

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Суслин А. В.  
(подпись) ФИО  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УСТОЙЧИВОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	15.03.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровые технологии в виброакустике и прочности
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИЙ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	3	108	51	17	17	17	57	0	0	57	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**15.03.03 Прикладная механика**

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Титух Игорь Николаевич, к.т.н., доцент, доцент

\_\_\_\_\_

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Филин Алексей Григорьевич, к.т.н., преподаватель

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Шашурин А.Е., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УСТОЙЧИВОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-7.1 — способен участвовать в разработке, проектировании и реализации мероприятий по нормализации параметров физических факторов на рабочих местах и селитебных территориях, в целях повышения безопасности машин и конструкций

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-7.1**

*знания:*

Основные положения расчета деформируемых систем на устойчивость. Подбор размеров конструкции из условия устойчивости. Основные методы расчета на устойчивость;

*умения:*

Используя современные и классические методы рассчитывать деформируемые системы на устойчивость;

*навыки:*

Использовать полученные знания на практике в инженерной деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **УСТОЙЧИВОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ, ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ, МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА В ЗАДАЧАХ РАЗРУШЕНИЯ, ДИНАМИКА МАШИН, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ ПРОЧНОСТИ И МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ, СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА МАШИН**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- ОПК-11 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии
- ПСК-7.1 — способен участвовать в разработке, проектировании и реализации мероприятий по нормализации параметров физических факторов на рабочих местах и селитебных территориях, в целях повышения безопасности машин и конструкций
- ПСК-7.2 — способен обобщать и систематизировать информацию, технические данные, проводить инженерные расчеты по оценке и оптимизации технологий защиты окружающей среды
- ПСК-7.4 — способен учитывать прочностные и виброакустические особенности техники и конструкций для обеспечения безопасности при динамических, статических, вибрационных, акустических нагружениях
- ПСК-7.5 — способен проводить расчетные работы для обеспечения прочности авиационных конструкций и безопасности ЛА

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, % ПСК-7.1
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		
3	6	<b>Раздел 1. Устойчивость сжатых стержней в пределах упругости.</b> 1. Основные понятия. Устойчивое и неустойчивое положение равновесия 2. Формула Эйлера для критической силы потери устойчивости 3. Различные условия закрепления концов стержня. Коэффициент приведения длины стержня 4. Энергетический критерий устойчивости.	32	12	2	8	2	20	20
3	6	<b>Раздел 2. Устойчивость сжатых стержней за пределами упругости.</b> 1. Применимость формулы Эйлера 2. Гибкость стержня. Формула Ясинского 3. Метод последовательных приближений. Коэффициент понижения допускаемых напряжений.	9	4	2	0	2	5	20
3	6	<b>Раздел 3. Более сложные задачи устойчивости стержней.</b> 1. Стержни переменного сечения. Ступенчатое изменение жесткости. Непрерывное изменение жесткости. 2. Действие распределенной продольной нагрузки. 3. Следящая нагрузка 4. Учет податливости опор. Стержень на упругом основании 5. Устойчивость стержней при кручении 6. Плоская форма изгиба. Устойчивость стержней при изгибе.	20	15	4	9	2	5	20
3	6	<b>Раздел 4. Устойчивость прямоугольных пластин.</b> 1. Основные положения теории изгиба жестких пластин. Гибкие пластины 2. Устойчивость шарнирно опертой прямоугольной пластины при одноосном сжатии. Случай защемленных продольных краев 3. Устойчивость пластин при сдвиге. Устойчивость пластин при изгибе 4. Комбинированное нагружение 5. Подкрепляющие ребра.	32	10	4	0	6	22	20
3	6	<b>Раздел 5. Устойчивость оболочек.</b> 1. Некоторые сведения из теории поверхностей. Оболочка малого прогиба. Упрощенные зависимости для практических расчетов 2. Цилиндрическая оболочка в пределах упругости. Основные уравнения. Сжатие цилиндрической оболочки вдоль образующей. Устойчивость цилиндрической оболочки при действии внешнего давления. Устойчивость цилиндрической оболочки при кручении. Устойчивость цилиндрической оболочки при изгибе. Подкрепленные оболочки 3. Сферические оболочки при действии внешнего давления.	15	10	5	0	5	5	20
<b>Всего за 6 семестр</b>			108	51	17	17	17	57	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	51	17	17	17	57	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Устойчивость сжатых стержней в пределах упругости.	Решение задач по устойчивости стержней	2
2	Раздел 2. Устойчивость сжатых стержней за пределами упругости.	Подбор размеров поперечного сечения сжатой стойки из условия устойчивости	2
3	Раздел 3. Более сложные задачи устойчивости стержней.	Устойчивость стержней при кручении и при изгибе	1
4		Устойчивость составных стержней	1
5	Раздел 4. Устойчивость прямоугольных пластин.	Сравнение результатов аналитического расчета прямоугольной пластины на устойчивость с численным решением при различных условиях нагружения	6
6	Раздел 5. Устойчивость оболочек.	Расчет цилиндрических оболочек при различных видах нагружения. Сравнение с численным решением	5
<b>Всего за 6 семестр</b>			17

#### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Устойчивость сжатых стержней в пределах упругости.	Устойчивость сжатого стержня в пределах упругости. Сравнение результатов экспериментов и конечно-элементного моделирования в различных постановках	8
2	Раздел 3. Более сложные задачи устойчивости стержней.	Устойчивость стержней при изгибе. Плоская форма изгиба	9
<b>Всего за 6 семестр</b>			17

#### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Устойчивость сжатых стержней в пределах упругости.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	5
2		РГР1. Выполнение первого этапа расчетно-графической работы	15
3	Раздел 2. Устойчивость сжатых	РГР1. Завершение расчетов расчетно-графической работы.	5

	стержней за пределами упругости.	Оформление результатов	
4	Раздел 3. Более сложные задачи устойчивости стержней.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	5
5	Раздел 4. Устойчивость прямоугольных пластин.	РГР2. Устойчивость прямоугольной пластины, подкрепленной продольными ребрами при одноосном сжатии	22
6	Раздел 5. Устойчивость оболочек.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	5
<b>Всего за 6 семестр</b>			<b>57</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6		РГР	РГР	РГР	ЛР	ДР	РГР	РГР	ЛР	ДР	РГР	РГР	РГР	РГР	РГР	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- РГР – расчетно-графическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- расчетно-графическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. И. Н. Титух, С. П. Яковлев. . Устойчивость механических систем. Статика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 28 экз.
2. И. Н. Титух, С. П. Яковлев. . Устойчивость механических систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
3. Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач средней сложности по сопротивлению материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 60 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. С. Вольмир. . Устойчивость деформируемых систем. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1967, 3 экз.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

не требуется.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска.

### **6.4. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **УСТОЙЧИВОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
ПСК-7.1 способен участвовать в разработке, проектировании и реализации мероприятий по нормализации параметров физических факторов на рабочих местах и селитебных территориях, в целях повышения безопасности машин и конструкций.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с расчетом деформируемых систем на устойчивость.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- расчетно-графическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Устойчивость сжатых стержней в пределах упругости.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. С. Вольмир. . Устойчивость деформируемых систем: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1967 (1) И. Н. Титух, С. П. Яковлев. . Устойчивость механических систем. Статика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1) Н. Г. Буткарева, М. О. Лебедев, А. С. Павлов. . Решение задач средней сложности по сопротивлению материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (4)	5
РГР1. Выполнение первого этапа расчетно-графической работы		15
Итого по разделу 1		20
<b>Раздел 2. Устойчивость сжатых стержней за пределами упругости.</b>		
РГР1. Завершение расчетов расчетно-графической работы. Оформление результатов	А. С. Вольмир. . Устойчивость деформируемых систем: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1967 (2) И. Н. Титух, С. П. Яковлев. . Устойчивость механических систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-2)	5
Итого по разделу 2		5
<b>Раздел 3. Более сложные задачи устойчивости стержней.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. С. Вольмир. . Устойчивость деформируемых систем: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1967 (3-5) И. Н. Титух, С. П. Яковлев. . Устойчивость механических систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-3)	5
Итого по разделу 3		5
<b>Раздел 4. Устойчивость прямоугольных пластин.</b>		
РГР2. Устойчивость прямоугольной пластины, подкрепленной продольными ребрами при одноосном сжатии	А. С. Вольмир. . Устойчивость деформируемых систем: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1967 (9) И. Н. Титух, С. П. Яковлев. . Устойчивость механических систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-5)	22
Итого по разделу 4		22
<b>Раздел 5. Устойчивость оболочек.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. С. Вольмир. . Устойчивость деформируемых систем: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1967 (12-16)	5
Итого по разделу 5		5

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- расчетно-графическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Расчетно-графическая работа

Определение несущей способности подкрепленной панели при сжатии

Варианты домашних заданий размещены в УМК дисциплины

Критерии оценивания:

Отметка "ОТЛИЧНО"

Домашнее задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающиеся работали полностью самостоятельно: подобрали необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показали необходимые теоретические знания, практические умения и навыки. Работа оформлена аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме.

Отметка "ХОРОШО"

Домашнее задание выполнено студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы). Используются указанные источники знаний. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Отметка "УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО"

Домашнее задание выполнено и оформлено с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени. Студент показал знания теоретического материала, но испытывал затруднения при самостоятельной работе.

