

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

_____ А.В. Димов

«30» мая 2025 г.

2.1.3. Механика деформируемого твердого тела рабочая программа дисциплины

Область науки	– <u>1. Естественные науки</u>
Группа научных специальностей	– <u>1.1. Математика и механика</u>
Научная специальность	– <u>1.1.8. Механика деформируемого твердого тела</u>
Наименование отрасли науки	– <u>Технические</u>
Форма обучения	– <u>очная</u>
Срок обучения	– <u>4 года</u>
Кафедра-разработчик программы	– <u>Физика, механика и приборостроение</u>

Общая трудоемкость в з.е. – 5
Часов по учебному плану – 180

Формы промежуточной аттестации в семестрах:
Зачет – 4-й семестр

Распределение часов дисциплины по курсам

Семестр	4	Итого
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	64	64
– лекции	64	64
Самостоятельная работа	116	116
Итого	180	180

ИРКУТСК 2025

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями Федерального закона Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России) от 20.10.2021г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)», Положением, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122 «О подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)», Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России) от 24.02.2021г. № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093», Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.02.2023 г. № 118 «О внесении изменений в федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учётом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденные приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951» и на основании учебного плана по научной специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

Программу составил:

д.т.н., профессор, профессор кафедры
"Физика, механика и приборостроение"

А.А. Пыхалов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Физика, механика и приборостроение»

протокол от «20» мая 2025 г. № 14

И.о. зав. кафедрой ФМиП, к.т.н., доцент

С.В. Пахомов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1. Цель освоения дисциплины	
1	В процессе освоения дисциплины аспирант должен приобрести знания, умения и навыки в решении прикладных задач механики деформируемого твердого тела с приложением для технологических и транспортных машин различного назначения с качественно новыми механическими свойствами и более высокими динамическими характеристиками, надежностью и эффективностью.
1.2. Задачи освоения дисциплины	
1	Подготовка будущих специалистов к проведению научных исследований в области механики деформируемого твердого тела.
2	Освоение современного уровня развития аналитических и численных методов расчета, и инструментальных средств проектирования новых поколений технологических и транспортных машин различного назначения и материалов.
3	Формирование способности и готовности полноценно участвовать в создании научных основ и технических средств реализации расчетно-экспериментальных подходов механики деформируемого твердого тела для технологических и транспортных машин различного назначения с качественно новыми механическими свойствами и более высокими характеристиками надежности и эффективности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ	
2.1. Требования к предварительной подготовке обучающегося	
1	Дисциплина «Механика деформируемого твердого тела» опирается на профессиональные знания, полученные в высшей школе по физико-математическим и инженерным дисциплинам.
2.2. Дисциплины (модули) и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	1.1.1(Н) Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации на соискание научной степени кандидата наук к защите

3. В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН	
Знать	
1	- научные основы современных методов механики деформируемого твердого тела и прикладной математики для разработки технических средств анализа и управления напряженно-деформированным состоянием технологических и транспортных машин различного назначения;
2	- новые научные достижения в области численного решения задач механики деформируемого твердого тела с приложением в технологических и транспортных машинах различного назначения с более высокими характеристиками эффективности, надежности и долговечности;
3	- методы расчета факторов механического воздействия и напряженно-деформированного состояния технологических и транспортных машин различного назначения с учетом процессов иной природы (гидравлических, пневматических, тепловых, электрических и др.).
Уметь	
1	формулировать цель и задачи расчета и анализировать требования к напряженно-деформированному состоянию технологических и транспортных машин различного назначения и другим их характеристикам;
2	производить расчеты напряженно-деформированного состояния, динамического поведения и устойчивости деформируемых тел в виде технологических и транспортных машин различного назначения, а также их отдельных деталей с учетом граничных и начальных условий различного типа;
3	на основе полученных вычислительных результатов проводить оценку закономерностей механической природы, имеющих место в деформируемых телах;
4	- оформлять полученные знания при написании реферата, научных статей и диссертации;
5	- применять полученные знания при подготовке к учебным занятиям по специальным дисциплинам.
Владеть	
1	- методами обзора изучения состояния вопроса, анализа проблем и постановки задачи в области механики деформируемого твердого тела с приложением для технологических и транспортных машин различного назначения;
2	- принципами исследования и методами расчетов механики деформируемого твердого тела, динамики и устойчивости технологических и транспортных машин, при различных видах внешнего воздействия, с точки зрения анализа их надежности и долговечности;
3	- современными методами численного решения задач теоретической механики и динамики машин, с учетом современного уровня адекватности расчетной модели относительно реального объекта;
4	- навыками работы с учебной и научной литературой;
5	- методами работы с научными текстами и первоисточниками.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ				
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часы	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
	ЧАСТЬ I СТЕРЖНЕВЫЕ СИСТЕМЫ			
	Раздел 1. Общие понятия.			
1.1	Предмет механики деформируемого тела. Сплошная среда. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
1.2	Однородная среда. Кинематическое описание сплошной среды. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
1.3	Внешние силы, их физическая природа и векторная интерпретация. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
1.4	Принцип Сен-Венана и статически эквивалентные системы сил. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
1.5	Внутренние силы. Метод сечений. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
1.6	Упругость твердых деформируемых тел. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
1.7	Пластичность твердых деформируемых тел. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
1.8	Последействие и ползучесть твердых деформируемых тел. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
1.9	Изотропные и анизотропные деформируемые твердых тела. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
	Раздел 2. Стержни и стержневые системы – растяжение и сжатие.			
2.1	Растяжение и сжатие стержней, перемещение узлов стержневых систем. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
2.2	Напряжения и деформации при растяжении - сжатии. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
2.3	Статически неопределимые задачи на растяжение - сжатие. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
2.4	Расчет стержневых систем на прочность. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
2.5	Классические критерии (теории) прочности. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
2.6	Остаточные напряжения после пластической деформации. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
2.7	Большая деформация. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
2.8	Упругая энергия деформации и упругие потенциалы. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
2.9	Распространение упругих волн в стержнях и напряжение при ударе. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
	Раздел 3. Изгиб балок.			
3.1	Действие поперечных сил на балку. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
3.2	Закон плоских сечений. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
3.3	Нормальные напряжения при изгибе. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
3.4	Изгибающие моменты и перерезывающие силы. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
3.5	Прочность и несущая способность при изгибе. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
3.6	Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
3.7	Продольно-поперечный изгиб балок. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
3.8	Изгиб балки на упругом основании. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
	Раздел 4. Сдвиг и кручение балок.			
4.1	Деформация балок на сдвиг, действующие силы и напряжения. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
4.2	Закон Гука при чистом сдвиге. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
4.3	Чистый сдвиг – проверка прочности и допускаемые напряжения. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
4.4	Напряжения и деформации при кручении. Условия прочности и жесткости. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
4.5	Анализ предельного состояния и расчет валов на прочность и жесткость при кручении. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
4.6	Кручение стержней некруглого сечения. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
4.7	Кручение тонкостенных стержней. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
	Раздел 5. Устойчивость стержней и стержневых систем.			
5.1	Постановка задачи устойчивости и критические силы для сжатого стержня. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
5.2	Устойчивость прямолинейной формы сжатого стержня. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
5.3	Устойчивость пологой арки. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
5.4	Критические силы потери устойчивости при различных видах закрепления стержня. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
5.5	Устойчивость стержня в упругой среде. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
5.6	Потеря устойчивости за пределом упругости – схема Кармана.	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10

