

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ
КАФЕДРА АЛГЕБРЫ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы _____ **М.С. Нирова**
« ____ » _____ 2024г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИФ и М
_____ **Б.И. Куниев**
« ____ » _____ 2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В МЕХАНИКЕ»
(код и наименование дисциплины)

Программа специалитета
01.05.01 Фундаментальные математика и механика
(код и наименование программы специалитета)

Направленность (профиль)
Фундаментальная математика
(наименование направленности (профиля))

Квалификация (степень) выпускника
специалист

Форма обучения
очная

Нальчик 2024

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование в механике» /сост. О.И. Бжеумихова – Нальчик: КБГУ, 2024. – 30 с.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по программе специалитета 01.05.01 Фундаментальные математика и механика, профиль «Фундаментальная математика» на 9 семестре, 5 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 01.05.01 Фундаментальные математика и механика (уровень специалитета), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 10.01.2018г. №16 (зарегистрировано в Минюсте РФ 6 февраля 2018г. № 49943).

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля).....	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Содержание и структура дисциплины (модуля)	4
4.1. Содержание дисциплины (модуля)	4
4.2. Структура дисциплины	5
4.3. Лекционные занятия	5
4.4. Практические занятия.....	5
4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины	6
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	6
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	17
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	18
7.1. Нормативно-законодательные акты.....	18
7.2. Основная литература	18
7.3. Дополнительная литература	18
7.4. Периодические издания.....	18
7.5. Интернет-ресурсы	19
7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы.....	20
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	25
Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины	27
Приложение 1	28
Приложение 2	29

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины «Математическое моделирование в механике» является знакомство студентов с многообразием математических моделей, научить подходам к исследованию явлений природы, её фундаментальных законов на основе математического анализа.

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных положений и особенностей математического моделирования;
- изучение методов построения математических моделей и методики построения моделей механики;
- умение составлять и анализировать математические модели в разных областях приложений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование в механике» относится к факультативным дисциплинам основной образовательной программы по специальности 01.05.01 Фундаментальная математика и механика, профиля «Фундаментальная математика».

Дисциплина «Математическое моделирование в механике» излагается на базе математического анализа, алгебры, теории дифференциальных уравнений. Получаемые знания лежат в основе математического образования, необходимы для понимания и освоения ряда математических наук и их приложений.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих общепрофессиональных компетенций (ОПК) в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

ОПК-1- Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики.

Индикаторы достижения компетенции ОПК-1:

ОПК-1.1. Способен использовать при решении профессиональных задач знания, полученные при изучении дисциплин математических и (или) естественных наук.

ОПК-1.2. Способен использовать существующие математические методы при решении задач профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные понятия, результаты и задачи фундаментальной математики и механики.
- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- основные и специальные разделы теоретической и прикладной механики, качественные и количественные методы исследования механических систем, современные тенденции в разработке моделей механики.

Уметь:

- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов;
- применять основные математические методы и алгоритмы для решения стандартных задач математики;
- корректно ставить задачи теоретической и прикладной механики, выбирать методы их анализа и решения, представлять и интерпретировать полученные результаты, давать качественные заключения о поведении сложных механических систем, анализировать протекающие процессы.

Владеть:

- методами и приемами математического моделирования.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

4.1. Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела/темы	Содержание раздела	Код контро- лируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4	5
1	<i>Математические модели</i>	Динамические системы. Автономные дифференциальные уравнения. О глобальной разрешимости задачи Коши и единственности решения. Динамические системы с дискретным временем. Интегралы и законы сохранения. Неавтономные дифференциальные уравнения. Интегро-дифференциальные уравнения. Декартово произведение динамических систем и разбиение системы на независимые подсистемы. Производные и градиенты.	ОПК-1	ДЗ, К, РК, Т
2	<i>Механика</i>	Принцип Гамильтона и уравнения Лагранжа II рода. Лагранжианы материальных частиц. Законы сохранения в механике. Принцип Гамильтона для систем со связями. Принцип наименьшего действия Мопертюи (Мопертюи–Эйлера–Лагранжа–Якоби). Применение принципа Гамильтона в механике сплошной среды. Принцип Гамильтона и конечномерные аппроксимации бесконечномерных систем. Динамика гибкой нерастяжимой нити. Уравнение колебаний струны. Специальная теория относительности Эйнштейна. Каноническая гамильтонова форма уравнений механики. Силы трения. Диссипация энергии.	ОПК-1	ДЗ, К, РК, Т
3	<i>Элементы статистической механики</i>	О законах термодинамики. Теоремы Пуанкаре о возвращении. Гидродинамическая интерпретация систем дифференциальных уравнений и теорема Лиувилля. Распределение Гиббса. Статистическая механика идеального газа. Метод Лапласа асимптотической оценки интегралов. Градиентные системы. Малые колебания механической системы около положения равновесия. Статистическая механика твердого тела.	ОПК-1	ДЗ, К, РК, Т

В графе 5 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), контрольной работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), домашнего задания (ДЗ) написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.

