

Минобрнауки России  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

"\_25\_" \_\_\_\_\_05\_\_\_\_\_2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**Динамика и устойчивость конструкций и  
механических систем**

Направление подготовки

**15.04.03 Прикладная механика**

-

Направленность (профиль) подготовки

**Математическое и компьютерное моделирование  
механических систем и процессов**

Квалификация выпускника

**Магистр**

Воронеж

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Динамика и устойчивость конструкций и механических систем» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

28 Производство машин и оборудования (в сфере повышения надежности и долговечности работы деталей, узлов и механизмов);

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: обеспечения необходимой динамики, прочности, устойчивости, рациональной оптимизации, долговечности, ресурса, живучести, надежности и безопасности машин, конструкций, композитных структур, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры и их элементов, расчетно-экспериментальных работ с элементами научных исследований в области прикладной механики, разработки и проектирования новой техники и технологий)..

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов:

производственно-технологический;

научно-исследовательский;

проектно-конструкторский.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.03 «Прикладная механика» (уровень образования - магистр).

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-10	Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики	ИД1 <sub>ОПК-10</sub> – Применяет существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики
			ИД2 <sub>ОПК-10</sub> – Разрабатывает новые физико-механические, математические и компьютерные модели для решения научно-технических задач в области прикладной механики

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 <sub>ОПК-10</sub> – Применяет существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики	Знает: существующие физико-механические, математические модели в области прикладной механики.
	Умеет: выбирать существующие физико-механические, математические модели для решения задач в области прикладной механики
	Владеет: навыками применения существующих физико-механических, математических моделей при решения задач в области прикладной механики
ИД2 <sub>ОПК-10</sub> – Разрабатывает новые физико-механические, математические и компьютерные модели для решения научно-технических задач в области прикладной механики	Знает: основы разработки новых физико-механических, математических моделей в области прикладной механики
	Умеет: выбирать физические и математические закономерности для разработки новых физико-механических, математических моделей в области прикладной механики
	Владеет: способностью применять физические и математические закономерности для разработки новых физико-механических, математических моделей в области прикладной механики

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Динамика и устойчивость конструкций и механических систем» относится к обязательной части Блока 1 ООП. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин:

Дисциплина является предшествующей для освоения следующих дисциплин: «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг», «Учебная практика (научно-исследовательская работа)», «Производственная практика (преддипломная практика)», «Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы».

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		2
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	58,05	58,05
Лекции	19	19
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Практические занятия	38	38
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Консультации текущие	0,95	0,95
<b>Виды аттестации (зачет)</b>	0,1	0,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	49,95	49,95
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	26,95	26,95
Выполнение расчетов для ДЗ	16	16
Подготовка к защите практических работ	7	7

### 5 Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, ак. ч.
2 семестр			
1	Основы динамики и устойчивости упругих систем	Основные понятия курса. Теоремы Ляпунова об устойчивости. Методы исследования устойчивости. Энергетические методы. Построение бифуркационных диаграмм. Устойчивость стержней, пластин и оболочек. Границы применимости теории упругой устойчивости. Продольный изгиб упругопластического стержня.	106,95
		Консультации текущие	0,95
		Зачет	0,1

#### 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч.	Практические/лабораторные занятия, ак. ч	СРО, ак. ч.
3 семестр				
1	Основы динамики и устойчивости упругих систем	19	38	49,95
	Консультации текущие		0,95	
	Зачет		0,1	

