



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»¹
Руководитель ОП

Кульчин Ю.Н.
(Ф.И.О. рук. ОП)

« ____ » _____ 20__ г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор отделения машиностроения,
морской техники и транспорта
Инженерного департамента
(название кафедры)

Грибиниченко М.В..
(Ф.И.О.)

« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Прикладная механика

Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение

Магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные сети»

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3
лекции 18 час.
практические занятия 36 час.
лабораторные работы 0 час.
в том числе с использованием МАО лек. _____ /пр. _____ /лаб. _____ час.
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.
в том числе с использованием МАО _____ час.
самостоятельная работа 18 час.
в том числе на подготовку к экзамену _____ час.
контрольные работы (количество)
курсовая работа / курсовой проект _____ - _____ семестр
зачет 3 семестр
экзамен _____ - _____ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 22 сентября 2017 г № 957/ образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от _____ № _____

Рабочая программа обсуждена на заседании отделения машиностроения, морской техники и транспорта Инженерного департамента Политехнического института (школы), протокол № _____ от « ____ » _____ 202__ г.

Директор отделения ММТиТ Грибиниченко М.В.
Составитель (ли) : проф. к.ф-м.н. Любимова О.Н.

¹ кроме РПД общеуниверситетских дисциплин

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор отделения ММТиТ _____ Грибинниченко М.В.
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Директор отделения ММТиТ _____ Грибинниченко М.В.
(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Прикладная механика»

Дисциплина разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение», магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные сети», в соответствии с требованиями ФГОС ВО, входит в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана, и является дисциплиной выбора (Б1.В.ДВ.03.02).

Дисциплина «Прикладная механика» логически связана с такими дисциплинами как: «Методология научных исследований в приборостроении», «Математическое моделирование в приборных системах».

Цель курса: повысить уровень фундаментальной подготовки магистрантов способных решать сложные задачи по использованию достижений механики для разработки методов расчета и проектирования элементов конструкций, механизмов, приборов и оборудования в профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- построение моделей разрушения на разных масштабных уровнях с учетом внутренней структуры материала
- дать представление о обеспечении работоспособности материала и прогнозирования возникновения предельных состояний.
- Исследование напряженного и деформированного состояний твердых тел при различных воздействиях

Для успешного изучения дисциплины «Прикладная механика» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;
- способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- способен определить и реализовать приоритеты собственной деятель-

ности и способы её совершенствования на основе самооценки.

- В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Задача профессиональной деятельности	Объекты или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к выпускникам)
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
<p>Научные исследования в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий</p> <p>Научные исследования в области приборостроения, конструкционных материалов и технологий</p>	<p>физические явления преобразования энергии и информации, волновые поля (геометрический и интерференционный подход), дифракционные, поляризационные и другие, включая корпускулярные, эффекты; электронно-механические, магнитные, электромагнитные, оптические, теплофизические, акустические, акустооптические, радиационные и другие методы контроля и</p>	<p>ПК-2.- готовность к математическому моделированию процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, разработка программ и их отдельных блоков, отладка и настройка для решения поставленной задачи приборостроения, включая типовые задачи проектирования, исследования и контроля приборов и систем, а также технологий их производства</p>	<p>ПК-2.1. - умеет моделировать процессы и объекты приборостроения и исследовать их на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разрабатывать программные продукты.</p> <p>ПК-2.2 - знает математическое моделирование процессов и объектов приборостроения и пакеты автоматизированного проектирования</p>	<p>29.004 Специалист в области проектирования и сопровождения производства опто-техники, оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов</p>

	измерений;			
Тип задач профессиональной деятельности: проектно-конструкторский				
<p>Обоснование проектов и подготовка конструкторской документации в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий.</p> <p>Обоснование проектов и подготовка конструкторской документации в области приборостроения, конструкторских материалов и технологий.</p>	<p>контрольно-измерительные устройства, приборы, комплексы, системы различного назначения – измерители геометрических размеров, дефектоскопы, структуроскопы, эндоскопы, тепловизоры, аудиоконтакты, магнитометры, радиографы, интерферометры, датчики и сенсоры и т.п., традиционные и нетрадиционные измерительные устройства и комплексы; элементная база средств контроля и измерений</p>	<p>ПК-8 - готовность к разработке функциональных, структурных схем и формированию технологических карт процессов разработки на уровне узлов и элементов систем по заданным техническим требованиям</p>	<p>ПК-8.1. – знает функциональные, структурные схемы и формирование технологических карт процессов разработки на уровне узлов и элементов систем по заданным техническим требованиям.</p>	<p>29.004 Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектронных приборов и комплексов</p>
		<p>ПК-10 - способность провести проектные расчеты и предварительное технико-экономическое обоснование проектов с использованием и применением конструкторской и технологической документации при анализе механизмов, приборов и взаимосвязи их узлов</p>	<p>ПК-10.1 – знает, как провести проектные расчеты и предварительное технико-экономическое обоснование проектов с использованием и применением конструкторской и технологической документации при анализе механизмов, приборов и взаимосвязи их узлов.</p>	