	/Ср/			
5.7	Потеря устойчивости за пределом упругости – схема продолжающегося нагружения. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
	Раздел 6. Общие свойства упругих и пластических стержневых систем.			
6.1	Упругие и пластические системы. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
6.2	Теоремы Логранжа и Кастильяно. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
6.3	Линейные упругие системы. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
6.4	Статически неопределимые системы. Экстремальные принципы. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
6.5	Метод сил и метод перемещений в строительной механике стержневых систем. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
6.6	Жесткопластическое тело. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
6.7	Статический метод определения предельной нагрузки. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
6.8	Кинематически возможные состояния и кинематический метод определения предельной нагрузки. /Ср/	2		Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
	Раздел 7. Колебания стержневых систем.			
7.1	Колебания линейных систем с конечным числом степеней свободы. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
7.2	Потенциальные, гироскопические и диссипативные силы. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
7.3	Собственные формы колебаний. Главные координаты. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
7.4	Свойства собственных частот и форм колебаний. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
7.5	Функция Гамильтона. Принцип Гамильтона-Остроградского. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
7.6	Малые собственные колебания консервативных систем. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
7.7	Формула и способ Релея. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
7.8	Динамический изгиб стержней. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
7.9	Способ Релея-Рица. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
7.10	Вынужденные колебания линейных систем. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
7.11	Автоколебательные системы. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
7.12	Предельные циклы и их динамическая устойчивость.	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
7.13	Вынужденные и параметрические колебания нелинейных систем. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
7.14	Предельные состояния при колебаниях. Отстройка от резонансов. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
	ЧАСТЬ II УПРУГОЕ ТЕЛО			
	Раздел 8. Общая теория деформаций и напряжений.			
8.1	Тензоры напряжений и деформаций в евклидовом пространстве. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
8.2	Общая теория деформаций. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
8.3	Определение перемещений по заданным деформациям. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
8.4	Теория напряжений, свойства полей деформаций и напряжений. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
8.5	Круговая диаграмма Мора. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
8.6	Разложение тензора напряжений на девиаторную и гидростатическую составляющие. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
8.7	Геометрически нелинейные задачи.	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
	Раздел 9. Теория упругости.			
9.1	Определение перемещений по деформациям. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.2	Уравнения совместности деформаций. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.3	Потенциальная энергия деформации. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.4	Закон Гука для изотропных и анизотропных тел. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.5	Уравнения равновесия. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.6	Полная система уравнений теории упругости. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.7	Уравнения Бельтрами-Митчела. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.8	Уравнения в перемещениях. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.9	Постановка основных задач теории упругости. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.10	Теоремы о существовании и единственности решения задач теории упругости. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.11	Прямой и обратный методы решения задач теории упругости. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.12	Принцип Сен-Венана. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10