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч.
1	Основы динамики и устойчивости упругих систем	<p>Определение устойчивости по Ляпунову для распределенных систем. Применение метрических пространств для определения устойчивости упругих систем. Общая теория упругой устойчивости. Уравнения нелинейной теории упругости при конечных деформациях. Уравнение в вариациях для упругого тела. Случай «жесткого» невозмущенного состояния. Учет поведения нагрузок при составлении уравнений в вариациях. Постановка задачи об устойчивости упругих систем при действии сил, явно не зависящих от времени. Статический метод исследования устойчивости. Пример, иллюстрирующий неприменимость статического метода. Область применения статического метода исследования устойчивости. Динамический метод исследования устойчивости упругих систем. Устойчивость консольного стержня, сжатого «мертвой» и следящей силой. Типы потери устойчивости. Особенности неконсервативных задач теории упругой устойчивости. Формула Рэлея в задачах упругой устойчивости. Частные случаи: стержни, пластины, упругое тело. Энергетическое истолкование формулы Рэлея. Вариационный принцип Треффца. Приближенные методы определения критических нагрузок: метод Ритца, метод Бубнова-Галеркина. Элементы теории бифуркаций Пуанкаре. Предельные точки, точки ветвления форм равновесия. Применение теории бифуркаций к задачам упругой устойчивости. Послекритические деформации сжатых стержней. Устойчивость стержней, пластин и оболочек, сопоставление численных результатов линейной теории устойчивости оболочек с экспериментальными данными. Границы применимости теории упругой устойчивости. Продольный изгиб упругопластического стержня. Касательно-модульная и приведенно-модульная критические силы. Частный случай: стержень прямоугольного поперечного сечения.</p>	19

### 5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость, ак. ч.
1	Основы динамики и устойчивости упругих систем	<p>Устойчивость эйлеровых стержней. Разные виды краевых условий.  Вывод уравнений возмущенного движения и нейтрального равновесия для упругих систем. Стержень под действием следящей силы.  Аналитические и численные методы определения критических значений параметров нагружения механических систем.  Устойчивость валов. Устойчивость упругих пластинок под действием консервативной нагрузки.  Применение теории Пуанкаре для построения бифуркационных диаграмм.  Определение критических значений нагрузок для стержней, пластин и оболочек.  Устойчивость сжато-скрученных стержней. Стержень под действием периодической нагрузки.</p>	38

### 5.2.3 Лабораторный практикум

Не предусмотрен.

## 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. ч.
1	Основы динамики и устойчивости упругих систем	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	26,95
		Выполнение расчетов для ДЗ	16
		Подготовка к защите практических работ	7

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

### 6.1 Основная литература

1. Васильков Г. В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений: учебное пособие / Г. В. Васильков, З. В. Буйко. — СПб.: Лань, 2022. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/211133>.

2. Титух И. Н. Устойчивость механических систем. Динамика: учебное пособие / И. Н. Титух, С. П. Яковлев. — СПб.: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2016. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98228>.

3. Шакирзянов Р. А. Динамика и устойчивость сооружений : учебное пособие / Р. А. Шакирзянов, Ф. Р. Шакирзянов. — Казань: КГАСУ, 2013. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/157498>

### 6.2 Дополнительная литература

1. Ганджунцев, М. И. Основы динамики и устойчивости стержневых систем: учебно-методическое пособие / М. И. Ганджунцев, М. Р. Аль, А. Ю. Ушаков. — М.: МИСИ – МГСУ, 2020. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/165200>.

2. Решение неконсервативных задач теории устойчивости: учебное пособие / В. П. Радин, Ю. Н. Самогин, В. П. Чирков, А. В. Щугорев. – М.: Физматлит, 2017. Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485332>.

3. Атапин, В. Г. Сопротивление материалов: сборник заданий с примерами их решения: учебное пособие: / В. Г. Атапин;. – Новосибирск : НГТУ, 2016. Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576624>.

### 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс]: методические указания Р.Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2015. – Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>.

### 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
Научная электронная библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	<a href="https://niks.su/">https://niks.su/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsuet.ru/megapro/web">http://biblos.vsuet.ru/megapro/web</a>

Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="https://npoad.ru/">https://npoad.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="https://education.vsu.ru/">https://education.vsu.ru/</a>

### 6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ», автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры», «Интернет-экзамен» и пр.

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение – ОС Windows, ОС ALT Linux.

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена по адресу <https://vsuet.ru.>

Для проведения учебных занятий используются учебные аудитории:

Ауд. № 124. Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Переносное мультимедийное оборудование: проектор View Sonic PJD 5232, экран на штативе DigisKontur-CDSKS-1101, доска 3-х элементная, мел/маркер
Ауд. № 126. Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Проектор View Sonic PJD 5232, экран на штативе DigisKontur-CDSKS-1101, ноутбук, лабораторно-испытательное оборудование: металлографический микроскоп Optika XDS-3MET, разрывная машина IP20 2166P-5/500, блок управления ПУ-7 УХЛ 4.2
Ауд. № 127. Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Машина испытания на растяжение МР-0,5, машина испытания на кручение КМ-50, машина универсальная разрывная УММ-5, машина испытания пружин МИП-100, машина разрывная УГ 20/2, машина испытания на усталость МУИ-6000, копер маятниковый
Ауд. № 227. Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Интерактивная доска SMART Board SB660 64, комплект лабораторного оборудования для проведения дисциплины "Детали машин и основы конструирования": машина тарировочная, прибор ТММ105-1, стенды методические
Ауд. № 133. Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Переносное мультимедийное оборудование: проектор View Sonic PJD 5232, экран на штативе Di-gisKontur-CDSKS-1101
Ауд. № 127а. Компьютерный класс	Моноблок Гравитон - 12 шт.

Самостоятельная работа обучающихся может осуществляться при использовании:

Зал научной литературы ресурсного центра ВГУИТ: компьютеры Regard - 12 шт.  
Студенческий читальный зал ресурсного центра ВГУИТ: моноблоки - 16 шт.

## **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

**Оценочные материалы** (ОМ) для дисциплины (модуля) включают:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля)**.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**Динамика и устойчивость конструкций и  
механических систем**

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-10	ОПК-10. Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики	ИД1 <sub>ОПК-10</sub> – Применяет существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики
			ИД2 <sub>ОПК-10</sub> – Разрабатывает новые физико-механические, математические и компьютерные модели для решения научно-технических задач в области прикладной механики

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 <sub>ОПК-10</sub> – Применяет существующие физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики	Знает: существующие физико-механические, математические модели в области прикладной механики.
	Умеет: выбирать существующие физико-механические, математические модели для решения задач в области прикладной механики
	Владеет: навыками применения существующих физико-механических, математических моделей при решения задач в области прикладной механики
ИД2 <sub>ОПК-10</sub> – Разрабатывает новые физико-механические, математические и компьютерные модели для решения научно-технических задач в области прикладной механики	Знает: основы разработки новых физико-механических, математических моделей в области прикладной механики
	Умеет: выбирать физические и математические закономерности для разработки новых физико-механических, математических моделей в области прикладной механики
	Владеет: способностью применять физические и математические закономерности для разработки новых физико-механических, математических моделей в области прикладной механики

## 2. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Основы динамики и устойчивости упругих систем	ОПК-10	Тест	1-20	Контроль преподавателем
			Домашняя КР	21-24	Проверка работы
			Зачет	25-50	Контроль преподавателем

## 3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет, экзамен)

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

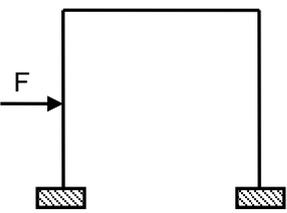
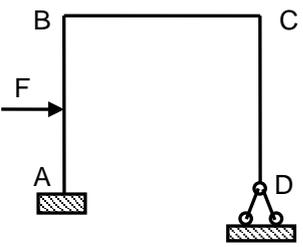
Аттестация обучающегося по дисциплине/практике проводится в форме тестирования (или письменного ответа или выполнения расчетно-графической (практической) работы или решения контрольных задач и т.п.) и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета, экзамена).

Каждый вариант теста включает 10 контрольных вопросов (*задач*), из них:  
 - 4 контрольных вопросов (*задач*) на проверку знаний;

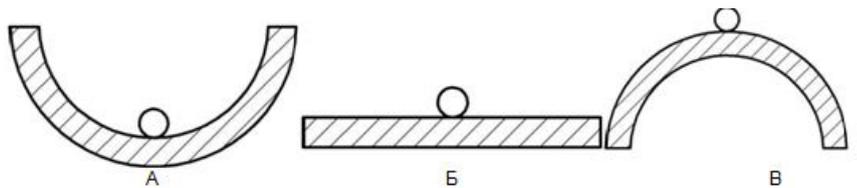
- 4 контрольных вопросов (задач) на проверку умений;
- 2 контрольных вопросов (задач) на проверку навыков и т.п.