4.2. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	3 семестр	Всего
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Контактная работа (в часах):	34	34
<i>Лекции (Л)</i>	17	17
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	17	17
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:	74	74
<i>Самостоятельное изучение разделов</i>	65	59
<i>Подготовка и прохождение промежуточной аттестации</i>	9	9
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет

4.3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1	<i>Математические модели. Цель и задачи изучения темы – ознакомить студентов с динамическими системами; автономными дифференциальными уравнениями; глобальной разрешимости задачи Коши и единственности решения; динамическими системами с дискретным временем; интегралами и законами сохранения.</i>
2	<i>Механика. Цель и задачи изучения темы – изучить принцип Гамильтона и уравнения Лагранжа II рода. Лагранжианы материальных частиц. Законы сохранения в механике. Принцип Гамильтона для систем со связями. Принцип наименьшего действия Мопертюи (Мопертюи–Эйлера–Лагранжа–Якоби). Применение принципа Гамильтона в механике сплошной среды. Принцип Гамильтона и конечномерные аппроксимации бесконечномерных систем. Динамика гибкой нерастяжимой нити. Уравнение колебаний струны. Специальная теория относительности Эйнштейна.</i>
3	<i>Элементы статистической механики. Цель и задачи изучения темы – изучить законы термодинамики. Теоремы Пуанкаре о возвращении. Гидродинамическая интерпретация систем дифференциальных уравнений и теорема Лиувилля. Распределение Гиббса. Статистическая механика идеального газа.</i>

4.4. Практические занятия

№ п/п	Тема
1	Математические модели
2	Механика
3	Элементы статистической механики

4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Неавтономные дифференциальные уравнения.
2	Интегро-дифференциальные уравнения.
3	Декартово произведение динамических систем и разбиение системы на независимые подсистемы.
4	Производные и градиенты.
5	Каноническая гамильтонова форма уравнений механики.
6	Силы трения. Диссипация энергии.
7	Метод Лапласа асимптотической оценки интегралов.
8	Градиентные системы.
9	Малые колебания механической системы около положения равновесия.
10	Статистическая механика твердого тела.

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация.

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля. Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Математическое моделирование в механике» и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии. Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

5.1.1. Вопросы по темам дисциплины «Математическое моделирование в механике» (контролируемые компетенции ОПК-1)

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Математическое моделирование в механике». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

Устные опросы проводятся во время практических занятий, а также в качестве дополнительного испытания при недостаточности результатов тестирования и решения задач. Вопросы опроса не должны выходить за рамки, объявленной для данного занятия темы. Устные опросы необходимо строить так, чтобы вовлечь в тему обсуждения максимальное количество обучающихся в группе, проводить параллели с уже пройденным учебным материалом данной дисциплины, находить удачные примеры из современной действительности, что увеличивает эффективность усвоения материала.

Основные вопросы для устного опроса доводятся до сведения студентов на предыдущем практическом занятии. При оценке опросов анализу подлежит точность формулировок, связность изложения материала, обоснованность суждений.

**Вопросы по темам дисциплины «Математическое моделирование в механике»
(контролируемые компетенции ОПК-1):**

Тема 1. Математические модели

1. Динамические системы.
2. Автономные дифференциальные уравнения.
3. О глобальной разрешимости задачи Коши и единственности решения.
4. Динамические системы с дискретным временем.
5. Интегралы и законы сохранения.
6. Неавтономные дифференциальные уравнения.
7. Интегро-дифференциальные уравнения.
8. Декартово произведение динамических систем и разбиение системы на независимые подсистемы.
9. Производные и градиенты.

Тема 2. Механика

1. Принцип Гамильтона и уравнения Лагранжа II рода.
2. Лагранжианы материальных частиц.
3. Законы сохранения в механике.
4. Принцип Гамильтона для систем со связями.
5. Принцип наименьшего действия Мопертюи (Мопертюи–Эйлера–Лагранжа–Якоби).
6. Применение принципа Гамильтона в механике сплошной среды.
7. Принцип Гамильтона и конечномерные аппроксимации бесконечномерных систем.
8. Динамика гибкой нерастяжимой нити.
9. Уравнение колебаний струны.
10. Специальная теория относительности Эйнштейна.
11. Каноническая гамильтонова форма уравнений механики.
12. Силы трения. Диссипация энергии.

Тема 3. Элементы статистической механики

1. О законах термодинамики.
2. Теоремы Пуанкаре о возвращении.
3. Гидродинамическая интерпретация систем дифференциальных уравнений и теорема Лиувилля.
4. Распределение Гиббса.
5. Статистическая механика идеального газа.
6. Метод Лапласа асимптотической оценки интегралов.
7. Градиентные системы.
8. Малые колебания механической системы около положения равновесия.
9. Статистическая механика твердого тела.

Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса.

В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:

4 балла, ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определенное экономических понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

3 балла, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «1», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

2-1 балл, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

0 баллов, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия.

5.1.2. Оценочные материалы для самостоятельной работы обучающегося (типовые задачи) (контролируемые компетенции ОПК-1)

Перечень типовых задач для самостоятельной работы сформирован в соответствии с тематикой практических занятий по дисциплине «Математическое моделирование в механике».

Тема 1. Математические модели

1. Докажите, что для скалярного уравнения

$$\dot{x} = a_1 x + a_2 x^2 + a_n x^n$$

(a_1, a_2, \dots, a_n - вещественные параметры) глобальная разрешимость на всей оси времени имеет место тогда и только тогда, когда $a_2 = a_3 = \dots = a_n = 0$.

Докажите также, что при $n > 1$ и $a_n \neq 0$ глобальная разрешимость для положительных времен $t \geq 0$ имеет место в том и только в том случае, когда n - нечетно, и при этом $a_n < 0$.

2. Найдите априорную оценку решения и докажите глобальную разрешимость задачи Коши для уравнения в R^n

$$\dot{x} = F(x, t)$$

с ограниченной правой частью: задана оценка $|F(x, t)| \leq M(t)$, где $M(t)$ - известная функция, определенная для всех $t \in R$, а $x \in R^n$ - произвольная точка.

