

**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>	Введение в аэродинамику и динамику полета вертолетов
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Авиационные технологии
	Физтех-школа авиационных и цифровых технологий
	кафедра аэрофизики и летательных аппаратов
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: Б.С. Крицкий, д-р техн. наук, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры аэрофизики и летательных аппаратов 04.03.2025

## Аннотация

В курсе рассматриваются основные термины, определения, понятия аэродинамики и динамики полета вертолета. Курс базируется на дисциплинах «Аэродинамика летательных аппаратов» и «Динамика полета». В курсе приводятся отличительные особенности аэродинамики и динамики полета вертолетов на обычных, переходных и предельных режимах полета. Рассматриваются основные теории несущего винта вертолета и сведения о теоретических методах определения аэродинамических характеристик винта. Даются сведения о методах экспериментальных исследований аэродинамики вертолета и экспериментальных установках для этих целей. Курс содержит обсуждение основных тенденций в мировом вертолетостроении, а также научно-технических проблем при создании винтокрылых летательных аппаратов.

## 1. Цели и задачи

### Цель дисциплины

- излагать основы аэрогидромеханики, аэродинамики и динамики полета самолета, изложение студентам сути фундаментальных и прикладных проблем аэродинамики вертолета и их влияния на динамику его полета.

### Задачи дисциплины

- освоение студентами базовых знаний в области аэродинамики и динамики полета вертолета;
- ознакомление с основными теориями несущего винта вертолета, с математическими и физическими моделями для описания процесса обтекания винтокрылых летательных аппаратов и их частей, с основными методами экспериментальных исследований аэродинамики вертолетов и их элементов, с особенностями моделирования динамики полета вертолета.

## 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-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен	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

на научном языке формулировать профессиональные задачи	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-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
	ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные понятия аэродинамики, физические и математические модели, применяемые в аэродинамике винтокрылых летательных аппаратов;
- основные соотношения, применяемые для оценки аэродинамических характеристик вертолета и его частей;
- основные понятия динамики полета вертолета;
- особенности экспериментальных исследований аэродинамики вертолета.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки аэродинамических характеристик;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций, уметь выделить главную часть;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками анализа реальных задач, связанных со свойствами модельных и натурных объектов исследования.

#### 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	Аэродинамические характеристики вертолета.	4			4
2	Аэродинамические характеристики вертолетных винтов.	4			4
3	Вводная. Общие сведения о вертолетах.	4			4
4	Обзор методов расчета аэродинамических характеристик несущих винтов. Достоинства и ограничения.	3			4
5	Уравнения движения вертолета. Балансировка вертолета.	3			2
6	Устойчивость и управляемость вертолета.	4			4
7	Характеристики установившегося полета и маневренные характеристики вертолета.	4			4
8	Экспериментальные исследования аэродинамики вертолета и его частей.	4			4
Итого часов		30			30
Подготовка к экзамену		30 час.			

Общая трудоёмкость	90 час., 2 зач.ед.
--------------------	--------------------

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

Семестр: 2 (Весенний)

##### 1. Аэродинамические характеристики вертолета.

Способы создания управляющих сил и моментов. Аэродинамические характеристики вертолета и его частей. Аэродинамические характеристики комбинации винтов.

Особенности аэродинамики вертолетов соосной схемы и преобразуемых винтокрылых летательных аппаратов. Аэродинамические характеристики вертолета на особых режимах полета. Аэродинамические характеристики вертолета при полете в горной местности и в зоне влияния земли. Аэродинамические характеристики вертолета на режимах снижения. Режимы «вихревого кольца» и самовращения несущего винта.

##### 2. Аэродинамические характеристики вертолетных винтов.

Геометрические характеристики и кинематические параметры вертолетных винтов. Работа несущего винта на режимах осевого и косоугольного обтекания. Тяга, мощность и КПД винта. Нормальные характеристики воздушных винтов и режимы их работы. Винты изменяемого в полете шага. Серийные диаграммы воздушных винтов. Аэродинамические характеристики вертолетных винтов. Динамика лопасти несущего винта. Особенности аэродинамики винтов с жестким и шарнирным креплением лопастей. Маховое движение лопасти и его последствия. Конус несущего винта. Компенсатор взмаха. Управление несущим винтом. Автомат перекаса. Бесшарнирное крепление лопастей. Упругие деформации лопасти. Нестационарные аэродинамические нагрузки, действующие на лопасть винта в горизонтальном полете. Нестационарное обтекание вертолетных профилей.

Срывные режимы обтекания лопастей винта.

Срыв потока с лопастей на режиме осевого обтекания. Срыв в зоне обратного обтекания.

Срыв в концевых сечениях лопасти. Волновой срыв на лопастях.

##### 3. Вводная. Общие сведения о вертолетах.

Целевая установка, задачи курса. План курса. Основные понятия, термины и определения.

Аэродинамическая компоновка и аэродинамические схемы вертолетов. Преимущества и недостатки различных схем вертолетов.

##### 4. Обзор методов расчета аэродинамических характеристик несущих винтов. Достоинства и ограничения.

Теория идеального винта. Теория элемента лопасти. Дисковая теория. Линейная лопастная вихревая теория. Нелинейная вихревая теория. Вихревая теория несущего винта в нестационарной постановке. Сеточные методы.

##### 5. Уравнения движения вертолета. Балансировка вертолета.

Основные системы координат, применяемые в динамике полета вертолета. Уравнения движения вертолета. Продольная и боковая балансировка вертолета. Балансировочные характеристики.

Запасы управления.