Код индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)	
ПК-2.1 ПК-2.2	знает	<ul style="list-style-type: none"> - терминологию и закономерности механики деформируемого твердого тела; - методы реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий.
	умеет	<ul style="list-style-type: none"> - планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий; - использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.
	владеет	<ul style="list-style-type: none"> - навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации; выбора методов и средств решения задач исследования, навыками работы с вычислительной техникой; - современными методами и технологиями математики и механики, компьютерными технологиями, применяемыми в области механики деформируемого твердого тела; - навыками теоретического и численного анализа прикладных задач механики с учетом потребностей промышленности; - навыками ставить задачи механики, выбирать адекватные способы и методы их решения, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты.
ПК-8.1	знает	<ul style="list-style-type: none"> - научные основы и закономерности механических явлений, применяемые для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между структурой материалов; - научные основы и закономерности механических явлений, применяемые при постановке и решении краевых задач для

		прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях.
	умеет	- использовать базовый физико-математический аппарат, расчетные и экспериментальные методы исследования для решения технологических проблем деформирования, разрушения и предупреждения недопустимых деформаций в конструкциях различного назначения.
	владеет	- современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, теоретическими, расчетными и экспериментальными методами исследований, применяемыми для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях.
ПК-10.1	знает	основы документирования научно-исследовательских работ и разрабатываемых проектов
	умеет	составлять описания выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов в заданной форме, обрабатывать и анализировать полученные результаты
	владеет	навыками составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине могут являться:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
ПЗ	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 72 часа (2 зачетные единицы) для Блока 1. Учебным планом предусмотрено следующее количество часов: лекционные занятия (18 часов), практические занятия (36 ча-

сов) и самостоятельная работа студента (18 часов). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3 семестре. Форма промежуточной аттестации – зачет.

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации, текущего контроля успеваемости
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Прикладная механика	3	18	0	36	0	18	0	зачет

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Прикладная механика» применяются методы активного обучения: проблемное обучение, обсуждение в группах, консультирование, рейтинговый метод.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 ЧАСОВ)

Тема 1. Напряжённое состояние и тензор напряжений (2 часа)

Твёрдое тело. Нагрузка и внутренние силы. Механическое равновесие абсолютно твёрдого тела. Внутренние силы и напряжения. Формула Коши. Тензор напряжений. Условия равновесия твёрдого деформируемого тела. Уравнение равновесия. Граничные условия по напряжениям. Уравнение равновесия моментов. Симметрия тензора напряжений. Инварианты тензора напряжений. Главные оси и главные значения компонент тензора напряжений. Свойства главных значений и главных направлений. Размерность задачи и характеристическое уравнение.

Тема 2. Деформирование и тензор деформаций (2 часа)

Движение, перемещение и деформация. Тензор деформаций. Физическая интерпретация компонент тензора малых деформаций. Инварианты тензора деформаций, главные оси. Объёмы и площади. Малое движение, тензоры малых вращений и деформаций.

Тема 3. Уруго деформируемое тело и линейная уругость. (2 часа)

Энергия упругой деформации. Определяющее соотношение упругого материала. Изотропные упругие постоянные. Единицы измерения и порядки величин. Шаровая и девиаторная составляющие тензоров напряжений и деформаций. Закон Гука для девиаторных составляющих. Энергия упругого сжатия и энергия формоизменения.

Тема 4. Система уравнений МДТТ (2 часа)

Уравнения статической теории упругости. Нелинейность механического поведения. Ускорение деформируемого тела. Динамика сплошной среды. Уравнение движения сплошной среды. Замечания о подходах к описанию движения сплошной среды. Лагранжев подход к описанию движения ДТТ. Динамика и статика. Принцип возможных работ.

Тема 5. Частные постановки статической задачи МДТТ (2 часа)

Способы упрощения уравнений и граничных условий задачи упругости. Принцип Сен-Венана. Плоские одно- и двумерные задачи. Стержень: 1–мерная конфигурация, неодномерное нагружение. Двумерная плоская задача теории упругости. Цилиндрическая система координат. Осевая симметрия. Термоупругие деформации и напряжения.

Тема 6. Неупругость: разрушение (2 часа)

Механическое разрушение и условия его развития. Механика с учётом разрушения. Расчёты на прочность и предмет механики разрушения. Длительная прочность: основные понятия, температурно-временные зависимости длительной прочности.

Тема 7. Введение в МКЭ: дискретная основа решения задач МДТТ(2 часа)

Развитие МКЭ, инженерные МКЭ–пакеты. О выборе и работе с расчётными средствами. Дискретизация пространственной области. Узлы и элементы. Процедура дискретизации МКЭ. Геометрическая модель в дискретном представлении. Матричные обозначения. Матричный анализ сетей. Элемент стержень.