Отметка "НЕ УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО"

Выставляется в том случае, когда студент оказался не подготовленным к выполнению задания. Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений

#### Лабораторная работа

ОТЛИЧНО - обучающийся провел необходимые экспериментальные измерения, обработал их. Сделал выводы.

Обучающийся провел аналитические и численные расчеты, оформил работу. Сделаны выводы о полученных результатах. ХОРОШО - аналогично "ОТЛИЧНО". Допускаются неточности и несущественные ошибки, которые несущественно влияют на полученные результаты

УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО - допускаются ошибки и неточности. Обучающийся владеет теоретическим материалом, но затрудняется в практическом применении

НЕ УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО - работа не выполнена

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Варианты тестовых вопросов размещены в УМК дисциплины

#### Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачет проходит в тестовой форме и включает в себя ответы на теоретические вопросы (25 шт.). Каждый верный ответ оценивается в 4 балла. Оценка складывается по количеству баллов, полученных за ответы на тестовые вопросы.

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы Оценка по нормативной шкале

85 - 100 «зачтено - отлично»;

75 – 84 «зачтено - хорошо»

51 - 74 «зачтено - удовлетворительно»

менее 51 «неудовлетворительно»

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-7.1	
3	6	Раздел 1. Устойчивость сжатых стержней в пределах упругости.	32	12	2	8	2	20	20	Вопросы к дифференцированному зачету, Расчетно-графическая работа, Лабораторная работа
3	6	Раздел 2. Устойчивость сжатых стержней за пределами упругости.	9	4	2	0	2	5	20	Вопросы к дифференцированному зачету, Расчетно-графическая работа
3	6	Раздел 3. Более сложные задачи устойчивости стержней.	20	15	4	9	2	5	20	Вопросы к дифференцированному зачету, Лабораторная работа
3	6	Раздел 4. Устойчивость прямоугольных пластин.	32	10	4	0	6	22	20	Вопросы к дифференцированному зачету, Расчетно-графическая работа
3	6	Раздел 5. Устойчивость оболочек.	15	10	5	0	5	5	20	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 6 семестр			108	51	17	17	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100	

## Критерии оценивания

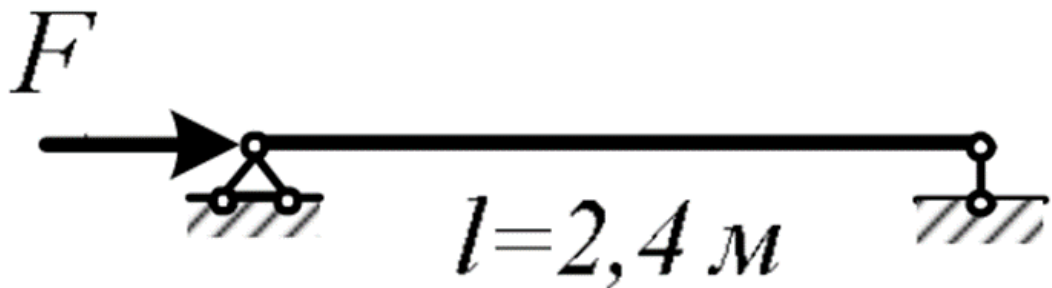
### ПСК-7.1

Вопросы открытого типа:

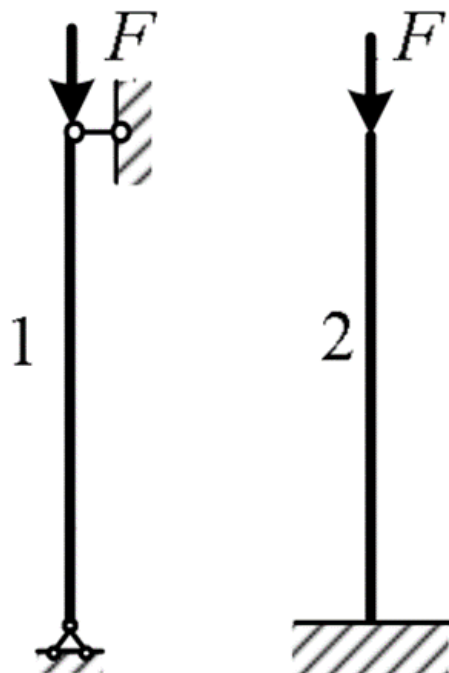
- № 1 Имеется стержень, вид которого представлен на рисунке. Поперечное сечение – квадратное с длиной стороны  $a=20$  мм. Длина стержня  $L=2$  м, материал – конструкционная сталь (модуль продольной упругости  $E=200$  ГПа). Определить критическую силу потери устойчивости. Ответ дать в Ньютонах, округляя до целого



- № 2 Найти гибкость стержня круглого поперечного сечения, если его диаметр 60 мм, длина 2,4 м, стержень шарнирно закреплён с обоих концов



- № 3 Как изменится критическая сила потери устойчивости при замене первого способа крепления на второй?



