
- 19) Подбор параметров активного элемента конструкции.
- 20) Двухпутевой эффект памяти формы.
- 21) Расчет силовых и деформационных характеристик монокристалла с эффектом памяти формы.
- 22) Принципы построения мартенситных двигателей.
- 23) Закон “квадрата-куба”. Уравнение существования самолета Болховитинова.
- 24) Кинематически изменяемые конструкции.
- 25) Управление профилем крыла. Функции интеллектуальных устройств.
- 26) Размеростабильные панели и агрегаты из углепластика.
- 27) Самозалечивающиеся материалы.
- 28) Адаптивные конструкции. Управление формой деформируемых конструкций.
- 29) Саморегулирование сопла воздухозаборника.

- 30) История наноисследований. Закон Холла-Петча. Графен. Фуллерены.
- 31) Углеродные нанотрубки. Конструкционные наноматериалы.
- 32) Наномодифицированные конструкционные материалы.
- 33) Роль межфазного слоя. “Космический лифт”. “Умная пыль”.
- 34) Использование наноматериалов в военных приложениях.
- 35) Боевой костюм. Экоскелет. Медицинские биоаналоговые исследования.

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

Перечень вопросов к дифференцированному зачету:

- 1) Инженерный расчет. Реальный объект и расчетная схема. Базовые понятия. Основные принципы.
- 2) Классификация сил. Закон Гука.
- 3) Напряжения и деформации при одноосном напряженном состоянии.
- 4) Двухосное напряженное состояние. Статически неопределимые конструкции.
- 5) Геометрические характеристики сечения. Напряженное состояние и деформация чистого сдвига.
- 6) Кручение бруса с круглым поперечным сечением. Энергия деформации сдвига и энергия деформации при кручении. 7) Кручение тонкостенного бруса. Кручение замкнутого тонкостенного профиля.
- 8) Геометрические характеристики сечения. Напряженное состояние и деформация чистого сдвига. Кручение бруса с круглым поперечным сечением.
- 9) Энергия деформации сдвига и энергия деформации при кручении. Кручение тонкостенного бруса. Кручение замкнутого тонкостенного профиля.
- 10) Геометрические характеристики сечения. Напряженное состояние и деформация чистого сдвига.
- 11) Кручение бруса с круглым поперечным сечением. Энергия деформации сдвига и энергия деформации при кручении. 12) Кручение тонкостенного бруса. Кручение замкнутого тонкостенного профиля.

Перечень вопросов 4 семестр:

- 1) Инженерный расчет. Реальный объект и расчетная схема. Базовые понятия. Основные принципы. Классификация сил. Закон Гука.
- 2) Напряжения и деформации при одноосном напряженном состоянии. Двухосное напряженное состояние. Статически неопределимые конструкции.
- 3) Геометрические характеристики сечения. Напряженное состояние и деформация чистого сдвига. Кручение бруса с круглым поперечным сечением. Энергия деформации сдвига и энергия деформации при кручении. Кручение тонкостенного бруса. Кручение замкнутого тонкостенного профиля.
- 4) Геометрические характеристики сечения. Напряженное состояние и деформация чистого сдвига. Кручение бруса с круглым поперечным сечением. Энергия деформации сдвига и энергия деформации при кручении. Кручение тонкостенного бруса. Кручение замкнутого тонкостенного профиля.
- 5) Геометрические характеристики сечения. Напряженное состояние и деформация чистого сдвига. Кручение бруса с круглым поперечным сечением. Энергия деформации сдвига и энергия деформации при кручении. Кручение тонкостенного бруса. Кручение замкнутого тонкостенного профиля.
- 6) Дифференциальные соотношения. Универсальное уравнение упругой линии балки. Использование дифференциального уравнения для решения статически неопределимых задач.
- 7) Статические моменты и моменты инерции сечения. Угловые преобразования координат и главные оси.
- 8) Вычисление степени статической неопределимости. Выбор основной и эквивалентной систем. Метод сил. Канонические уравнения метода сил. Вычисление коэффициентов  $i_j$ . Использование свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости. Плоскопространственные системы.

- 9) Напряженное состояние в точке. Определение напряжений на площадке произвольной ориентации. Главные оси и главные напряжения. Круговая диаграмма напряженного состояния. Построение диаграммы Мора. Деформированное состояние. Обобщенный закон Гука.
- 10) Принцип Д'Аламбера. Собственные колебания систем с одной степенью свободы. Колебания систем с несколькими степенями свободы.

#### Билет 1

1. Понятие интеллектуальности материала и устройства.
2. Основные физические явления и компоненты, используемые в smart-устройствах.

#### Билет 2

1. Закон "квадрата-куба". Уравнение существования самолета Болховитинова.
2. Кинематически изменяемые конструкции.

#### 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**

Во время проведения дифференцированного зачета студенты могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой, конспектами лекций. Дифференцированный зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий, или путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.