Тема 8. МКЭ в форме метода перемещений (2 часа)

Этапы процедуры дискретизации метода перемещений. Интерполирующие выражения. Треугольный линейный элемент. Перемещения и деформации в конечном элементе; напряжения в элементе; узловые силы и условие равновесия; учёт объёмных, поверхностных и точечных сил; дискретная форма полного уравнения равновесия элемента. Общее равновесие в КЭ–модели и сборка глобальной матрицы жёсткости: свойства матрицы жёсткости, ширина диагонали; интегрирование по элементу; осесимметричная геометрия. Граничные условия по перемещениям, примеры задания условий закрепления.

Тема 9. Общие формулировки МКЭ (2 часа)

Полилинейные функции формы, четырёхугольный 4–узловой элемент. Конечные элементы для решения задач МСС. Пирамидальные базисные функции. Формулировка МКЭ через принцип минимума потенциальной энергии. Численное интегрирование по элементу. МКЭ как метод взвешенных невязок. Метод Бубнова–Галёркина.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 ЧАСОВ)

Занятие 1. Основные понятия и определения (4 часа).

1. Вычисление перемещений в материальной и пространственной форме.
2. Вычисление компонент различных тензоров деформации.
3. Определение главных деформаций и главных осей.
4. Определение вектора напряжения в точке.

Занятие 2. Решение задач теории упругости. Часть 1. (4 часа).

1. Задача о полой цилиндрической трубе.
2. Задача о сплошной сфере под влиянием собственного гравитационного поля.

Занятие 3. Решение задач теории упругости. Часть 2. (2 часа).

Определение напряжений в неограниченной пластине с круглым отверстием, подвергаемой на бесконечности одноосному растяжению.

Занятие 4. Плоская задача теории упругости в полярной системе координат (2 часа)

1. Уравнения плоской задачи теории упругости в полярных координатах.
2. Полярный радиус точки.

Занятие 5. Решение плоской задачи об изгибе балки на двух опорах (2 часа).

1. Постановка задачи.
2. Выбор функции напряжений.
3. Нахождение значений функции на контуре.

Занятие 6. Решение задачи о кручении призматических тел (4 часа).

1. Постановка задачи.
2. Решение задачи.

Занятие 7. Задачи термоупругости (4 часа).

1. Напряжения в нагретом диске.
2. Напряжения в цилиндре.
3. Напряжения в шаре.

Занятие 8. Вариационные методы в теории упругости (4 часа).

1. Принцип возможных перемещений Лагранжа.
2. Принцип возможных сил Кастильяно.
3. Вариационный метод Рэлея-Ритца.
4. Метод Бубнова-Галеркина.
5. Метод Ритца-Лагранжа.

Занятие 9. Заключительное занятие (4 часа)

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

Самостоятельная работа (18 часов)

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине:

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-5 неделя	Подготовка к устному опросу по темам 1-4	2 час	УО-1
2	1-10 неделя	Подготовка к решению задач по темам 1-4	4 час	ПР-11
6	8-15 неделя	Подготовка к устному опросу по темам 5-9	2 час	УО-1
4	8-17 неделя	Подготовка к решению задач по темам 5-9	4 час	ПР-11
6	18 неделя	Подготовка к зачету	6 ч.	зачет
Итого			18 час.	

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Устные опросы

Вопросы и критерии оценки размещены в фондах оценочных средств

Задачи по разделам дисциплины

Примеры типовых задач по разделу «Решение задач теории упругости»

1. Тензор напряжений $[\sigma] = \sigma_{ij} r_i r_j$ в точке задан матрицей

$$[\sigma_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 2 & 3 & 5 \\ 0 & 5 & 1 \end{bmatrix}. \text{ Определите нормальные напряжения в данной точке}$$

на площадке с единичным вектором нормали $\bar{n} = n^k \bar{r}_k = \frac{1}{\sqrt{2}} \bar{r}_1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \bar{r}_2$.

2. Определите первый и второй основные инварианты тензора напряжений, заданного в декартовой прямоугольной системе координат матрицей

$$[\sigma_{ij}] = \begin{bmatrix} 6 & -3 & 0 \\ -3 & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 8 \end{bmatrix}. \text{ Найдите главные напряжения и покажите, что диаго-}$$

нальная матрица приводит к тем же значениям инвариантов.

3. Некоторый объем сплошной среды испытывает деформацию

$$x_1 = \xi_1, \quad x_2 = \xi_2 + A\xi_3, \quad x_3 = \xi_3 + A\xi_2, \quad A = \text{const.}$$

Вычислить лагранжев тензор конечных деформаций.

4. Какой вид должны иметь компоненты массовой силы, если при распределении напряжений

$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 4x_1 & 2x_2 & x_1 \\ 2x_2 & 0 & 7x_2^2 \\ x_1 & 7x_2^2 & 0 \end{pmatrix}$$

всюду выполнены уравнения равновесия?