3. Докажите, что если потенциальная энергия $V(x)$ ограничена снизу (так что $V(x) \geq h$ для всех $x \in R^n$ при известной постоянной h), то для обобщенного уравнения 2-го закона Ньютона

$$\ddot{x} = -\text{grad } V(x)$$

справедлива теорема о глобальной разрешимости. Сохраняется ли этот результат после введения внешней силы $F(t)$ - для уравнения

$$\ddot{x} = -\text{grad } V(x) + F(t).$$

4. Рассмотрите скалярное уравнение

$$\ddot{x} = -\frac{dV(x)}{dx}$$

при $V(x) = ax^m$. При каких a и m возможен коллапс?

5. Приведите пример уравнения вида $\dot{x} = F(x, t)$ на плоскости R^2 такого, что поле $F(x)$ непрерывно, ни в одной точке не имеет производной, не удовлетворяет условию Осгуда, но тем не менее решение задачи Коши существует и единственно.

6. Найдите и нарисуйте интегральную воронку решений задачи Коши

$$\dot{x} = \sqrt[3]{x}, \quad x(0) = 0.$$

7. Возможно ли, что единственность решения имеет место для отрицательных t и ее нет для положительных t (присмотритесь к предыдущему примеру).

8. Доказать, что для скалярного уравнения

$$\frac{dx}{dt} = f(x, t)$$

с начальным условием $x(0) = x_0$ в случае коллапса при $t = t_* > 0$ решение $x(t)$ стремится к бесконечности определенного знака, то есть либо $x(t) \rightarrow +\infty$, либо $x(t) \rightarrow -\infty$ при $t \rightarrow t_* - 0$.

Методические рекомендации по решению задач

При решении задач необходимо внимательно ознакомиться с контентом по соответствующему вопросу темы «Математические модели». Основная цель сформировать навыки решения задач по данной теме.

Тема 2. Механика

1. Доказать, что уравнение движения, отвечающее кинетической энергии T и потенциальной энергии V вида

$$T = \frac{1}{2} \int_F \rho(x) u_t^2 dx, \quad V = \frac{c^2}{2} \int_D (\nabla u)^2 dx + \int_D \Phi(u, t) dx$$

имеет вид

$$\rho(x) u_{tt} = c^2 \Delta u - F(u, t),$$

где $F(u, t) = \frac{\partial \Phi(u, t)}{\partial u}$.

Убедитесь в том, что в случае

$$\Phi(u, t) = \frac{\gamma}{4} u^4 - f(x, t) u$$

это уравнение превращается в уравнение

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \Delta u - \gamma u^3 + f(x, t).$$

2. Рассмотрим волновое уравнение

$$u_{tt} = c^2 \Delta u$$

в ограниченной области $D \subset R^n$ с краевым условием третьего рода

$$\left. \frac{\partial u}{\partial n} \right|_{\partial D} = \sigma(x) u + g(x).$$

Докажите, что это уравнение имеет интеграл

$$E = \frac{1}{2} \int_D u_t^2 dx + \frac{c^2}{2} \int_D (\nabla u)^2 dx - \frac{c^2}{2} \int_{\partial D} \sigma u^2 dS - c^2 \int_{\partial D} g u dS.$$

3. Докажите, что уравнение малых поперечных колебаний упругой пластины

$$u_{tt} = -k \Delta^2 u,$$

например, с краевыми условиями

$$u|_{\partial D} = 0, \quad \left. \frac{\partial u}{\partial n} \right|_{\partial D} = 0$$

может быть получено из принципа Гамильтона, если определить потенциальную энергию

равенством

$$V = \frac{k}{2} \int_D (\Delta u)^2 dx.$$

4. Докажите, что в случае $\Phi(u) = \int_D \rho(x) |u(x)|^\alpha dx$ при $\alpha > 1$ и регулярной функции $\rho(x)$ функциональная производная имеет вид

$$\frac{\delta \Phi(u)}{\delta u(x)} = \alpha \rho(x) |u(x)|^{\alpha-1} \operatorname{sgn} u(x) = \alpha \rho(x) |u(x)|^{\alpha-2} u(x).$$

5. Докажите, что галеркинская система

$$\ddot{u}_k = -c^2 \lambda_k u_k - \gamma \sum_{k_1, k_2, k_3=1}^m c_{k_1, k_2, k_3} u_{k_1} u_{k_2} u_{k_3} + f_k(t), \quad k = 1, 2, \dots, m$$

обладает интегралом энергии

$$E_m = T_m + V_m.$$

Пользуясь этим, докажите, что задача Коши для данной системы глобально разрешима для положительных t .

6. Докажите, что гамильтонову систему

$$\dot{p}_i = -\frac{\partial H}{\partial q_i}, \quad \dot{q}_i = \frac{\partial H}{\partial p_i}, \quad i = 1, \dots, n,$$

можно записать в виде

$$\dot{p}_i = \{p_i, H\}, \quad \dot{q}_i = \{q_i, H\},$$

или, вводя очевидные векторные обозначения,

$$\dot{p} = \{p, H\}, \quad \dot{q} = \{q, H\}.$$

7. Докажите, что если бы скобка Пуассона обладала свойством ассоциативности, то отсюда следовало бы тождество Якоби.

8. Докажите тождество Якоби

$$\{f, \{g, h\}\} + \{g, \{h, f\}\} + \{h, \{f, g\}\} = 0.$$

9. Из тождества Якоби $\{f, \{g, h\}\} + \{g, \{h, f\}\} + \{h, \{f, g\}\} = 0$ выведите утверждение Пуассона: вместе с двумя интегралами F и G , также их скобка Пуассона $\{F, G\}$ есть интеграл.