9.13	Вариационные принципы теории упругости. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.14	Принцип Лагранжа. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.15	Теорема Клапейрона. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.16	Теорема Бетти. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.17	Принцип Кастильяно. Вариационные методы решения задач теории упругости (Ритца, Бубнова-Галеркина). /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.18	Основные задачи теории упругости. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.19	Плоская деформация и плоское напряженное состояние. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.20	Функция напряжений. Дифференциальные уравнения и краевые условия для функции напряжений. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.21	Численные методы решения задач теории упругости. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.22	Применение теории функций комплексного переменного, формулы Колосова-Мусхелишвили. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.23	Кручение цилиндрических стержней. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
9.24	Методы решения задач о концентрации напряжений. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
	Раздел 10. Теория пластин и оболочек.			
10.1	Допущения классической теории пластин и оболочек. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
10.2	Основное уравнение изгиба пластин. Граничные условия. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
10.3	Точные решения задачи изгиба пластин. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
10.4	Применение вариационных принципов в решении задач теории пластин. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
10.5	Применение численных методов в решении задач теории пластин. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
10.6	Расчет пластин из композитных материалов. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
10.7	Криволинейные координаты на срединной поверхности оболочки. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
10.8	Уравнения классической теории тонких упругих оболочек. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
10.9	Внутренние усилия и моменты в оболочке. Соотношения упругости. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
10.10	Потенциальная энергия деформации оболочки. Граничные условия. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
10.11	Безмоментная теория оболочек. Область применения. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
10.12	Осесимметричный изгиб оболочек вращения. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
10.13	Асимптотическое интегрирование уравнений теории оболочек. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
10.14	Теория цилиндрических оболочек. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
10.15	Интегрирование уравнений теории оболочек в одинарных и двойных рядах. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
10.16	Уравнения теории пологих оболочек и область их применения. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
10.17	Оптимальные схемы армирования безмоментных цилиндрических композиционных оболочек. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
10.18	Оптимальные конструктивные формы композитных оболочек вращения. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
	Раздел 11. Динамика упругих систем.			
11.1	Принцип Гамильтона-Остроградского для упругих систем. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
11.2	Уравнения продольных, крутильных и изгибных колебаний упругих стержней. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
11.3	Уравнения колебаний упругих пластин и оболочек. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
11.4	Свойства собственных частот и форм упругих систем. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
11.5	Вариационные принципы в теории свободных колебаний. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
11.6	Методы определения собственных частот и форм упругих систем. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
11.7	Вынужденные и затухающие колебания упругих систем. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
11.8	Упругие волны в неограниченной упругой среде. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
11.9	Волны расширения и волны сдвига. Дисперсионные уравнения. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
11.10	Фазовая и групповая скорости. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
11.11	Поверхностные волны Релея. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
	ЧАСТЬ III НЕУПРУГОСТЬ.			
	Раздел 12. Теория пластичности.			
12.1	Модели упругопластического тела. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10

12.2	Критерии текучести. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
12.3	Поверхность текучести. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
12.4	Ассоциированный закон течения. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
12.5	Теория течения в случае изотропного и анизотропного упрочнения. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
12.6	Деформационная теория пластичности. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
12.7	Сравнение различных теорий пластичности. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
12.8	Постановка задач в теории упругопластического и жесткопластического материала без упрочнения. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
12.9	Остаточные напряжения теории пластичности. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
12.10	Предельное состояние и предельная нагрузка теории пластичности. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
12.11	Определение верхней и нижней границ предельной нагрузки. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
12.12	Приспособляемость. Простейшие задачи теории пластичности. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
12.13	Деформационная теория и теория пластического течения. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
	Раздел 13. Теория вязкоупругости.			
13.1	Теория линейной вязкоупругости. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
13.2	Математическое описание вязкоупругих свойств полимеров. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
13.3	Дифференциальная и интегральная формы соотношений между напряжениями и деформациями. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
13.4	Вязкоупругие функции, связь между ними. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
13.5	Постановка и методы решения задач теории вязкоупругости. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
13.6	Вязкоупругая аналогия. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
13.7	Вязкоупругие свойства композиционных материалов. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
13.8	Физические основы прочности материалов. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
13.9	Прочность при сложном напряженном состоянии. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
13.10	Усталостное разрушение, его физическая природа. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
13.11	Малоцикловая усталость. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
13.12	Длительная прочность. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
13.13	Статистические аспекты разрушения и масштабный фактор. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
13.14	Влияние концентрации напряжений на прочность. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
	Раздел 14. Теория ползучести.			
14.1	Гипотезы старения, упрочнения и наследственности в теории ползучести. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
14.2	Постановка и методы решения задач теории ползучести. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
14.3	Кинетические уравнения ползучести. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
14.4	Установившаяся и неуставившаяся ползучесть. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
14.5	Простейшая теория одномерной ползучести. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
14.6	Теория старения и расчет по изохорным кривым. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
14.7	Релаксация напряжений при ползучести. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
14.8	Установившаяся ползучесть при сложном напряженном состоянии. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
14.9	Частные формы закона ползучести. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
14.10	Испытания на ползучесть и кривые ползучести. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
14.11	Зависимость ползучести от напряжения и температуры. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
14.12	Устойчивость при ползучести. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
	Раздел 15. Механика разрушения.			
15.1	Механика разрушения. Основные гипотезы механики разрушения. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
15.2	Вязкий и хрупкий типы разрушения. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
15.3	Напряжения и деформации вблизи трещины в упругом теле. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
15.4	Линейная механика разрушения. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
15.5	Энергетический и силовой подходы к механике разрушения. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
15.6	Устойчивая и неустойчивая трещины. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
15.7	Вязкость разрушения и коэффициент интенсивности напряжений. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10