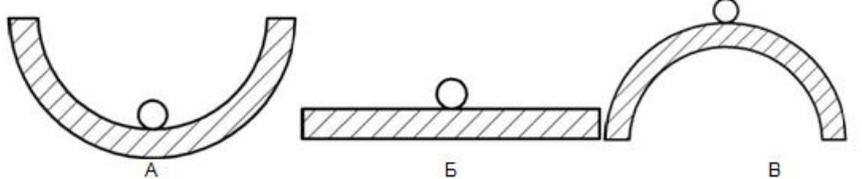
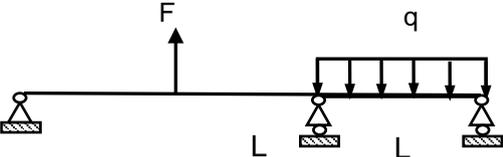
### 3.1 Тесты (тестовые задания)

#### 3.1.1 ОПК-10. Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики

Номер задания	Тестовое задание
1	<p>Если модуль Юнга материала стержня равен <math>2 \cdot 10^4</math> кН/см<sup>2</sup>, гибкость стержня равна 120, площадь поперечного сечения стержня равна 10 см<sup>2</sup>, то критическая сила равна _____ кН</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>110</li> <li><u>137</u></li> <li>96</li> <li>75</li> </ol>
2	<p>При расчете на устойчивость коэффициент приведения длины стержня равен _____</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1</li> <li>0,5</li> <li><u>2</u></li> <li>0,7</li> </ol>
3	<p>При расчете методом перемещений степень кинематической неопределимости рамы равна _____</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1</li> <li>0,5</li> <li><u>2</u></li> <li>0,7</li> </ol>
4	<p>При расчета рамы методом перемещений с длинами участков 1 м, нагруженной силой 10 кН максимальный изгибающий момент на грузовой эпюре на участке CD равен _____ кНм</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>8</li> <li><u>0</u></li> <li>2</li> <li>4</li> </ol>

5	Способность элемента конструкции сопротивляться деформации называется: 1. прочностью 2. <b>жесткостью</b> 3. устойчивостью 4. упругостью
6	Вывод формулы Эйлера основан на допущении: 1. <b>деформации подчиняются закону Гука</b> 2. в стержне возникают пластические деформации 3. напряжения превышают предел текучести 1. напряжения достигают предела текуче
7	Способность элемента конструкции сопротивляться возникновению больших отклонений от невозмущенного равновесия при малых возмущающих воздействиях называется: 1. прочностью 2. жесткостью 3. <b>устойчивостью</b> 4. упругостью
8	Определения, не соответствующее понятию деформации: 1. изменение размеров тела при действии внешних нагрузок 2. изменение формы тела при действии внешних нагрузок 3. <b>смена под действием внешних нагрузок одной формы равновесия другой</b> 4. <b>изменение температуры тела при действии внешних нагрузок</b>
9	Принцип независимости действия сил формулируется следующим образом: 1. в теле до приложения нагрузки нет внутренних усилий 2. <b>результат воздействия на тело системы сил равен сумме результатов воздействия тех же сил, прилагаемых к телу последовательно и в любом порядке</b> 3. в точках тела, достаточно удаленных от мест приложения нагрузок, внутренние силы весьма мало зависят от конкретного способа приложения этих нагрузок 4. деформации тела являются малыми, поэтому изменением формы и размеров тела можно пренебречь
10	Нагрузки, которые изменяют свою величину или точку приложения (или направление) с очень не- большой скоростью, так что возникающими при этом ускорениями можно прене- бречь, называют: 1. сосредоточенными 2. <b>статическими</b> 3. динамическими 4. ударными
11	Деформации, исчезающие после разгрузки тела, называются 1. пластическими 2. <b>упругими</b> 3. статическими 4. хрупкими
12	Если число неизвестных усилий равно числу уравнений равновесия, то задача называется: 1. статически неопределимой 2. <b>статически определимой</b> 3. динамически определимой; 4. динамически неопределимой.
13	Внутренние силовые факторы, возникающие при осевом растяжении или сжатии – это: 1. <b>продольные силы</b> 2. поперечные силы 3. изгибающие моменты 4. крутящие моменты
14	Укажите систему с устойчивым положением равновесия: 1. Б 2. В 3. Б и В 4. <b>А</b>