10. Докажите, что для любых трех гладких функций F, G, K от p и q в случае, когда K обращается в ноль вне некоторого шара, справедливо равенство

$$\int_{R^{2n}} \{G, F\} K dp dq = \int_{R^{2n}} F \{K, G\} K dp dq.$$

Отсюда следует, что в случае недифференцируемой функции F скобке Пуассона $\{F, G\}$ можно придать смысл обобщенной функции — распределения.

11. Докажите, что преобразование Лежандра переводит выпуклые функции в выпуклые. Более того, справедливо равенство $g_{uu}(u, y) = f_{xx}(x, y)$ в обозначениях

$$d(xu - f) = xdu - vdy, \quad g(u, y) = xu - f.$$

12. Запишите интегралы импульса и момента импульса для гамильтоновой формы второго закона Ньютона $\dot{p} = -\operatorname{grad} V(x)$, $\dot{x} = M^{-1}p$ в условиях, когда все они существуют. Найдите их скобки Пуассона. Докажите, что эти 6 интегралов порождают алгебру Ли, так что новых интегралов

этим способом получить не удастся.

13. Рассмотрим дифференциальное уравнение $\dot{x} = -Ax$ в гильбертовом пространстве H . Предположим, что A самосопряженный оператор, и его спектр состоит из положительных собственных значений $\lambda_1, \dots, \lambda_k, \dots$, причем $\lambda_k \rightarrow 0$ при $k \rightarrow \infty$, а также предельной точки 0. Докажите, что все решения этого уравнения стремятся к нулю при $t \rightarrow \infty$, но могут стремиться к нулю сколь угодно медленно: какова бы ни была положительная функция $\rho(t)$, определенная при $t > 0$, найдется такое решение данного уравнения, для которого выполнено предельное равенство

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{\|x(t)\|}{\rho(t)} = +\infty.$$

Указание. Докажите, что эволюционный оператор $U(t)$ этого уравнения при $t \rightarrow +\infty$ стремится к нулю поточечно, но неравномерно. Примените теорему Банаха–Штейнгауза.

14. Докажите, что всякое решение уравнения теплопроводности

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \Delta u \text{ во всем пространстве } R^n \text{ с условием } u|_{\infty} = 0 \text{ и с начальным условием } u(x, 0) = \varphi(x),$$

причем $\varphi \in L_2(R^n)$, стремится к нулю при $t \rightarrow +\infty$ по норме L_2 : $\int_{R^n} u^2(x, t) dx \rightarrow 0$, причем эта сходимость может быть сколь.

15. Пусть D есть угол на плоскости, определяемый в полярных координатах (r, θ) неравенством $0 < \theta < \alpha$, где $0 < \alpha < 2\pi$. Докажите, что неравенство Фридрихса в этом случае уже несправедливо, но для любой функции u , исчезающей на границе, справедливо неравенство

$$\int_D \frac{u^2}{r^2} dx \leq \mu \int_D |\nabla u|^2 dx, ,$$

причем μ — положительная постоянная, зависящая только от α , но не от функции u . Сформулируйте и докажите аналогичный результат для случая, когда D — конус в R^n .

16. Докажите, что всякая функция, определенная на пространстве R^3 , непрерывно дифференцируемая и затухающая на бесконечности, удовлетворяет неравенству Лерэ

$$\int_{R^3} \frac{u^2(y)}{|x - y|^2} dx \leq 4 \int_{R^3} |\nabla u|^2 dy,$$

если интеграл в правой части сходится; $x \in R^3$ - произвольная точка.

Указание. Рассмотрите интеграл

$$\int_{R^3} u(y) \frac{\partial u(y)}{\partial y_i} \frac{x_i - y_i}{|x - y|} dy.$$

Примените интегрирование по частям и неравенство Коши–Буняковского.

Методические рекомендации по решению задач

При решении задач необходимо внимательно ознакомиться с контентом по соответствующему вопросу темы «Механика». Основная цель сформировать навыки решения прикладных задач.

Тема 3. Элементы статистической механики

1. Пусть D — ограниченная область с гладкой границей S . Предположим, что гладкое в замкнутой области \bar{D} поле $v(x, t)$ для любого t касается поверхности S (имеет на S нулевую нормальную компоненту). Докажите, что в этом случае задача Коши

$$\dot{x} = v(x, t), \quad x(0) = a$$

глобально однозначно разрешима. Докажите также, что в случае неограниченной области D это утверждение становится уже неверным, но будет все-таки верным, если на бесконечности поле v растет не быстрее, чем линейно.

2. Применяя формулу дифференцирования определителя по параметру, докажите, что якобиан $J = \det\left(\frac{\partial x}{\partial a}\right)$, где $x = x(a, t)$ — решение задачи Коши $\dot{x} = v(x, t)$, $x(0) = a$, удовлетворяет уравнению

$$\frac{dJ}{dt} = J \operatorname{div} v.$$

3. Докажите формулу

$$\operatorname{div} \rho v = \rho \operatorname{div} v + v \cdot \nabla \rho$$

и установите совпадение уравнений $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div} \rho v = 0$ и $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho \operatorname{div} v = 0$.

4. Докажите, что скалярное уравнение $\dot{x} = -x$ не имеет инвариантной плотности.

5. Какими свойствами должен обладать спектр $n \times n$ матрицы A , чтобы линейное дифференциальное уравнение $\dot{x} = Ax$ в R^n допускало инвариантную плотность. (Ответ покажет Вам, сколь редким свойством является наличие инвариантной плотности.)

6. Докажите, что максимум энтропии вероятностной системы с n состояниями достигается при $p_1 = p_2 = \dots = p_n = \frac{1}{n}$. При этом $S = \ln n$.