15.8	Учет пластических деформаций в конце трещины. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
15.9	Диаграммы статического и циклического роста трещин. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
15.10	Расчеты на трещиностойкость. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
15.11	Длительное разрушение при высоких температурах. Вязкое разрушение. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
15.12	Хрупкое разрушение при высоких температурах. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
15.13	Понятие об усталостном разрушении. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
Раздел 16. Механика композитов.				
16.1	Композиты волокнистого строения. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
16.2	Высокопрочные и высокомодульные волокна композитов. /Лек/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
16.3	Статистическая природа прочности волокна композита. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
16.4	Прочность пучка композита. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
16.5	Неэффективная длина волокна в композите. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
16.6	Однонаправленные композиты с металлической матрицей. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
16.7	Композиты с полимерной матрицей. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
16.8	Упругие свойства и разрушение композита. /Ср/	2	2	Л1.1-12, Л2.1-19, Э.1- 10
	Зачет		180	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и допуска к промежуточной аттестации по данной дисциплине оформляется в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещаются в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Промежуточная аттестация по дисциплине производится в форме кандидатского экзамена 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л1.1	Работнов Ю.Н.	Механика деформируемого твердого тела.	М.: Наука, 1979.	100% онлайн
Л1.2	Пановко Я.Г.	Механика деформированного твердого тела. Современные концепции, ошибки, парадоксы.	М.: Наука. – 1985.	100% онлайн
Л1.3	Партон В.З., Морозов Е.М.	Механика упругопластического разрушения.	М.: Наука. – 1985. – 504 с.	100% онлайн
Л1.4	Тимошенко С.П., Гудьер Дж.	Теория упругости.	М.: Машиностроение. 1975. 500 с.	100% онлайн
Л1.5	Писаренко Г.С. и другие.	Сопротивление материалов.	Киев: Вища школа, 1986, 775с.	100% онлайн
Л1.6	Малинин Н.Н.	Прикладная теория пластичности и ползучести.	М.: Машиностроение, 1975.	100% онлайн
Л1.7	Бидерман В.Л.	Теория механических колебаний.	М.: Высш. шк., 1972.	100% онлайн
Л1.8	Хронин Д.В.	Теория и расчет колебаний в двигателях летательных аппаратов.	М.: Машиностроение. –1970. –412с.	100% онлайн
Л1.9	Работнов Ю.Н.	Ползучесть элементов конструкций.	М.: Физматгиз, 1966.	100% онлайн
Л1.10	Васильев В.В.	Механика конструкций из композиционных материалов.	М.: Машиностроение, 1988.	100% онлайн
Л1.11	Сегерлинд Л.	Применение метода конечных элементов.	М.: Мир. - 1979.	100% онлайн нф(2)
Л1.12	Бахвалов Н.С.	Численные методы.	М.: Наука, 1973.	

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л2.1	Безухов Н.И.	Основы теории упругости, пластичности, ползучести.	– М.: Машино- строение. – 1968. – 400 с.	100% онлайн
Л2.2	Ильюшин А.А.	Пластичность.	– М.: Гостехиздат. – 1948. – 312 с.	100% онлайн
Л2.3	Малинин Н.Н.	Прикладная теория пластичности и ползу- чести.	– М.: Машино- строение. – 1975. – 400 с.	100% онлайн
Л2.4	Надаи А.	Пластичность. Механика пластического состояния.	– М.: ОНТИ. – 1936.	100% онлайн
Л2.5	Хилл Р.	Математическая теория пластичности.	– М.: Гос. изд-во техничес- ко-теоретической литературы. – 1956. – 407 с.	100% онлайн
Л2.6	Партон В.З., Пер- лин П.И.	Методы математической теории упруго- сти.	– М.: Наука. Физ- матлит, 1981.	100% онлайн
Л2.7	Феодосьев В.И.	Сопротивление материалов.	– М.: Изд-во МГТУ, 1999.	100% онлайн
Л2.8	Горшков А.Г., Рабинский Л.Н., Тарлаковский Д.В.	Основы тензорного анализа и механика сплошной среды.	– М.: Наука, 2000.	100% онлайн
Л2.9	Пестриков В.Н., Морозов Е.Н.	Механика разрушения твердых тел. Курс лекций.	– СПб.: Профес- сия, 2001.	100% онлайн
Л2.10	Болотин В.В.	Прогнозирование ресурса машин и кон- струкций.	– М.: Машиностро- ение, 1984.	100% онлайн нф(1)
Л2.11	Новожилов В.В.	Теория тонких оболочек.	– Л.: Судострое- ние, 1962.	100% онлайн
Л2.12	Болотин В.В.	Прогнозирование ресурса машин и кон- струкций.	– М.: Машино- строение, 1984.	100% онлайн
Л2.13		Вибрации в технике: Справочник. В 6 т. – М.: Машиностроение, 1999.		100% онлайн
Л2.14	Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П.	Основы проектирования машин. Расчеты де-талей машин и конструкций на проч- ность и долговечность.	– М.: Машино- строение, 1985.	100% онлайн
Л2.15	Пестриков В.Н., Морозов Е.Н.	Механика разрушения твердых тел:	Курс лекций. – СПб.: Профессия, 2001.	100% онлайн
Л2.16	Гохфельд Д.А.	Несущая способность конструкций при повторных нагрузениях.	– М.: Машино- строение. – 1979.	100% онлайн
Л2.17	Гусев А.С.	Сопротивление усталости и живучесть конструкций при случайных нагрузках.	– М.: Наука. – 1990.	100% онлайн
Л2.18	Данилина Н.И. и др.	Численные методы.	– М.: Высш. Шк., 1976.	100% онлайн
Л2.19	Дьяконов В.П., Абрамова И.В.	Mathcad 8.0 в математике, физике и в Internetе.	– М.: Нолидж, 1999.	100% онлайн

