ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Тараненко П. А.
Пользователь: taranenkopa
Дата подписания: 28.05.2025

П. А. Тараненко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.15 Устойчивость механических систем
для направления 15.03.03 Прикладная механика
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Компьютерное моделирование и испытания высокотехнологичных конструкций
форма обучения очная
кафедра-разработчик Техническая механика

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 729

Зав.кафедрой разработчика, к.техн.н., доц.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Тараненко П. А.
Пользователь: taranenkopa
Дата подписания: 28.05.2025

П. А. Тараненко

Разработчик программы, к.техн.н., доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
ЮУрГУ
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Терешин Д. А.
Пользователь: tereshinda
Дата подписания: 27.05.2025

Д. А. Терешин

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: сформулировать представление о всех возможных проявлениях потерь устойчивости механических систем, обратить внимание студентов на степень ответственности прочниста, своей подписью гарантирующего безопасную эксплуатацию спроектированной тонкостенной конструкции. Основные задачи: 1. Наглядно продемонстрировать основные понятия теории упругой устойчивости. 2. На примерах простых задач устойчивости тонкостенных стержней, пластин и оболочек показать то общее, что присуще большинству задач устойчивости тонкостенных упругих систем . 3. На конкретных примерах реальных конструкций дать возможность студенту поразмышлять над конструктивными решениями с позиции устойчивости упругих систем. 4. Дать возможность ученику опытным путем проверить истинность теоретических положений, сопоставив их с результатами модельного эксперимента (верификация эксперимента).

Краткое содержание дисциплины

Круг вопросов настоящего курса включает в себя: теорию устойчивости тонкостенных стержней, пластин и оболочек, в том числе и подкрепленных; вывод расчетных зависимостей и анализ пределов их применимости; узнавание курса в содержании справочное литературы по расчету на устойчивость силовых конструкций.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способен на научной основе организовать свой труд и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным наукоемким процессам, машинам и конструкциям	Знает: допущения, лежащие в основе классических решений задач устойчивости тонкостенных упругих систем; критерии исследования устойчивости механических систем; основные формулы для определения критических параметров стержней, пластин и цилиндрических оболочек; теоремы теории устойчивости упругих систем; основные методы исследования на устойчивость, оответствующие каждому из классов Умеет: объяснять на примерах технических систем конкретные конструктивные решения на основе знаний теории устойчивости и решать соответствующие задачи; определять к какому из классов относится данная упругая система; выбирать метод исследования на устойчивость Имеет практический опыт: исследования на устойчивость разных классов упругих систем

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Специальные главы сопротивления материалов,	Основы планирования эксперимента,

Строительная механика пластин, Аналитическая динамика, Цифровое моделирование динамики машин и механизмов, Теория упругости, Анализ механической системы твердых тел, Специальные главы теоретической механики, Строительная механика оболочек	Регрессионный анализ и планирование эксперимента

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Анализ механической системы твердых тел	Знает: теоретические основы и методы компьютерного моделирования, компьютерные системы моделирования динамики механизмов из абсолютно твердых тел Умеет: разрабатывать виртуальные модели исследуемых механических систем, учитывающих особенности их конструкции, выполнять кинематический и динамический анализ механической системы Имеет практический опыт: работы с пакетами многотельной динамики (MultiBody Dynamics) для компьютерного моделирования динамических систем, состоящих из твердых тел, кинематического и динамического анализа механических систем
Цифровое моделирование динамики машин и механизмов	Знает: современные пакеты 1D и 3D цифрового моделирования динамики сборок из абсолютно твердых тел, теоретические основы и методы цифрового моделирования Умеет: определять кинематические и динамические параметры конструкции (перемещения, скорости и ускорения точек), разрабатывать цифровые виртуальные модели исследуемых механических систем, учитывающих особенности их конструкции Имеет практический опыт: кинематического и динамического анализа систем твердых тел, работы с пакетами многотельной динамики (MultiBody Dynamics) для цифрового компьютерного моделирования динамических систем
Теория упругости	Знает: основы тензорной алгебры и тензорного анализа, которые с одной стороны необходимы для формирования объемного представления о мерах напряженно-деформированного состояния и основных законах механики твердого деформируемого тела, а с другой стороны помогают развить системное и критическое мышление, тензорный аппарат, используемый в механике твердого тела, основные меры напряженно-деформированного состояния, уравнения, законы и принципы теории упругости; основы метода конечных элементов;