- № 4 Коэффициент приведения длины стержня зависит от...
- № 5 Для случаев малой гибкости стержней формула Эйлера по сравнению с формулой Ясинского дает...
- № 6 Может ли произойти потеря устойчивости стержня при изгибе?
- № 7 Гибкость стержня измеряется в ...
- № 8 Как влияет нагрев стержня на значение критической силы?
- № 9 При каком виде потери устойчивости существуют смежные состояния равновесия?
- № 10 При неустойчивом состоянии равновесия вторая вариация полной потенциальной энергии...

*Вопросы закрытого типа:*

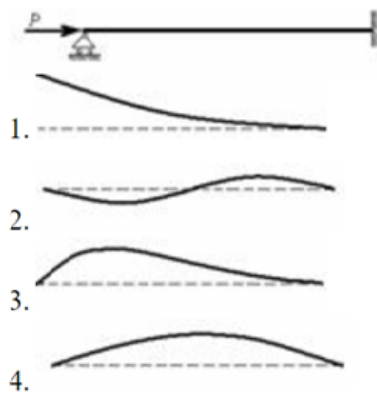
- № 1 Что такое критическая сила?

- А максимальная сжимающая сила, при которой стержень сохраняет свою прочность
- В максимальная сжимающая сила, при которой стержень теряет упругость
- С максимальная сила, при которой стержень сохраняет устойчивость
- D максимальная сила, при в стержне появляются пластические деформации

- № 2 Стержень теряет устойчивость...

- А В плоскости наибольшей жесткости
- В в плоскости наименьшей жесткости
- С в плоскости поперечного сечения
- D нет правильного ответа

- № 3 При сжатии упругого стержня, показанного на рисунке, форма потери устойчивости имеет вид:



- № 4 Для случаев малой гибкости стержней формула Эйлера по сравнению с формулой Ясинского дает...

- А завышенный результат
- В заниженный результат
- С формулы дают одинаковый результат
- D сравнение не корректно

- № 5 При анализе устойчивости оболочки используется

- 1 энергетический критерий
- 2 статический критерий
- 3 динамический критерий
- 4 все перечисленное

- № 6 При анализе устойчивости консольного стержня под действием следящей нагрузки используется

- 1 энергетический критерий
- 2 статический критерий
- 3 динамический критерий
- 4 все перечисленное

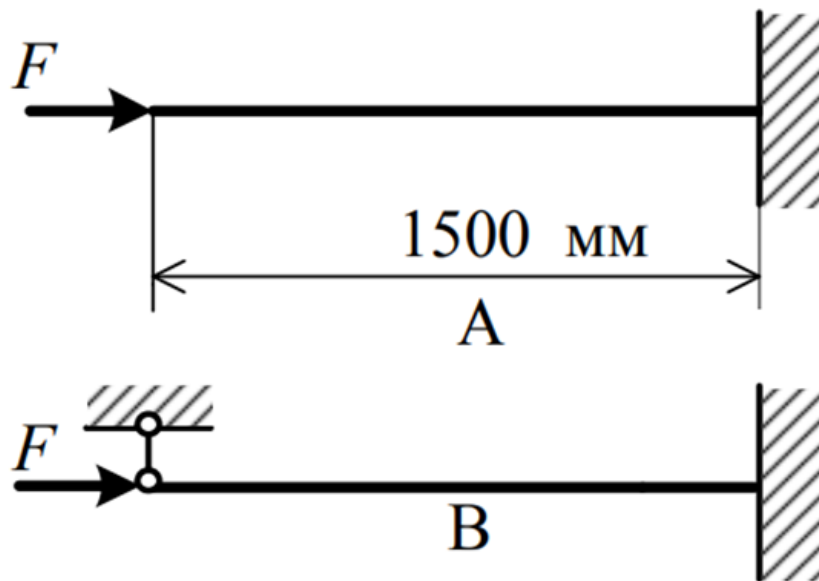
- № 7 Устойчивому состоянию равновесия соответствует

- 1 минимум полной потенциальной энергии
- 2 максимум полной потенциальной энергии

3 стационарность полной потенциальной энергии

4 все перечисленное

№ 8 Как изменится гибкость стержня при замене схемы крепления концов с варианта А на вариант Б?



уменьшится в 2 раза

увеличится в 4 раза

уменьшится в 2.86 раз

уменьшится в 2.24 раз

№ 9 Как изменится критическая сила потери устойчивости, если круглое сплошное поперечное сечение диаметра  $d$  заменить квадратным сплошным сечением со стороной  $d$ ?

увеличится

уменьшится

стержень не потеряет устойчивость

не изменится

№ 10 Формула Ясинского для критической силы сжатого стержня применима, если критическое напряжение...

превышает предел прочности

превышает предел пропорциональности

превышает предел ползучести

не превышает предел текучести