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Изд-во, год изда- ния / Личный каб. обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л3.1	Пыхалов А.А., Кулешов А.В.		Иркутск: Ир- ГУПС, 2012. 176с.	48 100% онлайн

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э.1	Электронная библиотека Университета	https://www.irgups.ru/ntb
Э.2	Электронно-библиотечная система «Уни- верситетская библиотека онлайн»	http://www.biblioclub.ru
Э.3	1. – Любая необходимая научная литерату- ра.	http://www.knigafund.ru
Э.4	Международная база диссертаций.	http://search.proquest.com

Э.5	Международная база данных статей.	http://webofknowledge.com
Э.6	MSC Nastran – расчет и оптимизация конструкций.	http://www.mscsoftware.ru/products/nastran1
Э.7	Единое окно доступа к образовательным ресурсам.	http://window.edu.ru/window/library/p_rid=46879 –
Э.8	Научная электронная библиотека	www.eLibrary.ru Лицензионный договор №SIO-1098/2017 от 19.06.2017
Э.9	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	https://www.e.lanbook.com
Э.10	Web of Science	www.webofscience.com Сублицензионный договор (ФГБУ ГПНТБ России) №WoS/616 от 01.04.2017
6.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)		
6.3.1. Перечень базового программного обеспечения		
6.3.1.1	ОС Microsoft Windows XP Professional, количество – 227, лицензия № 44718499; ОС Microsoft Windows 7 Professional, количество – 100, лицензия № 49379844	
6.3.1.2	Офисный пакет Microsoft Office 2010, количество – 155, Лицензия № 48288083; Libre Office v. 5.2, свободно распространяемое ПО, https://ru.libreoffice.org	
6.3.2. Перечень специализированного программного обеспечения		
6.3.2.1	Специализированное программное обеспечение не предусмотрено	
6.3.3. Перечень информационных справочных систем		
6.3.3.1	Использование информационно-справочных систем не предусмотрено	

7. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ		
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80.	
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521.	
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507.	

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

Практическое (семинарское) занятие, Учебным планом не предусмотрено	Семинарское занятие – один из основных видов практических занятий, который предназначен для углубленного изучения дисциплины и овладения методологией применительно к особенностям изучаемой отрасли науки. Требования к предварительной подготовке обучающегося: знание специфики самостоятельной работы, владение методикой и навыками работы с литературой, первоисточниками, недопущение компилятивного подхода к решению научных проблем. Для участия в семинарском занятии обучающимися осуществляется подготовка докладов на определенные темы, чтение и обсуждение их аспирантами с заключением преподавателя. При подготовке к семинарскому занятию необходимо внимательно ознакомиться с планом семинара, базовыми понятиями, темами докладов, а также заданиями, предложенными для проверки уровня компетенций. Все задания, в том числе ответы на вопросы семинара оформляются в отдельной тетради; записи по вопросам должны быть грамотными, четкими и понятными. Список основной и дополнительной литературы приведен в рабочей программе дисциплины.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа - это планируемая работа обучающихся, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Предназначена не только для овладения дисциплиной, но и для формирования навыков самостоятельной работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решить проблему, находить конструктивные решения.
Реферат Учебным планом не предусмотрено	Реферат является элементом допуска к кандидатскому экзамену по дисциплине «Механика деформируемого твердого тела». Предварительно реферат должен быть сдан на кафедру «Физика, механика и приборостроение». Реферат – это самостоятельная научно-исследовательская работа аспиранта, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Содержание материала должно быть логичным, изложение материала носит проблемно-поисковый характер. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата (Положение «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2012 в последней редакции).
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИР-ГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.	

**Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине
1.1.8. «Механика деформируемого твердого тела»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации по дисциплине
1.1.8. «Механика деформируемого твердого тела»**

1. Программа контрольно-оценочных мероприятий за период изучения дисциплины

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (раздел дисциплины)	Наименование оценочного средства (форма проведения)
2 курс			
1	Текущий контроль	Раздел 1. Стержневые системы. Общие понятия.	Опрос (устно)
2	Текущий контроль	Раздел 2. Стержневые системы. Стержни и стержневые системы – растяжение и сжатие.	Опрос (устно)
3	Текущий контроль	Раздел 3. Стержневые системы. Изгиб балок.	Опрос (устно)
4	Текущий контроль	Раздел 4. Стержневые системы. Сдвиг и кручение балок.	Опрос (устно)
5	Текущий контроль	Раздел 5. Стержневые системы. Устойчивость стержней и стержневых систем.	Опрос (устно)
6	Текущий контроль	Раздел 6. Стержневые системы. Общие свойства упругих и пластических стержневых систем.	Опрос (устно)
7	Текущий контроль	Раздел 7. Стержневые системы. Колебания стержневых систем.	Опрос (устно)
8	Текущий контроль	Раздел 8. Упругое тело. Общая теория деформаций и напряжений.	Опрос (устно)
9	Текущий контроль	Раздел 9. Упругое тело. Теория упругости.	Опрос (устно)
10	Текущий контроль	Раздел 10. Упругое тело. Теория пластин и оболочек.	Опрос (устно)
11	Текущий контроль	Раздел 11. Упругое тело. Динамика упругих систем.	Опрос (устно)
12	Текущий контроль	Раздел 12. Неупругость. Теория пластичности.	Опрос (устно)
13	Текущий контроль	Раздел 13. Неупругость. Теория вязкоупругости.	Опрос (устно)
14	Текущий контроль	Раздел 14. Неупругость. Теория ползучести.	Опрос (устно)
15	Текущий контроль	Раздел 15. Неупругость. Механика разрушения.	Опрос (устно)
16	Допуск к промежуточной аттестации	Раздел 16. Неупругость. Механика композитов.	Зачет (Устно)

2. Описание показателей и критериев оценивания качества освоения дисциплины

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся требованиям образовательной программы к результатам обучения.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания заносятся преподавателем в журнал и учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Перечень оценочных средств представлен в нижеследующей таблице.