	классические задачи теории упругости в 3D и 2D постановке Умеет: представлять меры напряженного и деформированного состояния в точке тела, а также основные уравнения механики твердого деформируемого тела в тензорной форме, при необходимости переходя от нее к координатной и матричной , решать задачи теории упругости, привлекая для этого тензорный аппарат; выполнять анализ напряженно-деформированного состояния в точке тела; составлять матричную модель МКЭ стержневой и плоской конструкции Имеет практический опыт: представления основных уравнений теории упругости в различных формах записи; применения тензорного аппарата к решению задач механики, организации своего труда на научной основе; применения классических задач и методов теории упругости, физико-механических, математических и компьютерных моделей
Аналитическая динамика	Знает: основные понятия теории малых колебаний линейных систем с конечным числом степеней свободы, базовые фундаментальные, естественнонаучные положения аналитической динамики и теории колебаний, основные понятия, физические основы и методы математического анализа динамического поведения механических систем Умеет: выполнять расчет собственных частот и собственных форм малых колебаний линейных консервативных систем с конечным числом степеней свободы, классифицировать механическую систему на основании выявления наложенных связей и записи их уравнений; определять число степеней свободы механической системы; записывать уравнения движения; составлять и решать характеристическое уравнение; устанавливать характер движения механической системы (колебательный или неколебательный), ставить и решать задачи о движении и равновесии материальных объектов, конструкций и сооружений Имеет практический опыт: расчета установившихся и неустановившихся колебаний линейных консервативных систем с конечным числом степеней свободы, записи дифференциальных уравнений движения в прямой форме, обратной форме, с помощью уравнений Лагранжа второго рода, анализа результатов решения задач динамического поведения механических систем с конечным числом степеней свободы, формулировки выводов и оформления отчетов о выполненных исследованиях
Специальные главы сопротивления материалов	Знает: основные гипотезы механики деформируемого тела и, в частности,

	сопротивления материалов; основы расчета на прочность по допускаемым напряжениям и по допускаемым нагрузкам, в том числе при динамическом воздействии, методы расчета на устойчивость стержневых конструкций; общие закономерности неупругого однократного и повторно-переменного деформирования материалов Умеет: выделять круг задач, в которых особенности рассматриваемых процессов требуют применения специфических методов анализа; выполнять расчеты на прочность и жесткость конструкций, в том числе и статически неопределимых; записывать системы уравнений и неравенств, описывающих неупругое деформирование конструкций; определять критическую силу для стержневой конструкции; выполнять расчеты на прочность с учетом динамических воздействий Имеет практический опыт: формулировки задач расчетов за пределами упругости, определения перечня возможных результатов; решения задач определения нагрузок, напряжений и перемещений при однократном и повторном нагружении за пределами упругости; определения предельных нагрузок, критических нагрузок, раскрытия статической неопределимости в балках, рамах и фермах, анализа конструкций при динамическом воздействии
Строительная механика пластин	Знает: возможности современных численных методов решения задач о пластинах, основные гипотезы технической теории пластин Умеет: выбирать методы и приемы моделирования, обеспечивающие эффективность и адекватность расчетных моделей, записывать и решать определяющие уравнения, описывающие напряженно-деформированное состояние пластин Имеет практический опыт: применения соответствующих численных методов для определения напряженно-деформированного состояния конструкций из пластин, получения аналитических и численных (с использованием CAE-программ) оценок напряженного состояния в задачах о пластинах
Строительная механика оболочек	Знает: возможности современных численных методов решения задач об оболочках, основные гипотезы технической теории оболочек Умеет: выбирать методы и приемы моделирования, обеспечивающие эффективность и адекватность расчетных моделей, записывать и решать определяющие уравнения, описывающие напряженно-деформированное состояние оболочек Имеет практический опыт: применения соответствующих численных методов для определения напряженно-деформированного состояния оболочечных конструкций, получения