7. Докажите, что для идеального газа выполняется равенство

$$\left\langle \frac{p_s^{j^2}}{2m_j} \right\rangle = \frac{1}{2} kT.$$

8. Пусть ξ_1, \dots, ξ_m — случайные величины (т. е. функции на пространстве (X, μ) с вероятностной мерой μ). Если условие $\langle \xi_i \xi_j \rangle = 0$ выполнено всякий раз, когда $i \neq j$, то справедлива формула для дисперсий

$$D\left(\sum_{i=1}^m \xi_i\right) = \sum_{i=1}^m D(\xi_i).$$

9. Докажите, что для любого линейного оператора $B: R^n \rightarrow R^n$ справедлива формула

$$\left. \frac{d}{dt} \right|_{t=0} \det(I + tB) = \operatorname{sp} B.$$

Для этого припомните, как выводится формула Лиувилля для вронскиана, и примените правило дифференцирования определителей.

10. Докажите, что если A и B — линейные операторы в R^n , причем, оператор A обратим, то справедлива формула

$$\left. \frac{d}{dt} \right|_{t=0} \det(A + tB) = \det A \operatorname{sp}(A^{-1}B).$$

Здесь нужно воспользоваться результатом предыдущего упражнения и тем фактом, что определитель произведения операторов равен произведению определителей операторов.

11. Вычислите интеграл

$$\int_{R^n} (Bx, x)^2 e^{-(Ax, x)} dx,$$

где A - положительно определенный оператор.

12. Докажите равенство

$$\int_{R^n} (Bx, x)(Cx, x)e^{-(Ax, x)} dx = \det A [\operatorname{sp}(A^{-1}B) \operatorname{sp}(A^{-1}C) - \operatorname{sp}(A^{-1}BA^{-1}C)]$$

13. Пусть $H = R^3$, потенциал $S(x) = \frac{1}{2}x_1^2$, а поле $F(x) = (0, x_1^2 + 1, x_1^2 + 1)$. Проверьте, что уравнение $\operatorname{grad} S(x) = 0$ в этом случае имеет решения, которые не являются решениями уравнения $\operatorname{grad} S(x) + F(x) = 0$. Более того, последнее уравнение, вообще, не имеет решений. Попробуйте обобщить этот пример.

14. Докажите, что для потенциальности гладкого поля $G(x)$ в H необходимо и достаточно, чтобы для любого x производная $G'(x)$ была симметричным оператором, т. е. выполнялось равенство

$$(G'(x)\xi, \eta) = (\xi, G'(x)\eta), \quad \xi, \eta \in H.$$

Методические рекомендации по решению задач

При решении задач необходимо внимательно ознакомиться с контентом по соответствующему вопросу темы «*Элементы статистической механики*». Основная цель сформировать навыки решения задач по данной теме.

Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы студента (типовые задачи):

«отлично» (4 балла) - обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию, избегая простого повторения информации из текста, информация представлена в переработанном виде. Свободно использует необходимые формулы при решении задач;

«хорошо» (3 балла) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач;

«удовлетворительно» (2 балла) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач;

«неудовлетворительно» (менее 1 балла) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач.

5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику**.

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре в течении учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

5.2.1. Оценочные материалы для контрольной работы (контролируемые компетенции ОПК-1). Контрольная работа – письменная работа небольшого объема, предполагающая проверку знаний заданного к изучению материала и навыков его практического применения. Проводится три раза в течение изучения дисциплины (семестр) в часы аудиторной работы. Не менее чем за 1 неделю до контрольной работы, преподаватель должен определить студентам исходные данные для подготовки: назвать разделы (темы, вопросы), по которым будут контрольные задания, теоретические источники (с точным указанием разделов, тем, статей) для подготовки.

Контрольные работы могут состоять из одного или нескольких заданий практического содержания. При выполнении контрольной работы пользоваться конспектами лекций, учебниками, задачками не разрешено. Длительность решения контрольных заданий составляет не более 90 минут.

Образцы контрольных заданий

Рейтинговая контрольная точка № 1

Найдите априорную оценку решения и докажите глобальную разрешимость задачи Коши для уравнения в R^n

$$\dot{x} = F(x, t)$$

с ограниченной правой частью: задана оценка $|F(x, t)| \leq M(t)$, где $M(t)$ - известная функция, определенная для всех $t \in R$, а $x \in R^n$ - произвольная точка.

Рейтинговая контрольная точка № 2

Докажите, что уравнение малых поперечных колебаний упругой пластины

$$u_{tt} = -k\Delta^2 u,$$

например, с краевыми условиями

$$u|_{\partial D} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial n}|_{\partial D} = 0$$

может быть получено из принципа Гамильтона, если определить потенциальную энергию равенством

$$V = \frac{k}{2} \int_D (\Delta u)^2 dx.$$

Рейтинговая контрольная точка № 3

Вычислите интеграл

$$\int_{R^n} (Bx, x)^2 e^{-(Ax, x)} dx,$$

где A - положительно определенный оператор.

Критерии формирования оценок по контрольным работам:

7 баллов - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, решено 100% задач;

6 баллов – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

5 баллов – ставится за работу, если студент правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач

менее 4 баллов – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для

оценки 3 или правильно выполнено менее $\frac{2}{3}$ всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50 % задач.