Перечень оценочных средств

Перечень оценочных средств №	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
Текущий контроль успеваемости			
1	Опрос	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде опроса обучающихся	Вопросы по темам / разделам дисциплины

2	Доклад (при желании обучающегося)	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной научно-исследовательской темы	Темы докладов
3	Реферат (при желании обучающегося)	Реферат является самостоятельным творческим исследованием аспиранта, предполагающим глубокое овладение теоретическим материалом и представляющим собой изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научно-исследовательской темы, где автор реферата раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Темы рефератов согласовываются в индивидуальном порядке
Промежуточная аттестация			
4	Зачет	Используется как форма допуска к промежуточной аттестации по 1.1.8 Механика деформируемого твердого тела. Средство, позволяющее оценить знания, умения и владения обучающегося по дисциплине.	Успешно выполнены задания текущего контроля успеваемости
5	Кандидатский экзамен	Экзамен проводится в рамках раздела 1.1.8 Механика деформируемого твердого тела, индивидуального плана работы аспирантуры в соответствии с программой кандидатского экзамена по дисциплине «Механика деформируемого твердого тела».	Успешно выполнены задания кандидатского экзамена (устный опрос)

Критерии и шкала оценивания результатов изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета представлены в следующей таблице.

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Все задания текущего контроля успеваемости выполнены
«не зачтено»	Задания текущего контроля успеваемости не выполнены в полном объеме

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости.

Критерии и шкала оценивания устного опроса

Оценка	Критерий оценки
«отлично»	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируется знание необходимой терминологии. Соблюдаются нормы литературной речи.
«хорошо»	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демон-

	стрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.
«удовлетворительно»	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.
«неудовлетворительно»	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

Критерии и шкала оценивания дискуссии

Оценка	Критерий оценки
«отлично»	Обучающийся в полной мере усвоил учебный материал; проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления информации, публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики. Материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология. Показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; высказывать свою точку зрения. Продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов. Могут быть допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов.
«хорошо»	Ответ удовлетворяет основным требованиям на оценку «отлично», но при этом имеет один из недостатков: в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа; допущены один – два недочета в формировании навыков публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации.
«удовлетворительно»	Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов; при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная компетентность, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.
«неудовлетворительно»	Не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы умения и навыки публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации.

Критерии и шкала оценивания докладов

Оценка	Критерий оценки
«отлично»	Выполнены все требования к докладу: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.
«хорошо»	Основные требования выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём, имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы даны неполные ответы.
«удовлетворительно»	Имеются существенные отступления от требований к выступлению с докладом. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании или при ответе на дополнительные вопросы; отсутствует вывод.
«неудовлетворительно»	Тема доклада не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Критерии и шкала оценивания реферата (Учебным планом не предусмотрен)

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы
«хорошо»	Основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы
«удовлетворительно»	Имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод
«неудовлетворительно»	Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Реферат обучающимся не представлен

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые вопросы по темам (разделам) дисциплины

1. Стержневые системы: внутренние силы. Метод сечений.
2. Определение перемещений по заданным деформациям упругого тела.
3. Деформационная теория пластичности.

3.2 Типовые темы докладов (Учебным планом не предусмотрены)

1. Изгиб тонкостенных стержней открытого профиля.
2. Оператор Лапласа в прямоугольных, цилиндрических и сферических координатах.
3. Вариационно-энергетический подход метода перемещений теории упругости

3.3 Типовые темы рефератов (Учебным планом не предусмотрены)

Подготовка рефератов не предусмотрена учебным планом. Однако, по желанию аспиранта, тема реферата согласовывается индивидуально с научным руководителем и преподавателем дисциплины «Механика деформируемого твердого тела». Типовые темы рефератов:

1. Уравнения Лагранжа второго рода для голономных и неголономных систем.
2. Оператор Лапласа в прямоугольных, цилиндрических и сферических координатах.
3. Метод конечных элементов для решения задач механики твердого деформированного тела. Основные идеи и схемы реализации.

3.5 Перечень вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену по дисциплине «Механика деформируемого твердого тела»

ЧАСТЬ I СТЕРЖНЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Раздел 1. Общие понятия.

1. Предмет механики деформируемого тела. Сплошная среда.
2. Однородная среда. Кинематическое описание сплошной среды.
3. Внешние силы, их физическая природа и векторная интерпретация.
4. Принцип Сен-Венана и статически эквивалентные системы сил.
5. Внутренние силы. Метод сечений.
6. Упругость твердых деформируемых тел.
7. Пластичность твердых деформируемых тел.
8. Последействие и ползучесть твердых деформируемых тел.
9. Изотропные и анизотропные деформируемые твердых тела.

Раздел 2. Стержни и стержневые системы – растяжение и сжатие.