	аналитических и численных (с использованием CAE-программ) оценок напряженного состояния в задачах об оболочках
Специальные главы теоретической механики	Знает: фундаментальные понятия кинематики и динамики; основные аксиомы, законы и принципы теоретической механики для применения их в профессиональной деятельности Умеет: применять теоремы кинематики, общие теоремы и принципы динамики к исследованию движения твердого тела и механической системы Имеет практический опыт: математического моделирования кинематического и динамического состояния механических систем и анализа полученных результатов

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		7
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия:	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	35,75	35,75
Подготовка к экзамену	13	13
Подготовка отчетов по лабораторным работам	9,75	9.75
Подготовка к занятиям по решению нестандартных задач повышенной сложности	13	13
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные понятия теории упругой устойчивости	4	3	1	0
2	Устойчивость прямых стержней	8	5	3	0
3	Устойчивость прямоугольных пластин	7	4	3	0
4	Устойчивость цилиндрических оболочек	7	4	3	0
5	Лабораторные работы по устойчивости	6	0	6	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Столкновение с проблемой устойчивости: следствие уравнения нелинейного краевого эффекта. По следам задачи Эйлера: устойчивость консольной стойки под действием "мертвой" и "следящей" сил. Невязки при решении задач устойчивости в постановке \эйлера. Диаграммы равновесия состояний деформируемых систем. Устойчивое и случаейное равновесие. Критические нагрузки. Классификация случаев потери устойчивости. О постановке задач устойчивости тонкостенных систем.	1
2	1	Устойчивое и случаейное равновесие. Критические нагрузки. Классификация случаев потери устойчивости. О постановке задач устойчивости тонкостенных систем.	2
3	2	Устойчивость стержней: основное линеаризованное уравнение; особенности формулировки граничных условий. Примеры использования основного уравнения. Два случая возможного понижения порядка основного уравнения. Устойчивость стержня на упругом основании : особенность поведения стержня при плавном изменении жесткости основания; зависимость критической силы от длины стержня.	1
4	2	Балка С.П.Тимошенко - учет влияния деформаций поперечного сдвига на величину критической силы. Формулы для расчета трехсложного стержня. Понятие местной устойчивости. Динамический критерий устойчивости. Случаи "мертвой" и "следящей" силы. Устойчивость свободного стержня под действием "следящей" силы.	2
5	2	Случаи "мертвой" и "следящей" силы. Устойчивость свободного стержня под действием "следящей" силы.	2
6	3	Устойчивость пластин. Понятие фиктивной поперечной нагрузки. Основное линеаризированное уравнение устойчивости. Аналитическое решение основного линеаризованного уравнения для свободной опертой по всему контуру пластины, равномерно сжатой в одном направлении. Зависимость коэффициента критического напряжения от условий закрепления сторон прямоугольной пластины. Устойчивость пластины при сдвиге. Поведение пластин после потери устойчивости.	1
7	3	Устойчивость пластин. Понятие фиктивной поперечной нагрузки. Основное линеаризированное уравнение устойчивости. Аналитическое решение основного линеаризованного уравнения для свободной опертой по всему контуру пластины, равномерно сжатой в одном направлении. Зависимость коэффициента критического напряжения от условий закрепления сторон прямоугольной пластины. Устойчивость пластины при сдвиге. Поведение пластин после потери устойчивости.	1
8	3	Устойчивость пластин. Понятие фиктивной поперечной нагрузки. Основное линеаризированное уравнение устойчивости. Аналитическое решение основного линеаризованного уравнения для свободной опертой по всему контуру пластины, равномерно сжатой в одном направлении. Зависимость коэффициента критического напряжения от условий закрепления сторон прямоугольной пластины. Устойчивость пластины при сдвиге. Поведение пластин после потери устойчивости.	2
9	4	Устойчивость цилиндрической оболочки при осевом сжатии. Величина критического напряжения и возможные формы потери устойчивости. Устойчивость цилиндрической оболочки при внешнем давлении. Критические параметры. Формула П.Ф.Папковича. Зависимость критического давления от условий закрепления торцевых сечений оболочки.	1