5. В некотором изотропном теле задан вектор перемещения

$$\bar{u} = yz\bar{e}_1 - xz\bar{e}_2 + 3x^3y^2\bar{e}_3.$$

Определить напряжения, возникающие в теле, и потенциальную энергию.

6. Пусть функции $\varphi(x_1, x_2, x_3)$, ($i=1, 2, 3$) и $\psi(x_1, x_2, x_3)$ являются гармоническими. При каком условии следующие формулы:

$$u_i = \varphi_i + (r^2 - a^2) \frac{\partial \psi}{\partial x_i}, \quad r^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2, \quad a = \text{const}$$

определяют решение однородных уравнений Ламе?

7. При каком распределении температуры напряжённое состояние внутри односвязного тела, не нагруженного массовыми и поверхностными силами, отсутствует?

8. Величина $\theta = e_{11} + e_{22} + e_{33}$ представляет собой объемную деформацию элементарного параллелепипеда. Используя закон Гука, найдите зависимость θ от средних напряжений $\sigma = \frac{1}{3}(\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33})$.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Темы лекций 1-3; Практические занятия 1-3	ПК-2; ПК-8	Знает	Устный опрос (УО-1)	Вопросы к зачету 1-7
			Умеет	Выполнение задач по разделам (ПР-11)	
			владеет		
2	Темы лекций 4-6; Практические занятия 4-6	ПК-2; ПК-8	Знает	Устный опрос (УО-1)	Вопросы к зачету 8-17
			Умеет	Выполнение задач по разделам (ПР-11)	
			владеет		
3	Темы лекций 7-9; Практические занятия 7-9	ПК-8; ПК-10	Знает	Устный опрос (УО-1)	Вопросы к зачету 18-26
			Умеет	Выполнение задач по разделам (ПР-11)	
			владеет		

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Пикуль, В.В. Механика деформируемого твердого тела [Электронный ресурс]: учебник для вузов. – Владивосток: Изд. дом Дальневосточного федерального университета, 2012. – 333 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:822154&theme=FEFU>

2. Зарубин, В.С. Математические модели прикладной механики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Зарубин, Г.Н. Кувыркин, И.В.

Станкевич. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 279 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106604>

3. Маковкин, Г. А. Применение МКЭ к решению задач механики деформируемого твердого тела. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. А. Маковкин, С. Ю. Лихачева. — Электрон. текстовые данные. — Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 71 с. — 2227-8397. <http://www.iprbookshop.ru/16043.html>

4. Лабораторный практикум «Механика твердого тела» [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Б. Акимов [и др.] ; под ред. А.А. Плясова. — Электрон. дан. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2015. — 164 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/119491>

Дополнительная литература

1. Бровко, Г.Л. Элементы математического аппарата механики сплошной среды [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.Л. Бровко. - Электрон. дан. — М.: Физматлит, 2015. - 424 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71990>.

2.Димитриенко, Ю.И. Механика сплошной среды: в 4 т. Т 4 [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.И. Димитриенко.- Электрон. дан. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. -623 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106598>

3.Толстоба Н.Д. Конструирование узлов оптических приборов [Электронный ресурс] / Н.Д. Толстоба. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2015. — 75 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67223.html>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение и информационно-справочные системы:

1. Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д).
2. Программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.
3. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины отводится 54 часа аудиторных занятий и 18 часов самостоятельной работы.

На практических занятиях преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения. Если полученных в аудитории знаний окажется недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочесть лекцию или соответствующую литературу, просмотреть практикум с разобранными примерами. После выполнения задания, студент защищает его преподавателю в назначенное время.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Оборудование, размещенное в аудиториях для проведения лекционных и практических занятий по дисциплине:

Моноблоки Lenovo C360G-i34164G500UDK – 20 шт;

Мультимедийный проектор, Mitsubishi EW330U, 3000 ANSI Lumen, 1280x800 – 1 шт;

Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, 50 см, размер рабочей области 236x147 см – 1 шт;

Акустическая система для потолочного монтажа с низким профилем, Extron SI 3CT LP (пара) – 3 шт;

Документ-камера Avervision CP355AF – 1 шт;

ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716CCBA – 1 шт;

Сетевая видеочкамера Multipix MP-HD718 – 1 шт.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Паспорт ФОС

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-2. Готовность к математическому моделированию процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, разработка программ и их отдельных блоков, отладка и настройка для решения поставленной задачи приборостроения, включая типовые задачи проектирования, исследования и контроля приборов и систем, а также технологий их производства	ПК-2.1. Умеет моделировать процессы и объекты приборостроения и исследовать их на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разрабатывать программные продукты.
	ПК-2.2. Знает математическое моделирование процессов и объектов приборостроения и пакеты автоматизированного проектирования
ПК-8. Готовность к разработке функциональных, структурных схем и формированию технологических карт процессов разработки на уровне узлов и элементов систем по заданным техническим требованиям	ПК-8.1. Знает функциональные, структурные схемы и формирование технологических карт процессов разработки на уровне узлов и элементов систем по заданным техническим требованиям.
ПК-10. Способность провести проектные расчеты и предварительное технико-экономическое обоснование проектов с использованием и применением конструкторской и технологической документации при анализе механизмов, приборов и взаимосвязи их узлов	ПК-10.1. знает, как провести проектные расчеты и предварительное технико-экономическое обоснование проектов с использованием и применением конструкторской и технологической документации при анализе механизмов, приборов и взаимосвязи их узлов.