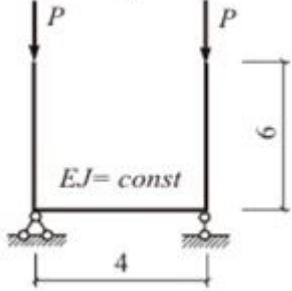
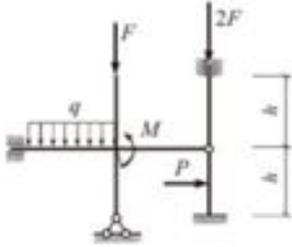
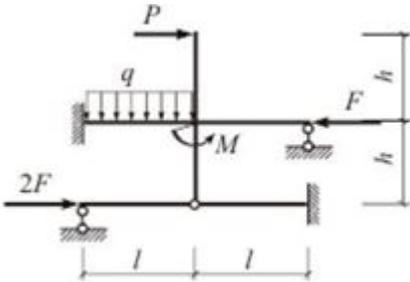


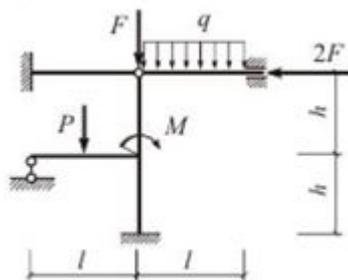
15	<p>Система будет возвращаться к начальному положению равновесия если:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. энергия деформации окажется меньше работы внешних сил</li> <li>2. <b>энергия деформации окажется больше работы внешних сил</b></li> <li>3. энергия деформации окажется равной работе внешних сил</li> <li>4. при действии на систему консервативной силы</li> </ol>
16	<p>Укажите систему с безразличным равновесием:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Б</b></li> <li>2. В</li> <li>3. Б и В</li> <li>4. А</li> </ol> 
17	<p>Если энергия деформации системы окажется больше работы внешних сил, то это положение является считать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. безразличным</li> <li>2. <b>устойчивым</b></li> <li>3. неустойчивым</li> <li>4. неопределенным</li> </ol>
18	<p>Внутренние силовые факторы, всегда возникающие при изгибе – это:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. продольные силы</li> <li>6. поперечные силы</li> <li>7. <b>изгибающие моменты</b></li> <li>8. крутящие моменты</li> </ol>
19	<p>При расчете балки методом перемещений степень кинематической неопределенности балки равна:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2</li> <li>2. 4</li> <li>3. <b>1</b></li> <li>4. 3</li> </ol> 
20	<p>Уравнения метода перемещений являются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. кинематическими</li> <li>2. деформационными</li> <li>3. <b>статическими</b></li> <li>4. динамическими</li> </ol>

### 3.2 Задания к домашним контрольным работам

**3.2.1 ОПК-10.Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики**

Номер задания	Формулировка задания
---------------	----------------------

21	<p>Определить величину критической силы для заданной рамы:</p> 
22	<p>Выполнить расчет рамы методом перемещений на поперечную нагрузку без учета действия продольных сил:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- показать основную систему метода перемещений,</li> <li>- построить единичные и грузовую эпюры;</li> <li>- составить и решить систему канонических уравнений;</li> <li>- построить эпюры внутренних усилий <math>M</math>, <math>Q</math> и <math>N</math>;</li> <li>- определить опорные реакции; проверить равновесие рамы в целом;</li> <li>- выполнить кинематическую проверку: определить перемещения рамы по направлению «временно установленных связей».</li> </ul> 
23	<p>Выполнить расчет рамы методом перемещений на устойчивость при действии только продольных сил:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- построить единичные эпюры с учетом действия продольных сил;</li> <li>- определить коэффициенты системы канонических уравнений;</li> <li>- составить необходимое уравнение и определить критическое значение сжимающей нагрузки <math>F_{кр}</math>;</li> <li>- построить эпюры изгибающих моментов, соответствующие форме потери;</li> <li>- показать форму потери устойчивости.</li> </ul> 
24	<p>Выполнить деформационный расчет рамы методом перемещений на поперечную нагрузку с учетом действия продольных сил:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- полагая <math>F = 0,5F_{кр}</math>, построить единичные и грузовую эпюры с учетом действия продольных сил;</li> <li>- составить и решить систему канонических уравнений;</li> <li>- построить эпюру изгибающих моментов <math>M</math>;</li> <li>- сравнить полученные результаты с результатами расчета рамы методом перемещений без учета действия продольных сил</li> </ul>