10. Растяжение и сжатие стержней, перемещение узлов стержневых систем.
11. Напряжения и деформации при растяжении - сжатии.
12. Статически неопределимые задачи на растяжение - сжатие.
13. Расчет стержневых систем на прочность.
14. Классические критерии (теории) прочности.
15. Остаточные напряжения после пластической деформации.
16. Большая деформация.
17. Упругая энергия деформации и упругие потенциалы.
18. Распространение упругих волн в стержнях и напряжение при ударе.

Раздел 3. Изгиб балок.

19. Действие поперечных сил на балку.
20. Закон плоских сечений.
21. Нормальные напряжения при изгибе.
22. Изгибающие моменты и перерезывающие силы.
23. Прочность и несущая способность при изгибе.
24. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование.
25. Продольно-поперечный изгиб балок.

26. Изгиб балки на упругом основании.

Раздел 4. Сдвиг и кручение балок.

27. Деформация балок на сдвиг, действующие силы и напряжения.

28. Закон Гука при чистом сдвиге.

29. Чистый сдвиг – проверка прочности и допускаемые напряжения.

30. Напряжения и деформации при кручении. Условия прочности и жесткости.

31. Анализ предельного состояния и расчет валов на прочность и жесткость при кручении.

32. Кручение стержней некруглого сечения.

33. Кручение тонкостенных стержней.

Раздел 5. Устойчивость стержней и стержневых систем.

34. Постановка задачи устойчивости и критические силы для сжатого стержня.

35. Устойчивость прямолинейной формы сжатого стержня.

36. Устойчивость пологой арки.

37. Критические силы потери устойчивости при различных видах закрепления стержня.

38. Устойчивость стержня в упругой среде.

39. Потеря устойчивости за пределом упругости – схема Кармана.

40. Потеря устойчивости за пределом упругости – схема продолжающегося нагружения.

Раздел 6. Общие свойства упругих и пластических стержневых систем.

41. Упругие и пластические системы.

42. Теоремы Логранжа и Кастильяно.

43. Линейные упругие системы.

44. Статически неопределимые системы. Экстремальные принципы.

45. Метод сил и метод перемещений в строительной механике стержневых систем.

46. Жесткопластическое тело.

47. Статический метод определения предельной нагрузки.

48. Кинематически возможные состояния и метод определения предельной нагрузки.

Раздел 7. Колебания стержневых систем.

49. Колебания линейных систем с конечным числом степеней свободы.

50. Потенциальные, гироскопические и диссипативные силы.

51. Собственные формы колебаний. Главные координаты.

52. Свойства собственных частот и форм колебаний.

53. Функция Гамильтона. Принцип Гамильтона-Остроградского.

54. Малые собственные колебания консервативных систем.

55. Формула и способ Релея.

56. Динамический изгиб стержней.

57. Способ Релея-Рица.

58. Вынужденные колебания линейных систем.

59. Автоколебательные системы.

60. Предельные циклы и их динамическая устойчивость.

61. Вынужденные и параметрические колебания нелинейных систем.

62. Предельные состояния при колебаниях. Отстройка от резонансов.

ЧАСТЬ II УПРУГОЕ ТЕЛО

Раздел 8. Общая теория деформаций и напряжений.

63. Тензоры напряжений и деформаций в евклидовом пространстве.

- 64. Общая теория деформаций.
- 65. Определение перемещений по заданным деформациям.
- 66. Теория напряжений, свойства полей деформаций и напряжений.
- 67. Круговая диаграмма Мора.
- 68. Разложение тензора напряжений на девиаторную и гидростатическую составляющие.
- 69. Геометрически нелинейные задачи.

Раздел 9. Теория упругости.

- 70. Определение перемещений по деформациям.
- 71. Уравнения совместности деформаций.
- 72. Потенциальная энергия деформации.
- 73. Закон Гука для изотропных и анизотропных тел.
- 74. Уравнения равновесия.
- 75. Полная система уравнений теории упругости.
- 76. Уравнения Бельтрами-Митчела.
- 77. Уравнения в перемещениях.
- 78. Постановка основных задач теории упругости.
- 79. Теоремы о существовании и единственности решения задач теории упругости.
- 80. Прямой и обратный методы решения задач теории упругости.
- 81. Принцип Сен-Венана.
- 82. Вариационные принципы теории упругости.
- 83. Принцип Лагранжа.
- 84. Теорема Клапейрона.
- 85. Теорема Бетти.
- 86. Принцип Кастильяно. Вариационные методы решения задач теории упругости (Ритца, Бубнова-Галеркина).
- 87. Основные задачи теории упругости.
- 88. Плоская деформация и плоское напряженное состояние.
- 89. Функция напряжений. Дифференциальные уравнения и краевые условия для функции напряжений.
- 90. Численные методы решения задач теории упругости.
- 91. Применение теории функций комплексного переменного, формулы Колосова-Мусхелишвили.
- 92. Кручение цилиндрических стержней.
- 93. Методы решения задач о концентрации напряжений.

Раздел 10. Теория пластин и оболочек.

- 94. Допущения классической теории пластин и оболочек.
- 95. Основное уравнение изгиба пластин. Граничные условия.
- 96. Точные решения задачи изгиба пластин.
- 97. Применение вариационных принципов в решении задач теории пластин.
- 98. Применение численных методов в решении задач теории пластин.
- 99. Расчет пластин из композитных материалов.
- 100. Криволинейные координаты на срединной поверхности оболочки.
- 101. Уравнения классической теории тонких упругих оболочек.
- 102. Внутренние усилия и моменты в оболочке. Соотношения упругости.
- 103. Потенциальная энергия деформации оболочки. Граничные условия.
- 104. Безмоментная теория оболочек. Область применения.
- 105. Осесимметричный изгиб оболочек вращения.