##### 6. Устойчивость и управляемость вертолета.

Основные понятия. Продольная и боковая статическая устойчивость. Демпфирование и динамическая устойчивость. Качественная оценка управляемости и основные количественные характеристики. Автоматическая стабилизация вертолета.

7. Характеристики установившегося полета и маневренные характеристики вертолета.

Потребные и располагаемые мощности. Эксплуатационный диапазон высот и скоростей. Скорости подъема и снижения вертолета. Дальность и продолжительность полета вертолета. Маневренные характеристики вертолета. Особенности динамики движения вертолетов с осевой схемой и преобразуемых винтокрылых летательных аппаратов.

8. Экспериментальные исследования аэродинамики вертолета и его частей.

Законы подобия в аэродинамических исследованиях на моделях вертолетов. Оборудование, методика и техника модельного и натурного эксперимента. Физические исследования обтекания воздушных винтов.

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

учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и экраном.

## **6. Перечень рекомендуемой литературы**

### **Основная литература**

1. Аэродинамический расчет вертолетов [Текст] : учеб. пособие для вузов / Б. Н. Юрьев .— М. : Оборонгиз, 1956 .— 559 с.
2. Вертолеты : расчет и проектирование [Текст]. В 3 кн, Кн. 2, Колебания и динамическая прочность/под ред. М. Л. Миля, -М., Машиностроение, 1967
1. Джонсон У. Теория вертолета. – М.: Мир, 1983.
2. Володко А.М. Основы аэродинамики и динамики полета вертолетов. – М.: Транспорт, 1988.
3. Антропов В.Ф., Бураков Г.Б., Дьяченко А.С. и др. Экспериментальные исследования по аэродинамике вертолета. 2-е изд., перераб. и допол. – М.: Машиностроение, 1980.

### **Дополнительная литература**

1. Аэродинамика и динамика полета летательных аппаратов [Текст] /В. Б. Байдаков, А. С. Клумов. -М., Машиностроение, 1979
1. Баскин В.Э., Вильдгрубе Л.С., Вождаев Е.С., Майкапар Г.И. Теория несущего винта. – М.: Машиностроение, 1973.
2. Миль М.Л., Некрасов А.В., Браверман А.С. и др. Вертолеты. Расчет и проектирование. – М.: Машиностроение, 1966-1967.
3. Крицкий Б.С. Особенности аэродинамической компоновки и аэродинамических характеристик вертолета Ми-28. – М.: ВВИА, 2004.

## **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)**

На занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

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

Студент, изучающий дисциплину "Введение в аэродинамику и динамику полета вертолетов", 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 (по учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- подготовку к экзамену.

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)**

**по направлению:** Прикладные математика и физика  
**профиль подготовки:** Авиационные технологии  
Физтех-школа авиационных и цифровых технологий  
кафедра аэрофизики и летательных аппаратов  
**курс:** 1  
**квалификация:** магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Экзамен

**Разработчик:** Б.С. Крицкий, д-р техн. наук, профессор



## 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-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач 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-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности

решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
	ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Введение в аэродинамику и динамику полета вертолетов » обучающийся должен:

### знать:

- основные понятия аэродинамики, физические и математические модели, применяемые в аэродинамике винтокрылых летательных аппаратов;
- основные соотношения, применяемые для оценки аэродинамических характеристик вертолета и его частей;
- основные понятия динамики полета вертолета;
- особенности экспериментальных исследований аэродинамики вертолета.

### уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки аэродинамических характеристик;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

### владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций, уметь выделить главную часть;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач;
- навыками анализа реальных задач, связанных со свойствами модельных и натурных объектов исследования.

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

Текущий контроль заключается в учете посещения студентами семинаров, а также в учете тех или иных видов активности студентов на семинарах: выполнения домашних заданий, решения задач на семинаре, обсуждения возникающих вопросов по текущему материалу и т.п. Данные по текущему контролю учитываются как при выставлении оценок по экзамену.

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

1. Аэродинамическая компоновка и аэродинамические схемы вертолетов. Достоинства и недостатки.
2. Геометрические и кинематические параметры несущего винта.
3. Тяга, мощность и КПД несущего винта.
4. Аэродинамические характеристики вертолетных винтов
5. Особенности аэродинамики винтов с жестким и шарнирным креплением лопастей.
6. Маховое движение лопасти и его последствия. Конус несущего винта.
7. Управление несущим винтом. Автомат перекаса.
8. Компенсатор взмаха.
9. Срывные режимы обтекания лопастей винта.
10. Теория идеального винта.
11. Теория элемента лопасти.
12. Дисковая теория.
13. Лопастная теория несущего винта.
14. Нелинейная вихревая теория винта.
15. Геометрические и кинематические параметры воздушного винта.
16. Нормальные характеристики воздушного винта.
17. Режимы работы воздушных винтов.
18. Серийные диаграммы воздушных винтов.
19. Способы создания управляющих сил и моментов.
20. Аэродинамические характеристики вертолета и его частей.
21. Аэродинамические характеристики вертолета на особых режимах полета.
22. Законы подобия в аэродинамических исследованиях на моделях вертолетов.

##### **Билет 1**

1. Уравнения движения вертолета.
2. Продольная балансировка вертолета.

##### **Билет 2**

1. Боковая балансировка вертолета.
2. Балансировочные характеристики.

##### **Билет 3**

1. Устойчивость вертолета. Основные понятия.
2. Продольная и боковая статическая устойчивость

#### **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 экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой.

Экзамен может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий, или путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.