5.2.2. Оценочные материалы: типовые тестовые задания по дисциплине «Математическое моделирование в механике» (контролируемые компетенции ОПК-1). Тест – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента. Решение заданий в тестовой форме проводится три раза в течение семестра на платформе <http://open.kbsu.ru/moodle/>. Не менее чем за 1 неделю до тестирования, преподаватель должен определить студентам исходные данные для подготовки к тестированию: назвать разделы (темы, вопросы), по которым будут задания в тестовой форме, теоретические источники (с точным указанием разделов, тем, статей) для подготовки.

Оценка результатов тестирования производится компьютерной программой, результат выдается немедленно по окончании теста. Максимальный балл за решение заданий в тестовой форме – 5 баллов. До окончания теста студент может еще раз просмотреть все свои ответы на задания и при необходимости внести коррективы.

Образцы тестовых заданий:

1. Укажите суждения, которые являются верными:
 - а. «Все фундаментальные законы являются абсолютно точным отражением действительности»
 - б. «Все закономерности природы являются строго динамическими»
 - в. «Фундаментальные законы соответствуют объективным закономерностям природы»
 - г. «Статистическая теория описывает более широкий круг явлений, полнее и глубже, чем динамический аналог»
2. Следствием изотропности пространства является закон сохранения:
 - а. Энергии
 - б. Импульса
 - в. Массы
 - г. Заряда
3. Выберите верные суждения о гравитационном взаимодействии:
 - а. «Гравитация определяет движение планет в звездных системах и управляет эволюцией вселенной»
 - б. «Гравитационное взаимодействие в макром мире не проявляется»
 - в. «В гравитационном взаимодействии участвуют только тела, обладающие большой массой»
 - г. «Общепринятой теорией гравитационного взаимодействия является общая теория относительности»
4. Уравнение Шредингера позволяет найти:
 - а. точное положение электрона в атоме
 - б. возможные значения энергии электронов в атоме
 - в. распределение электронной плотности в атоме
 - г. вероятность вылета электрона из атома
5. Метод познания, который основан на сознательном отвлечении от ряда свойств и отношений изучаемого явления с одновременным выделением интересующих исследователя свойств и связей называется:
 - а. Синтез
 - б. Абстрагирование
 - в. Анализ
 - г. Формализация

5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Математическое моделирование в механике» в виде проведения зачета. На промежуточную аттестацию отводится до 25 баллов.

Полный перечень вопросов, выносимых на зачет (контролируемые компетенции ОПК-1):

1. Динамические системы.
2. Автономные дифференциальные уравнения.
3. О глобальной разрешимости задачи Коши и единственности решения.
4. Динамические системы с дискретным временем.
5. Интегралы и законы сохранения.
6. Неавтономные дифференциальные уравнения.
7. Интегро-дифференциальные уравнения.
8. Декартово произведение динамических систем и разбиение системы на независимые подсистемы.
9. Производные и градиенты.
10. Принцип Гамильтона и уравнения Лагранжа II рода.
11. Лагранжианы материальных частиц.
12. Законы сохранения в механике.
13. Принцип Гамильтона для систем со связями.
14. Принцип наименьшего действия Мопертюи (Мопертюи–Эйлера–Лагранжа–Якоби).
15. Применение принципа Гамильтона в механике сплошной среды.
16. Принцип Гамильтона и конечномерные аппроксимации бесконечномерных систем.
17. Динамика гибкой нерастяжимой нити.
18. Уравнение колебаний струны.
19. Специальная теория относительности Эйнштейна.
20. Каноническая гамильтонова форма уравнений механики.
21. Силы трения. Диссипация энергии.
22. О законах термодинамики.
23. Теоремы Пуанкаре о возвращении.
24. Гидродинамическая интерпретация систем дифференциальных уравнений и теорема Лиувилля.
25. Распределение Гиббса.
26. Статистическая механика идеального газа.
27. Метод Лапласа асимптотической оценки интегралов.
28. Градиентные системы.
29. Малые колебания механической системы около положения равновесия.
30. Статистическая механика твердого тела.

Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации. Уровень знаний определяется оценками «зачтено», «не зачтено».

1. Студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано отвечает на поставленный вопрос, а также дополнительные вопросы, показывает высокий уровень теоретических знаний.

2. Студент показывает глубокие знания программного материала, грамотно его излагает, достаточно полно отвечает на поставленный вопрос и дополнительные вопросы, умело формулирует выводы. В тоже время при ответе допускает несущественные погрешности.

3. Студент показывает достаточные, но не глубокие знания программного материала; при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами. Для получения правильного ответа требуется уточняющие вопросы.

4. Оценка «зачтено» (61-70 баллов) - уровень знаний студента соответствует требованиям, установленным в п. п. 1-3.

5. Оценка «не зачтено» (36-60 баллов) - студент показывает недостаточные знания программного материала, не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускаются грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на поставленный вопрос или затрудняется с ответом.

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

Максимальная сумма (70 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– первая составляющая – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– вторая составляющая – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 25 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Математическое моделирование в механике» является зачет. Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из составляющих, приведенных в Приложении 1.

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися. Критерии оценки качества освоения дисциплины прилагается (Приложение 2).

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенций ОПК-1 представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Индикаторы достижения компетенции	Вид оценочного материала, обеспечивающие формирование компетенций
ОПК-1. Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики.	Знать Знает актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики.	ОПК-1.1. Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1, №№1-5 и т.д.), типовые тестовые задания (раздел 5.2.2, №№1-8 и т.д.), типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3, №№1-6 и т.д.)
	Уметь осуществлять выбор методов решения задач фундаментальной математики.	ОПК-1.2. Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1, №№1-5 и т.д.), типовые тестовые задания (раздел 5.2.2, №№1-6 и т.д.), типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3, №№1-4 и т.д.)
	Владет навыками формализации актуальных задач фундаментальной математики и применения		Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1, №№1-3 и т.д.), типовые задания для самостоятельной работы (раздел 5.1.2, №№1-7 и т.д.), типовые контрольные работы

	подходящих методов их решения.		(раздел 5.2.1, №№1-3 и т.д.), типовые тестовые задания (раздел 5.2.2, №№1-6 и т.д.), типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3)
--	--------------------------------	--	--

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит обеспечить:

- способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики (ОПК-1).