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Темы лекций 1-3; Практические занятия 1-3	ПК-2; ПК-8	Знает	Устный опрос (УО-1)	Вопросы к зачету 1-7
			Умеет	Выполнение задач по разделам (ПР-11)	
			владеет		
2	Темы лекций 4-6; Практические занятия 4-6	ПК-2; ПК-8	Знает	Устный опрос (УО-1)	Вопросы к зачету 8-17
			Умеет	Выполнение задач по разделам (ПР-11)	
			владеет		
3	Темы лекций 7-9; Практические занятия 7-9	ПК-8; ПК-10	Знает	Устный опрос (УО-1)	Вопросы к зачету 18-26
			Умеет	Выполнение задач по разделам (ПР-11)	
			владеет		

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код индикатора достижения компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели
ПК-2.1 ПК-2.2	знает	<ul style="list-style-type: none"> - знание терминологии и закономерностей механики деформируемого твердого тела; - знание основных методов реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно- 	<ul style="list-style-type: none"> - способность дать определения основных понятий и записать основные формулы механики деформируемого твердого тела; - способность рассказать об основных методах реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики и методах генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-

		ем информаци-онно-коммуникаци-онных техно-логий.	коммуникационных технологий.	но-коммуникационных технологий.
	умеет	<ul style="list-style-type: none"> - планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий; - использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения. 	<ul style="list-style-type: none"> - умение планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области механики деформируемого твердого тела с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий; - умение применять базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования в задачах механики деформируемого твердого тела. 	<ul style="list-style-type: none"> - способность осуществлять научно-исследовательскую работу в рамках базового курса «Прикладной механики»; - способность применять базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования в задачах механики деформируемого твердого тела.
	владеет	<ul style="list-style-type: none"> - навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации; выбора методов и 	<ul style="list-style-type: none"> - владение навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации; выбора методов и средств решения задач 	<ul style="list-style-type: none"> - способность бегло и точно применять терминологический аппарат механики деформируемого твердого тела в устных ответах на во-

		<p>средств решения задач исследования, навыками работы с вычислительной техникой;</p> <ul style="list-style-type: none"> - современными методами и технологиями математики и механики, компьютерными технологиями, применяемыми в области механики деформируемого твердого тела; - навыками теоретического и численного анализа прикладных задач механики с учетом потребностей промышленности; - навыками ставить задачи механики, выбирать адекватные способы и методы их решения, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты. 	<p>исследования, навыками работы с вычислительной техникой; современными методами и технологиями математики и механики, компьютерными технологиями, применяемыми в области механики деформируемого твердого тела;</p> <ul style="list-style-type: none"> - владение навыками теоретического и численного анализа прикладных задач механики с учетом потребностей промышленности; - владение навыками ставить задачи механики, выбирать адекватные способы и методы их решения, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты. 	<p>просы и в письменных работах;</p> <ul style="list-style-type: none"> - способность систематически применять анализ методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач; - способность использовать современные математический аппарат и методы в механики, компьютерные технологии для решения исследовательских и практических задач в области механики деформируемого твердого тела; - способность теоретически и численно анализировать прикладные задачи механики; - способность ставить задачи механики, выбирать адекватные способы и методы их решения, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты.
ПК-8.1	знает	<ul style="list-style-type: none"> - научные основы и закономерности механических явлений, применяемые для изучения зако- 	<ul style="list-style-type: none"> - знание научных основ и закономерностей механических явлений, применяемых для изучения законов деформирова- 	<ul style="list-style-type: none"> - способность изложить научные основы и закономерности механических явлений.