10	4	Устойчивость подкрепленных оболочек. Влияние внутреннего давления на устойчивость оболочки при осевом сжатии. Влияние кольцевого оребрения на величину критического давления. Эффект "вафельного" оребрения в случае осевого сжатия и внешнего давления.	1
11	4	Устойчивость оболочек при комбинированном нагружении. Совместное действие давления (внешнего и внутреннего, осевого сжатия, кручения и поперечной силы). Поведение оболочек после потери устойчивости. Первая и вторая критические нагрузки. Влияние подкрепления на критические нагрузки.	1
12	4	Устойчивость подкрепленных оболочек. Влияние внутреннего давления на устойчивость оболочки при осевом сжатии. Влияние кольцевого оребрения на величину критического давления. Эффект "вафельного" оребрения в случае осевого сжатия и внешнего давления.	1

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Решение задач: устойчивость трубки при скоростном протекании сквозь нее жидкости.	1
2	2	Влияние условий закрепления стержня на величину критического усилия (четыре задачи решаются в компьютерном зале кафедры).	3
3	3	Устойчивость пластин: две задачи на определение критического напряжения в случаях, когда четыре стороны пластины закреплены и когда одна сторона пластины - свободна. Местная устойчивость тонкостенных стержней.	3
4	4	Показательные примеры устойчивости цилиндрической оболочки при осевом сжатии и действии поперечной силы.	1
5	4	Зависимость критического усилия и несущей способности цилиндрической оболочки от величины внутреннего давления.	1
6	4	Эффект подкрепления цилиндрической оболочки кольцевыми ребрами при нагружении внешним давлением.	1
7	5	Лабораторная работа №1. Определение механических характеристик образцов и экспериментальных моделей оболочки. Статистическая обработка.	1
8	5	Лабораторная работа №2. Общая и местная устойчивость тонкостенных стержней. Попадание в диапазон допустимых нагрузок.	1
9	5	Лабораторная работа №3. Устойчивость цилиндрической оболочки при осевом статическом влиянии внутреннего давления на величину критического напряжения . Причины расхождения теории и эксперимента.	1
10	5	Лабораторная работа №4. Устойчивость цилиндрической оболочки при нагружении внешним давлением и крутящим моментом. Еще раз убедиться, что с потерей устойчивости работоспособность конструкции исчерпывается.	1
11	5	Лабораторная работа №5. Использование программного обеспечения с целью верификации экспериментальных и расчетных результатов. Подготовка отчета.	1
12	5	Защита отчета по лабораторным работам	1

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	Основная литература: [1] гл.4 с.83-102, гл.5 с.107-134, гл.6 с.139-174, гл.7 с.183-210, гл.8 с.214-233; [2] раздел1 гл.4 с.43, раздел 2 гл.4 с.205; [3] Часть 2 гл.1 с.34-69, гл.2 с.71-80, гл.3 с.81-127, гл.4 с.128-153,гл.7 с.159-170. Дополнительная литература: [1] гл.1 с.15-89, гл.9 с.313-391, гл.11 с.506-598; [2] гл.1 с.11-25, гл.2 с.41-60, гл.3 с.66-104, гл.4 с.114-127, гл.5 с.132-152; [3] раздел 2 гл.3 с.47-82, гл.4 с.85-97, раздел 3 гл.11 с.181-188, гл.12 с.188-197.	7	13
Подготовка отчетов по лабораторным работам	Устойчивость упругих систем. Методические указания к лаб. работам/ Под ред. И.А. Иванова, ЧПИ, Челябинск, 1986 г.	7	9,75
Подготовка к занятиям по решению нестандартных задач повышенной сложности	[3], по главам касающимся темы олимпиады: стержни - (10 час); пластины (8 час) - глава 9, с.162-178; оболочки (12 час) - главы 3,4,5,6 - выборочно только для гладких цилиндрических оболочек	7	13

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	7	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №1	1	5	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. №179). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - выполнена обработка экспериментальных данных,	зачет