- 106. Асимптотическое интегрирование уравнений теории оболочек.
- 107. Теория цилиндрических оболочек.
- 108. Уравнения теории пологих оболочек и область их применения.

Раздел 11. Динамика упругих систем.

- 109. Принцип Гамильтона-Остроградского для упругих систем.
- 110. Уравнения продольных, крутильных и изгибных колебаний упругих стержней.
- 111. Уравнения колебаний упругих пластин и оболочек.
- 112. Свойства собственных частот и форм упругих систем.
- 113. Вариационные принципы в теории свободных колебаний.
- 114. Методы определения собственных частот и форм упругих систем.
- 115. Вынужденные и затухающие колебания упругих систем.
- 116. Упругие волны в неограниченной упругой среде.
- 117. Волны расширения и волны сдвига. Дисперсионные уравнения.
- 118. Фазовая и групповая скорости.
- 119. Поверхностные волны Релея.

ЧАСТЬ III НЕУПРУГОСТЬ.

Раздел 12. Теория пластичности.

- 120. Модели упругопластического тела.
- 121. Критерии текучести.
- 122. Поверхность текучести.
- 123. Ассоциированный закон течения.
- 124. Теория течения в случае изотропного и анизотропного упрочнения.
- 125. Деформационная теория пластичности.
- 126. Сравнение различных теорий пластичности.
- 127. Постановка задач в теории упругопластического и жесткопластического материала без упрочнения.
- 128. Остаточные напряжения теории пластичности.
- 129. Предельное состояние и предельная нагрузка теории пластичности.
- 130. Определение верхней и нижней границ предельной нагрузки.
- 131. Приспособляемость. Простейшие задачи теории пластичности.
- 132. Деформационная теория и теория пластического течения.

Раздел 13. Теория вязкоупругости.

- 133. Теория линейной вязкоупругости.
- 134. Математическое описание вязкоупругих свойств полимеров.
- 135. Дифференциальная и интегральная формы соотношений между напряжениями и деформациями.
- 136. Вязкоупругие функции, связь между ними.
- 137. Постановка и методы решения задач теории вязкоупругости.
- 138. Вязкоупругая аналогия.
- 139. Вязкоупругие свойства композиционных материалов.
- 140. Физические основы прочности материалов.
- 141. Прочность при сложном напряженном состоянии.
- 142. Усталостное разрушение, его физическая природа.
- 143. Малоцикловая усталость.
- 144. Длительная прочность.
- 145. Статистические аспекты разрушения и масштабный фактор.
- 146. Влияние концентрации напряжений на прочность.

Раздел 14. Теория ползучести.

- 147. Гипотезы старения, упрочнения и наследственности в теории ползучести.
- 148. Постановка и методы решения задач теории ползучести.
- 149. Кинетические уравнения ползучести.
- 150. Установившаяся и неуставившаяся ползучесть.
- 151. Простейшая теория одномерной ползучести.
- 152. Теория старения и расчет по изохорным кривым.
- 153. Релаксация напряжений при ползучести.
- 154. Установившаяся ползучесть при сложном напряженном состоянии.
- 155. Частные формы закона ползучести.
- 156. Испытания на ползучесть и кривые ползучести.
- 157. Зависимость ползучести от напряжения и температуры.
- 158. Устойчивость при ползучести.

Раздел 15. Механика разрушения.

- 159. Механика разрушения. Основные гипотезы механики разрушения.
- 160. Вязкий и хрупкий типы разрушения.
- 161. Напряжения и деформации вблизи трещины в упругом теле.
- 162. Линейная механика разрушения.
- 163. Энергетический и силовой подходы к механике разрушения.
- 164. Устойчивая и неустойчивая трещины.
- 165. Вязкость разрушения и коэффициент интенсивности напряжений.
- 166. Учет пластических деформаций в конце трещины.
- 167. Диаграммы статического и циклического роста трещин.
- 168. Расчеты на трещиностойкость.
- 169. Длительное разрушение при высоких температурах. Вязкое разрушение.
- 170. Хрупкое разрушение при высоких температурах.
- 171. Понятие об усталостном разрушении.

Раздел 16. Механика композитов.

- 172. Композиты волокнистого строения.
- 173. Высокопрочные и высокомодульные волокна композитов.
- 174. Статистическая природа прочности волокна композита.
- 175. Прочность пучка композита.
- 176. Неэффективная длина волокна в композите.
- 177. Однонаправленные композиты с металлической матрицей.
- 178. Композиты с полимерной матрицей.
- 179. Упругие свойства и разрушение композита.
- 180. Особенности деформирования и характер разрушения композиционных материалов при различных схемах армирования слоев и условиях нагружения.

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице дано описание процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий, соответствующих рабочей программе дисциплины, и процедур оценивания результатов обучения с помощью спланированных оценочных средств.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Опрос / дискуссия	Опрос / дискуссия, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время лекций.
Доклад	Преподаватель не менее чем за неделю до срока выступления с докладами, должен сообщить каждому обучающемуся тему и рекомендовать литературу.
Реферат	Защита реферата проводится во время лекционных занятий.

Лист регистрации дополнений и изменений рабочей программы дисциплины

[illegible]