		<p>нов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между структурой материалов;</p> <p>- научные основы и закономерности механических явлений, применяемые при постановке и решении краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях.</p>	<p>ния, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между структурой материалов;</p> <p>- знание научных основ и закономерностей механических явлений, применяемые при постановке и решении краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях.</p>	
	<p>умеет</p>	<p>- использовать базовый физико-математический аппарат, расчетные и экспериментальные методы исследования для решения технологических проблем деформирования, разрушения и предупреждения недопустимых деформаций в конструкциях различного назначения.</p>	<p>- умение применять базовый физико-математический аппарат, расчетные и экспериментальные методы исследования для решения задач механики.</p>	<p>- способность применять базовый физико-математический аппарат, расчетные и экспериментальные методы исследования для решения стандартных задач механики, предложенных в курсе</p>

	владеет	- современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, теоретическими, расчетными и экспериментальными методами исследований, применяемыми для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях.	- владение современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, теоретическими, расчетными и экспериментальными методами исследований, применяемыми для решения задач механики.	- способность использовать современные методы и технологии вычислительной математики и механики, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований для решения задач механики,
ПК-10.1	знает	основы документирования научно-исследовательских работ и разрабатываемых проектов	- знание методов математической обработки и способов представления результатов научно-исследовательских работ, разрабатываемых проектов; - знание правила и основных приёмов выполнения и представления публикаций, проектов, презентаций	- способность сформулировать и описать методы математической обработки и способы представления результатов научно-исследовательских работ, разрабатываемых проектов; - способность сформулировать основные правила и основные приемы выполнения и представления публикаций, проектов, презентаций
	умеет	составлять описания выполненных расчётно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов в заданной форме, обраба-	- умение анализировать и оценивать результаты научно-исследовательских работ; - умение составлять отчёты о научно-исследовательских работах; - умение выполнять документацию разра-	- способность анализировать и оценивать результаты научно-исследовательских работ; - способность составлять отчёты о научно-исследовательских работах; - способность выполнять документацию

		тывать и анализировать полученные результаты	батываемых проектов	разрабатываемых проектов
	владеет	навыками составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	- владение современными информационными технологиями; - владение методами математической обработки результатов научно-исследовательских работ, разрабатываемых проектов	-способность использовать современные информационные технологии для написания отчетов и презентаций; - способность применять методы математической обработки результатов научно-исследовательских работ, разрабатываемых проектов

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Прикладная механика» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Прикладная механика» проводится в форме контрольных мероприятий (собеседование, конспект, разноуровневые задачи) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

– степень усвоения теоретических знаний (активность в ходе обсуждения материалов лекций, активное участие в дискуссиях с аргументами из дополнительных источников, внимательность, способность задавать встречные вопросы в рамках дискуссии или обсуждения, заинтересованность изучаемыми материалами);

уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы (определяется по результатам контрольных работ, практических занятий, ответов на контрольные вопросы).

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Прикладная механика» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Вид промежуточной аттестации – зачет (3 семестр), состоящий из устного опроса в форме собеседования.

Вопросы к зачёту

1. Лагранжев и эйлеров способы описания движения сплошной среды. Траектория частицы. Закон движения. Перемещение, скорость, ускорение. Полная, частная и конвективная производные по времени.

2. Меры деформаций Коши и Грина. Лагранжев и эйлеров тензоры конечных деформаций. Их связь с перемещениями. Тензор малых деформаций. Тензор вращения. Дисторсия. Вектор линейного поворота. Соотношения Коши.

3. Перемещение абсолютно твёрдого тела. Условия совместности деформаций в интегральной форме. Условия совместности Сен-Венана. Условия сплошности многосвязных и неоднородных тел.

4. Физический смысл компонент тензора деформаций. Главные деформации и главные направления и их физический смысл.

5. Определение тензора скоростей деформаций.

6. Объёмные, массовые и поверхностные силы. Главный вектор и главный момент сил. Равновесие элементарного тетраэдра. Вектор напряжений. Тензор напряжений Коши. Распределение усилий на поверхности элементарного кубика. Нормальное и касательное напряжения на площадке. Главные напряжения и главные площадки в точке.

7. Закон сохранения массы в дифференциальной и интегральной формах. Уравнение неразрывности.

8. Закон сохранения количества движения (импульса). Уравнения движения сплошной среды. Закон сохранения момента количества движения. Симметрия тензора напряжений.

9. Максимальные касательные напряжения и площадки, на которых они реализуются. Круги Мора. Октаэдрические площадки. Среднее (гидростатическое) напряжение. Интенсивность напряжений. Частные случаи напряженного состояния.

10. Поверхность напряжений.

11. Тензор Пиола-Кирхгофа. Тензор Кирхгофа.

12. Закон сохранения механической энергии. Теорема "живых сил". Массовый приток тепла. Вектор потока тепла. Удельная внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Локальное уравнение энергии.

13. Обратимые и необратимые процессы. Абсолютная температура. Удельная энтропия. Второй закон термодинамики. Неравенство Клаузиуса-Дюгамеля. Закон Фурье.

14. Зависимые и независимые термодинамические параметры состояния. Удельная свободная энергия Гельмгольца.

15. Термодинамика неравновесных процессов. Изотермический и адиабатический неравновесные процессы. Гипотеза локального равновесия. Локальное представление законов термодинамики.

16. Определяющие соотношения линейно упругого тела. Обобщённый закон Гука. Плотность энергии деформации. Изотропные и анизотропные среды. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Модуль сдвига и модуль объёмного сжатия.