						сравнение с теоретическими значениями - 1 балл; сделаны обоснованные выводы и заключение - балл; - работа оформлена в соответствии с требованиями - 1 балл; - правильный ответ на один вопрос - 1 балл. Максимальное количество баллов - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 1. Лабораторная работа оценивается в 5 баллов.	
2	7	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №2	1	5	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. №179). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - выполнена обработка экспериментальных данных, сравнение с теоретическими значениями - 1 балл; сделаны обоснованные выводы и заключение - балл; - работа оформлена в соответствии с требованиями - 1 балл; - правильный ответ на один вопрос - 1 балл. Максимальное количество баллов - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 1. Лабораторная работа оценивается в 5 баллов.	зачет
3	7	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №3	1	5	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. №179). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - выполнена обработка экспериментальных данных, сравнение с теоретическими значениями - 1 балл; сделаны обоснованные выводы и заключение - балл; - работа оформлена в соответствии с требованиями - 1 балл; - правильный ответ на один вопрос - 1 балл. Максимальное количество баллов - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 1. Лабораторная работа оценивается в 5 баллов.	зачет
4	7	Текущий	Защита	1	5	Защита лабораторной работы	зачет

		контроль	лабораторной работы №4			осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. №179). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - выполнена обработка экспериментальных данных, сравнение с теоретическими значениями - 1 балл; сделаны обоснованные выводы и заключение - балл; - работа оформлена в соответствии с требованиями - 1 балл; - правильный ответ на один вопрос - 1 балл. Максимальное количество баллов - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 1. Лабораторная работа оценивается в 5 баллов.	
5	7	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №5	1	5	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. №179). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - выполнена обработка экспериментальных данных, сравнение с теоретическими значениями - 1 балл; сделаны обоснованные выводы и заключение - балл; - работа оформлена в соответствии с требованиями - 1 балл; - правильный ответ на один вопрос - 1 балл. Максимальное количество баллов - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 1. Лабораторная работа оценивается в 5 баллов.	зачет
6	7	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №6	1	5	Защита лабораторной работы осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность выводов и ответы на вопросы (задаются 2 вопроса). При оценивании мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. №179). Общий	зачет