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 N 273-ФЗ (последняя редакция). - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Консультант Плюс: URL: <http://consultant.ru/>

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 01.05.01 Фундаментальные математика и механика, утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 10 января 2018 г. №16 (зарегистрировано в Минюсте РФ 6 февраля 2018 г. №49943). https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203+%/Spec/010501_C_3_18062021.pdf

7.2. Основная литература

1. Арзамасцев, А. А. Математические модели в естественных науках : учебное пособие / А. А. Арзамасцев, Н. А. Зенкова. — Тамбов : ТГУ им. Г.Р.Державина, 2021. — 102 с. — ISBN 978-5-00078-432-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177085>
2. Неймарк, Ю.И. Математические модели в естествознании и технике: Учеб. для студентов [Текст] / Ю.И.Неймарк; НГУ им. Н.И. Лобачевского. - Н. Новгород : НГУ, 2004. – 401 с. URL: <http://www.unn.ru/site/images/docs/monography/2010/naemark.pdf>
3. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. М.: Физико-математическая литература, 2001. 320 с.
4. Юдович, В. И. Математические модели естественных наук : учебное пособие / В. И. Юдович. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1118-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210581>

7.3. Дополнительная литература

1. Браже, Р. А. Математическое моделирование наноструктур и их физических свойств : учебное пособие / Р. А. Браже. — Ульяновск : УлГТУ, 2014. — 98 с. — ISBN 978-5-9795-1336-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165050>
2. Браже, Р.А. Математические модели в естествознании: учеб. пособие [Текст] / Р. А. Браже; Ульян. гос. техн. ун-т. - Ульяновск : УлГТУ, 2013. – 90 с.
3. Верлань А. Ф., Москалюк С. С. Математическое моделирование непрерывных динамических систем. Киев: Наукова думка, 1988. 288 с. (4 экз.)

4. Математическое моделирование. Нелинейные дифференциальные уравнения математической физики. М.: Наука, 1987. 280 с.
5. Семенов М. Г. Введение в математическое моделирование. М.: СОЛОН – Р, 2002. 112 с.

7.4. Периодические издания

1. Сибирский журнал индустриальной математики / Ин-т математики им. С.Л. Соболева СО РАН, Новосиб. гос. техн. унт Новосибирск: Изд-во Ин-та математики СО РАН. URL: <http://www.mathnet.ru>
2. Известия Российской академии естественных наук. Сер.: Математика. Математическое моделирование. Информатика и управление (МММУ). URL: <http://www.raen.info>; <http://www.mathnet.ru>
3. Математическое моделирование / Рос. акад. наук, Ин-т мат. Моделирования. URL: <http://www.mathnet.ru>

7.5. Интернет-ресурсы

При изучении дисциплины «Математическое моделирование в механике» обучающиеся обеспечены доступом (удаленный доступ) к ресурсам:

– *общие информационные, справочные и поисковые:*

1. Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.garant.ru>

2. Справочно-информационная система «Консультант Плюс». URL: <http://www.consultant.ru/>

– *к современным профессиональным базам данных:*

№п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Условия доступа
1.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	http://elibrary.ru	Полный доступ
2.	База данных Science Index (РИНЦ)	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	http://elibrary.ru	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ
3.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	http://www.studmedlib.ru http://www.medcollegeilib.ru	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	http://www.studmedlib.ru	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг	https://e.lanbook.com/	Полный доступ

		ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.		(регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://нэб.рф	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
7.	ЭБС «IPRbooks»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	http://iprbookshop.ru/	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://www.biblio-online.ru/	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	http://polpred.com	Доступ по IP-адресам КБГУ
10.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	http://www.prlib.ru	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115,214)

Для эффективного усвоения дисциплины, помимо учебного материала, студентам необходимо пользоваться данными всемирной сети Интернет, такими сайтами, как:

1. Библиотека КБГУ. URL: <http://lib.kbsu.ru>
2. Свободная энциклопедия «Википедия». URL: <https://ru.wikipedia.org/>
3. Служба тематических толковых словарей. URL: <http://glossary.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «IPR BOOKS». URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Консультант студента». URL: <http://www.studentlibrary.ru/>

7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы

Методические рекомендации по изучению дисциплины «Математическое моделирование в механике» для обучающихся

Целью преподавания учебной дисциплины «Математическое моделирование в механике» является знакомство студентов с многообразием математических моделей, научить подходить к исследованию явлений природы, её фундаментальных законов на основе математического анализа.

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения семинаров, написания учебных и творческих работ. При изучении дисциплины, обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, выполняют самостоятельные

творческие работы, участвуют в выполнении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

Курс изучается на лекциях, семинарах, при самостоятельной и индивидуальной работе обучающихся. Обучающийся для полного освоения материала должен не пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к семинарским занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по определенным темам. Обучающиеся должны регулярно готовиться к семинарским занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе.

Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций.

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практические (семинарские) занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Практические занятия способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы обучающихся. Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к семинарскому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На практических занятиях обучающиеся учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к практическому

занятию зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений. Это может быть написание доклада, эссе, реферата (с последующим их обсуждением), коллоквиум.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа (по В.И. Далю «самостоятельный – человек, имеющий свои твердые убеждения») осуществляется при всех формах обучения: очной и заочной.