17. Закон Гука для изотропного тела в прямой и обратной формах. Физический смысл упругих постоянных и область их изменения. Статические, квазистатические и динамические постановки начально-краевых задач теории упругости. Теорема единственности статической задачи.

18. Уравнения Ламе. Постановка в перемещениях. Уравнения Бельтрами – Мичелла.

19. Плоская задача теории упругости. Плоское деформированное состояние. Функция Эйри. Плоское напряжённое и обобщённое плоское напряжённое состояния.

20. Применение теории функций комплексной переменной. Формулы Лява. Комплексные потенциалы. Формула Колосова – Мусхелишвили.

21. Линейная термоупругость. Соотношения Дюгамеля-Неймана. Закон теплопроводности Фурье. Метод Галёркина.

22. Динамические задачи теории упругости. Теорема Гельмгольца. Волновые уравнения для потенциалов. Два типа волн в неограниченной упругой среде. Плоские волны. Решение Даламбера.

23. Отражение плоской волны от свободной поверхности и от жесткой стенки.

24. Поверхностные волны Релея. Волны Лява.

25. Поверхности разрывов. Ударные волны. Геометрические, кинематические и динамические условия совместности. Соотношение Адамара.

26. Плоская автомодельная задача.

Оценочные средства для текущей аттестации

Перечень тем конспекта соответствует темам лекционных и практических занятий.

Критерии оценки конспекта:

✓ 100-85 баллов – есть подробный конспект всех лекционных и практических занятий, разобраны все дополнительные необязательные вопросы.

✓ 85-76 баллов – есть краткий конспект всех лекционных и практических занятий.

✓ 75-61 балл – есть неполный конспект лекционных и практических занятий, в котором отсутствует несколько тем.

✓ 60-50 баллов – есть неполный конспект лекционных и практических занятий, в котором отсутствует более половины тем.

Вопросы для собеседований по дисциплине «Механика деформируемого твердого тела»

1. Что изучает механика деформируемого твердого тела?
2. В чем заключается основное отличие механики деформируемого твердого тела от теоретической механики?
3. Каковы общие свойства твердых деформируемых тел?
4. Что понимается под сплошностью тела?
5. Что понимается под однородностью материала?
6. В чем отличие неоднородного тела от однородного?
7. Что понимается в механике деформируемого твердого тела под внешней силой?
8. Чем отличаются друг от друга сосредоточенные, поверхностные и объемные силы?
9. Как классифицируются внешние силы по продолжительности воздействия, характеру изменения величины и направлению линии действия по отношению к элементу сооружения?
10. Чем отличается сила от нагрузки?
11. В чем заключается сущность метода сечений?
12. С какой целью вводится в механику деформируемых сред принцип отвердевания?
13. Что такое напряжение?
14. Что такое напряженное состояние в точке?
15. На какие составляющие раскладывается полное напряжение?
16. Что понимается под перемещением деформируемого тела?
17. На какие составляющие раскладывается полное перемещение точки?
18. Что такое деформация?
19. Какие виды деформации тела выделяются в окрестности произвольной точки?
20. Что такое деформированное состояние в точке?
21. Какие механические свойства материала деформируемых тел Вы

знаете?

22. В чем заключается способ Лагранжа изучения движения деформируемых сред и что понимается под лагранжевыми координатами?

23. В чем заключается способ Эйлера изучения движения деформируемых сред и что понимается под эйлеровыми координатами?

24. Изменяются ли во времени лагранжевы координаты движущейся сплошной среды?

25. Изменяются ли во времени эйлеровы координаты движущейся сплошной среды?

26. Что такое относительная линейная деформация сплошной среды в точке и зависит ли она от выбранного направления?

27. Изменяются ли направления линейных элементов деформируемого тела при его деформации?

28. Изменяются ли углы между направлениями линейных элементов деформируемого тела при его деформации?

29. Что такое тензор деформаций Грина и чем он отличается от тензора деформаций Альманси?

30. Определите понятие главных компонент тензора деформаций, главных деформаций и главных осей деформаций.

31. Какие существуют виды деформированного состояния в точке?

32. Что такое инварианты тензора деформаций?

33. Определите понятие объёмной деформации?

34. Каким образом деформируются координатные площадки?

35. Какой физический смысл шарового тензора деформаций?

36. Какой физический смысл девиатора тензора деформаций?

37. Что понимается под уравнениями совместности деформаций и в чем заключается смысл этих уравнений?

38. Почему компоненты тензора деформаций в сплошном теле не могут быть совершенно произвольными функциями координат, а должны быть связаны между собой уравнениями совместности деформаций?