						балл при оценке складывается из следующих показателей: - выполнена обработка экспериментальных данных, сравнение с теоретическими значениями - 1 балл; сделаны обоснованные выводы и заключение - балл; - работа оформлена в соответствии с требованиями - 1 балл; - правильный ответ на один вопрос - 1 балл. Максимальное количество баллов - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 1. Лабораторная работа оценивается в 5 баллов.	
7	7	Текущий контроль	Письменный опрос - контрольная работа	2	6	Письменный опрос осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. Студенту дается 3 задачи. Время отведенное на мероприятие - 30 мин. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильное решение задачи соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 6.	зачет
8	7	Проме-жуточная аттестация	Зачет	-	40	На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Зачет включает два мероприятия: ответы на два теоретических вопроса и решение двух практических задач. . Тематика теоретических вопросов и практических задач позволяют оценить сформированность компетенций. На ответы по вопросам теории отводится 1 час. Критерии оценивания теоретических вопросов: Правильный ответ на теоретический вопрос соответствует 10 баллам. Ответ на вопрос с незначительными неточностями 8 баллов. Ответ на вопрос с неполным изложением информации - 4 балла. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. На решение задач отводится 1 час. Критерии оценивания решения задач: - расчет выполнен верно – 10 баллов; - расчет выполнен в целом верно, имеет недочеты – 8 баллов; - расчет выполнен с ошибками – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов. Максимальное количество баллов 40.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Зачет включает два мероприятия: ответы на два теоретических вопроса и решение двух практических задач. . Тематика теоретических вопросов и практических задач позволяют оценить сформированность компетенций. На ответы по вопросам теории отводится 1 час. Критерии оценивания теоретических вопросов: Правильный ответ на теоретический вопрос соответствует 10 баллам. Ответ на вопрос с незначительными неточностями 8 баллов. Ответ на вопрос с неполным изложением информации - 4 балла. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. На решение задач отводится 1 час. Критерии оценивания решения задач: - расчет выполнен верно – 10 баллов; - расчет выполнен в целом верно, имеет недочеты – 8 баллов; - расчет выполнен с ошибками – 4 балла; - задача не выполнена – 0 баллов. Максимальное количество баллов 40. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85…100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75…84 %. Удовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60…74 %. Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0…59 %	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-4	Знает: допущения, лежащие в основе классических решений задач устойчивости тонкостенных упругих систем; критерии исследования устойчивости механических систем; основные формулы для определения критических параметров стержней, пластин и цилиндрических оболочек; теоремы теории устойчивости упругих систем; основные методы исследования на устойчивость, оответствующие каждому из классов	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Умеет: объяснять на примерах технических систем конкретные конструктивные решения на основе знаний теории устойчивости и решать соответствующие задачи; определять к какому из классов относится данная упругая система; выбирать метод исследования на устойчивость	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: исследования на устойчивость разных классов упругих систем	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Алфутов, Н. А. Устойчивость движения и равновесия Учеб. для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов в обл. машиностроения и систем упр. Н. А. Алфутов, К. С. Колесников; Под ред. К. С. Колесникова. - 2-е изд., стер. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 252,[1] с.
2. Феодосьев, В. И. Избранные задачи и вопросы по сопротивлению материалов [Текст] учеб. пособие для втузов В. И. Феодосьев. - 5-е изд., испр. и доп. - М.: Наука: Физматлит, 1996. - 365, [1] с. ил.
3. Лизин, В. Т. Проектирование тонкостенных конструкций Учеб. пособие для вузов по направлению "Авиа-и ракетостроение" В. Т. Лизин, В. А. Пяткин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1994. - 380,[1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Пановко, Я. Г. Устойчивость и колебания упругих систем: Соврем. концепции, парадоксы и ошибки. - 3-е изд., перераб. - М.: Наука, 1979. - 384 с. ил.
2. Прочность. Устойчивость. Колебания Справ.: В 3 т. Т. 2 Под общ. ред. И. А. Биргера, Я. Г. Пановко; Авт. т. А. Я. Александров, С. А. Амбарцумян, В. Л. Бидерман и др. - М.: Машиностроение, 1968. - 463 с. ил.
3. Прочность. Устойчивость. Колебания [Текст] Т. 3 справочник : в 3 т. В. В. Болотин и др.; под общ. ред. И. А. Биргера, Я. Г. Пановко. - М.: Машиностроение, 1968. - 567 с. черт.
4. Санжаровский, Р. С. Теория расчета строительных конструкций на устойчивость и современные нормы [Текст] учеб. пособие для строит. специальностей вузов Р. С. Санжаровский, А. А. Веселов. - СПб. ; М.: АСВ, 2007. - 126,[1] с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Реферативный журнал 16. Механика: серия 16В. Механика деформируемого твердого тела. Раздел "Устойчивость упругих систем". Серия 16Д. Прочность конструкций и материалов. Раздел "Прочность машиностроительных конструкций".

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Устойчивость упругих систем. Методические указания к лаб. работам / Под ред. И.А. Иванова, ЧПИ, Челябинск 1986 г.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Устойчивость упругих систем. Методические указания к лаб. работам / Под ред. И.А. Иванова, ЧПИ, Челябинск 1986 г.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
4. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	332 (2)	Компьютерный класс – 12 шт. Компьютеры Intel Pentium Core i5, 8 Гб ОЗУ, 512 Мб HDD, монитор Acer 20", клавиатура, мышь, предустановленное лицензионное ПО Solidworks, Ansys, MathCAD
Лекции	336 (2)	Проектор, экран, Компьютер Intel Pentium Core i3, 4 Гб ОЗУ, 512 Мб HDD, монитор Acer 20", клавиатура, мышь, предустановленное лицензионное ПО Solidworks, Ansys, MathCAD
Лабораторные занятия	033 (1)	Экспериментальные установки для реализации различных случаев нагружения модельных цилиндрических оболочек, пластин и тонкостенных стержней.