### 3.3 Зачет

#### Вопросы для собеседования на зачете

#### 3.3.1 ОПК-10.Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики

Номер задания	Текст вопроса
25	Основные понятия устойчивости механических систем.
26	Вариационные принципы, используемые для решения задач устойчивости.
27	Аналитические методы решения задач устойчивости.
28	Численные методы решения задач устойчивости.
29	Постановка задач устойчивости оболочек при динамическом нагружении.
30	Особенности решения задач устойчивости стержней.
31	Особенности решения задач устойчивости пластин.
32	Особенности решения задач устойчивости оболочек.
33	Устойчивость стержней за пределами упругости.
34	Устойчивость пластин за пределами упругости.
35	Устойчивость оболочек за пределами упругости.
36	Сформулируйте теорему Ляпунова об устойчивости автономной системы по первому приближению
37	Сформулируйте теорема Ляпунова о неустойчивости автономной системы по первому приближению
38	Какое состояние динамической системы называется невозмущенным движением
39	Как получают дифференциальные уравнения возмущенного движения
40	Как формулируется определение устойчивости невозмущенного движения по Ляпунову
41	Как получают дифференциальные уравнения возмущенного движения в первом (линейном) приближении в задачах устойчивости
42	Какой случай в исследовании устойчивости по первому приближению является критическим
43	Сколько детерминантных неравенств содержат критерии асимптотической устойчивости Рауса-Гурвица и Лъенара-Шипара для системы порядка $n$ .
44	Какие колебания называются нелинейными
45	Какая характеристика восстанавливающей силы называется жесткой, и какая характеристика называется мягкой
46	Какие фазовые траектории физического маятника соответствуют периодическим движениям

47	Какие дифференциальные уравнения колебаний называются квазилинейными
48	Почему в автоколебательной системе при действии диссипативных сил существуют устойчивые периодические колебания
49	Как записываются условия существования и устойчивости автоколебаний в квазилинейной системе второго порядка с помощью приближенных уравнений, полученных методом медленно изменяющихся коэффициентов
50	Какому условию должен удовлетворять асимптотический ряд по степеням малого параметра, представляющий решение квазилинейного уравнения колебаний

**4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков обучающихся по дисциплине применяется рейтинговая система. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основании определения среднеарифметического значения баллов по каждому заданию.

Зачет по дисциплине выставляется в зачетную ведомость по результатам работы в семестре после выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины (с отметкой «зачтено») и получении по результатам тестирования по всем разделам дисциплины не менее 60 %.

## 5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка	Уровень освоения компетенции
<b>ОПК-10. Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики</b>					
<b>Знать</b> существующие физико-механические, математические модели в области прикладной механики; основы разработки новых физико-механических, математических моделей в области прикладной механики	Тест	Результат тестирования	75 -100 %	отлично	освоена (базовый, повышенный)
			75 - 84,99 %	хорошо	освоена (базовый, повышенный)
			60 – 74,99 %	удовлетворительно	освоена (базовый)
			0 – 59,99 %	не удовлетворительно	не освоена (недостаточный)
<b>Уметь</b> выбирать существующие физико-механические, математические модели для решения задач в области прикладной механики; выбирать физические и математические закономерности для разработки новых физико-механических, математических моделей в области прикладной механики	Домашняя КР	Материалы работы	Решение задачи выполнено верно и не содержит вычислительных ошибок	отлично	освоена (повышенный)
			Решение задачи выполнено верно и не содержит существенных вычислительных ошибок	хорошо	освоена (повышенный)
			Решение задачи выполнено верно и содержит существенные вычислительные ошибки	удовлетворительно	освоена (базовый)
			Решение задачи выполнено не верно	неудовлетворительно	не освоена (недостаточный)
<b>Владеть</b> навыками применения существующих физико-механических, математических моделей при решении задач в области прикладной механики; способностью применять физические и математические закономерности для разработки новых физико-механических, математических моделей в области прикладной механики	Зачет	Результат собеседования	Обучающийся полно и последовательно раскрыл тему вопросов	зачтено	освоена (базовый, повышенный)
			Обучающийся неполно и/или непоследовательно раскрыл тему вопросов	не зачтено	не освоена (недостаточный)