39. Каковы условия сплошности многосвязных и неоднородных тел и почему для обеспечения их сплошности не достаточно одних лишь уравнений совместности деформаций?
40. Что такое скорости деформаций и в чем смысл их введения?
41. Какую информацию о характере движения в окрестности произвольной точки несет в себе тензор скоростей деформации?
42. Что такое напряженное состояние в точке деформируемого тела?
43. Каким образом вводится в механику тензор условных напряжений, характеризующий напряженное состояние в точке деформируемого тела?
44. Как определяется истинное напряжение в произвольной точке на произвольной площадке через компоненты условного тензора напряжений?
45. Каким образом вводятся в рассмотрение тензоры напряжений Коши и Пиола-Кирхгофа?
46. Определите понятия главных напряжений, главных площадок и главных осей тензора напряжений.
47. Сформулируйте принцип определения главных напряжений и главных осей напряжений.
48. Какие виды напряженного состояния могут быть в произвольной точке деформируемого тела?
49. Как выглядят выражения инвариантов тензора напряжений, выраженные через компоненты тензора напряжений σ_{ij} и через главные напряжения σ_1, σ_2 и σ_3 ?
50. Каким образом определяются экстремальные значения касательных напряжений?
51. В чем заключается физический смысл шарового тензора и девиатора тензора напряжений?
52. В чем заключается физический смысл интенсивности напряжений?
53. Сформулируйте общие законы физики, управляющие процессами деформирования сплошных сред.
54. Запишите закон сохранения массы сплошной среды в локальной

форме.

55. Запишите закон сохранения количества движения в локальной форме в проекциях на вектора локального единичного базиса недеформированной лагранжевой системы координат.

56. Запишите закон сохранения момента количества движения в локальной форме.

57. Какие вы знаете локальные формы записи уравнений равновесия при малых деформациях?

58. Чем отличаются уравнения движения сплошных сред от уравнений равновесия деформируемых тел?

59. Назовите основные параметры состояния твердых деформируемых тел. Какие из них могут быть приняты в качестве независимых?

60. Что такое уравнения состояния и для чего они нужны?

61. В чем заключается сущность постулата макроскопической определенности?

62. Каким образом в механике деформируемого твердого тела учитываются температура и всевозможные физические поля?

63. Чем отличаются простые модели материала твердых тел от сложных?

64. Какие ветви механики деформируемого твердого тела вы знаете?

65. Что изучает термодинамика?

66. В чем заключается сущность первого начала термодинамики?

67. В чем заключается сущность второго начала термодинамики?

68. Какие существуют механизмы воздействия внешней среды на деформируемое тело?

69. Какие преимущества дает применение тензорного анализа в механике деформируемых тел?

70. Сформулируйте правило суммирования по повторяющимся неммым индексам и поясните, чем отличаются индексы суммирования от свободных индексов на примере w_{ij} , u_j ?

71. Сколько различных соотношений содержит выражение $\sigma_{ij} = E_{ijkl} e_{kl}$, если $i, j, k, l = 1, 2, 3$?

72. Сколько различных соотношений содержит выражение $\sigma_{\alpha\beta} = E_{\alpha\beta kl} e_{kl}$, если $\alpha, \beta = 1, 2$, а $k, l = 1, 2, 3$?

73. Запишите в развернутом виде выражение $V = C_{\alpha\beta} a_{\alpha} b_{\beta}$ при условии, что $\alpha, \beta = 1, 2$.

74. Назовите главный признак упругого состояния материала.

75. Происходит ли диссипация энергии при деформировании упругого тела?

76. Как выражаются компоненты тензора напряжений через упругий потенциал?

77. Чему равен упругий потенциал при адиабатическом и изотермическом процессах деформирования упругого тела?

78. Что такое потенциал деформаций и каким образом выражаются через него компоненты тензора деформаций?

79. Запишите закон Гука для общего случая анизотропии материала.

80. Запишите выражения упругого потенциала и потенциала деформаций при общей анизотропии материала.

81. Укажите количество коэффициентов, характеризующих упругие свойства материала, в общем случае анизотропии, при наличии одной плоскости упругой симметрии, для ортотропного и изотропного материалов.

82. Запишите закон Гука для ортотропного материала.

83. Запишите известные вам формы закона Гука для изотропного материала.

84. Запишите закон Гука для объемной деформации и для девиатора тензора деформаций.

85. Запишите уравнения закона Дюгамеля-Неймана.

86. Сформулируйте основные задачи теории упругости.

87. В каком случае решение задачи теории упругости является единст-

венным?

88. Каким образом уравнения теории упругости сводятся к уравнениям в перемещениях? Сколько уравнений включает в себя полная система уравнений теории упругости в перемещениях и каков общий порядок её дифференциальных уравнений?

89. Сколько уравнений включает в себя полная система дифференциальных уравнений теории упругости в напряжениях и какой её общий порядок?

Критерии оценки устного опроса:

✓ 100-85 баллов - если ответ показывает прочные знания основных положений изучаемого раздела механики, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

✓ 85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных положений изучаемого раздела механики, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 - балл - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании основных положений изучаемого раздела механики, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, ло-

гичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

✓ 60-50 баллов - ответ, обнаруживающий незнание основных положений изучаемого раздела механики, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, сформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.