Самостоятельная работа обучающихся - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;
- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;
- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;
- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль студента в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
2. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
3. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;
4. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную

творческую работу, помогающее студентам и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

Методические рекомендации по работе с литературой

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.

2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к зачету должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

Методические рекомендации для подготовки к зачету

Зачет является формой итогового контроля знаний и умений, обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К зачету допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На зачете студент может набрать не более 25 баллов.

В период подготовки к зачету обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к зачету включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к зачету обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На зачет выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной/устной форме. Зачет проводится в форме устного опроса по вопросам без подготовки.

При проведении зачет в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые включают в себя: тестовые задания; теоретические задания; задачи или ситуации. Формулировка теоретических задания совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения обучающихся накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный зачет, должно одновременно находиться не более шести студентов на одного преподавателя, принимающего зачет. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводится 60 минут.

Результат устного (письменного) зачета выражается оценками:

Уровень знаний определяется оценками «зачтено», «не зачтено».

1. Студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано отвечает на поставленный вопрос, а также дополнительные вопросы, показывает высокий уровень теоретических знаний.

2. Студент показывает глубокие знания программного материала, грамотно его излагает, достаточно полно отвечает на поставленный вопрос и дополнительные вопросы, умело формулирует выводы. В тоже время при ответе допускает несущественные погрешности.

3. Студент показывает достаточные, но не глубокие знания программного материала; при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами. Для получения правильного ответа требуется уточняющие вопросы.

4. Оценка «зачтено» (61-70 баллов) - уровень знаний студента соответствует требованиям, установленным в п. п. 1-3.

5. Оценка «не зачтено» (36-60 баллов) - студент показывает недостаточные знания программного материала, не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускаются грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на поставленный вопрос или затрудняется с ответом.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

лицензионное программное обеспечение:

- программное обеспечение средств антивирусной защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1000-1500 Node 1 year Educational Renewal License (KL4863RAVFQ);

- программное обеспечение для работы с PDF-документами. ABBYY FineReader 15 Business;

- программное обеспечение для работы с документами формата PDF Acrobat Pro DC for teams ALL Multiple Platforms Multi European Languages Level 1 (1-9) Education Named License 65297997BB01A12;

- офисное программное обеспечение МойОфис Стандартный.

свободно распространяемые программы:

– Web Browser – Firefox;

– AcademicMarthCADLicense - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;

– 7zip - программ для сжатия и распаковки файлов;

– AdobeReader– программа для чтения PDF файлов;

– DjvuReader – приложения для распознавания, конвертирования и работы с Djvu файлами.

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: ЭБС «АйПиЭрбукс», ЭБС «Консультант студента», СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц

с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по

образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые) - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невидимого доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие) – звукоусиливающая аппаратура, мультимедийные средства и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения зачета/экзамена оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента экзамен может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

ЛИСТ
изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины

«Математическое моделирование в механике» по программе специалитета 01.05.01
Фундаментальные математика и механика, профиль «Фундаментальная математика»
на _____ учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень выносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры алгебры и дифференциальных уравнений
протокол № _____ от «_____» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / М.С. Нирова / _____
подпись, расшифровка подписи, дата

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3 б.	до 4 б.
2	Текущий контроль:	до 24 баллов	до 8 б.	до 8б.	до 8 б.
	Ответ на 4 вопроса	от 0 до 12 б.	от 0 до 4 б.	от 0 до 4 б.	от 0 до 4 б.
	Полный правильный ответ	до 12 баллов	4 б.	4 б.	4 б.
	Неполный правильный ответ	от 3 до 12 б.	от 1 до 4 б.	от 1 до 4 б.	от 1 до 4 б.
	Ответ, содержащий неточности, ошибки	0б.	0б.	0б.	0б.
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач)	от 0 до 12 б.	от 0 до 4 б.	от 0 до 4 б.	от 0 до 4 б.
3	Рубежный контроль	до 36 баллов	до 12 б.	до 12 б.	до 12 б.
	тестирование	от 0- до 15 б.	от 0- до 5 б.	от 0- до 5 б.	от 0- до 5 б.
	контрольная работа	от 0 до 21 б.	от 0 до 7 б.	от 0 до 7 б.	от 0 до 7 б.
	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70 баллов	до 23б.	до 23 б.	до 24 б.

**Шкала оценивания планируемых результатов обучения
Текущий и рубежный контроль**

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	56-70 баллов
3	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценку «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «отлично».

Промежуточная аттестация (зачёт)

Семестр	Шкала оценивания	
	Незачтено (36-60)	Зачтено (61-70)
3	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачёте не ответил ни на один вопрос.	Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете представил полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студенту, имеющему 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, выставляется отметка «зачтено» без сдачи зачёта.

«Зачтено» выставляется обучающемуся, продемонстрировавшему полное, всестороннее, осознанное правильное знание программного материала и изложившему ответ логично, грамотно, убедительно, готового к дальнейшему профессиональному совершенствованию.

При ответе обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в самостоятельном изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы, в результате наводящих вопросов с помощью преподавателя исправлять допущенные ошибки и неточности.

«Не зачтено» может быть выставлено обучающемуся, обнаружившему неполное, неосознанное знание учебно-программного материала, допускающему грубые ошибки, неспособному самостоятельно изложить ответ на вопрос, отвечающему неправильно или не дающему ответ на заданные вопросы. Демонстрируемый уровень знаний не может быть признан достаточным для профессиональной деятельности.