

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Механика машин и основы конструирования»



УТВЕРЖДАЮ:

Ректор

/ Н.В. Дубив /

«14/» сентября 2020 г.

Рабочая программа учебной дисциплины  
**ЗАДАЧИ УСТОЙЧИВОСТИ КОНСТРУКЦИЙ**

образовательной программы высшего образования –  
программы специалитета

**01.05.01 Фундаментальные математика и механика**

Направленность (профиль):

**Математическое и компьютерное моделирование механических систем**

Формы обучения: очная

Курган 2020

Рабочая программа дисциплины «Задачи устойчивости конструкций» составлена в соответствии с учебными планами по программе специалитета Фундаментальные математика и механика (Математическое и компьютерное моделирование механических систем), утвержденной «28» августа 2020 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Механика машин и основы конструирования» «11» сентября 2020 года, протокол № 1.

Рабочую программу составил

к.т.н., доцент кафедры

Д.А. Курасов

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
«Механика машин и  
основы конструирования»

Д.А. Курасов

Специалист по учебно-методической работе  
Учебно-методического отдела

Г.В. Казанкова

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 4 зачетных единицы трудоемкости (144 академических часа).

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		9
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
Лекции	32	32
Практические занятия	16	16
<b>Самостоятельная работа, всего часов в том числе:</b>	<b>96</b>	<b>96</b>
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы	78	78
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>144</b>	<b>144</b>



## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Задачи устойчивости конструкций» относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений. Является обязательной дисциплиной вариативной части.

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Математический анализ;
- Физика;
- Теоретическая механика;
- Сопротивление материалов;
- Теория пластин и оболочек.

Результаты обучения по дисциплине необходимы для выполнения дипломной работы.

## **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Целью освоения дисциплины «Задачи устойчивости конструкций» является формирование у обучаемых знаний о принципах и методах обеспечения устойчивости машиностроительных конструкций.

Задачами дисциплины является изучение основных положений, критериев и моделей существующих теорий устойчивости конструкций в упругой и пластической стадиях и методов их использования в инженерных расчётах.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность участвовать в проектировании машин и конструкций с целью расчётов их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надёжности и износостойкости узлов и деталей машин механических систем (ПК-8);

- способность проводить работы по проектированию, конструированию и расчету машин, оборудования, транспортных средств и трубопроводной арматуры с использованием современных наукоемких программных комплексов (ПК-10).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– знать теоретические основы расчёта конструкций на устойчивость; основные приёмы решения задач устойчивости конструкций (для ПК-8, ПК-10);

– уметь осуществлять постановку задачи, выбирать расчётные схемы и способ решения задачи; определять критические нагрузки; анализировать полученные результаты расчёта на устойчивость (для ПК-8, ПК-10);

– владеть навыками расчёта конструкций на устойчивость (для ПК-8, ПК-10).

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
			Лекции	Практич. занятия
Рубеж 1	1	Общие критерии устойчивости упругих систем	2	1
	2	Устойчивость в пределах упругости	6	2
	3	Устойчивость за пределами упругости	6	2
	4	Устойчивость неконсервативных систем	2	1
		Рубежный контроль № 1	-	2
Рубеж 2	5	Устойчивость при сложном нагружении	2	1
	6	Устойчивость тонкостенных конструкций	2	1
	7	Устойчивость стержневых систем	2	1
	8	Устойчивость при динамическом нагружении	2	0,5
	9	Устойчивость при ударе	2	0,5
	10	Устойчивость при высоких температурах	2	1
	11	Устойчивость при гидравлических нагрузках	2	0,5
	12	Устойчивость под воздействием потока газа	2	0,5
		Рубежный контроль № 2	-	2
<b>Всего:</b>			<b>32</b>	<b>16</b>

### 4.2. Содержание лекционных занятий

#### *Тема 1. Общие критерии устойчивости упругих систем*

Введение. Основные понятия и задачи устойчивости конструкций.

Динамический критерий устойчивости. Статический критерий устойчивости. Энергетический критерий устойчивости. Теорема Лагранжа-Дирихле. Равновесные формы вблизи точек бифуркации. Критерий устойчивости при комбинированной нагрузке.

#### *Тема 2. Устойчивость в пределах упругости*

Устойчивость стержня, шарнирно опертого по концам. Формула Эйлера. Другие случаи закрепления концов. Пределы применимости формулы Эйлера.

Устойчивость пластинок в пределах упругости. Устойчивость шарнирно опертой пластинки, сжатой в одном направлении. Устойчивость пластинок при сдвиге. Закритическая деформация пластинки при сжатии.

Устойчивость оболочек в пределах упругости. Сжатие замкнутой оболочки вдоль образующей. Случай внешнего давления. Устойчивость оболоч-



ки при кручении. Устойчивость при изгибе. Устойчивость оболочек в зоне приложения сосредоточенных нагрузок. Устойчивость цилиндрической панели.

### ***Тема 3. Устойчивость за пределами упругости***

Устойчивость сжатых стержней за пределами упругости. Экспериментальные зависимости. Влияние формы сечения. Случай двутаврового и прямоугольного сечений. Приближенное решение.

Выпучивание сжатой пластинки. Выпучивание пластинки при сдвиге. Асимметричное выпучивание пластинки.

Выпучивание замкнутой оболочки при осевом сжатии. Замкнутая оболочка при внешнем давлении. Кручение замкнутой оболочки. Цилиндрическая панель при осевом сжатии. Устойчивость в малом. Устойчивость в большом.

### ***Тема 4. Устойчивость неконсервативных систем***

Системы консервативные и неконсервативные. Устойчивость неконсервативной системы. Случай следящей силы.

### ***Тема 5. Устойчивость при сложном нагружении***

Стержни переменного сечения. Ступенчатое изменение жесткости. Случай непрерывного изменения жесткости по длине. Одновременное действие распределенной и сосредоточенной нагрузок. Стержень, подвергающийся совместному действию осевой силы и концевых пар. Влияние поперечной силы на критическую нагрузку. Совместное действие осевого сжатия и кручения.

### ***Тема 6. Устойчивость тонкостенных конструкций***

Основные уравнения устойчивости тонкостенных конструкций. Центально сжатый стержень с сечением, имеющим две оси симметрии. Случай сечения с одной осью симметрии. Стержень с несимметричным сечением. Устойчивость плоской формы при чистом изгибе. Случай внецентренного сжатия.

### ***Тема 7. Устойчивость стержневых систем***

Различные подходы к задаче об устойчивости стержневой конструкции. Бифуркационная задача для упругой конструкции. Поведение рам в упруго-пластической области. Прощелкивание стержневой конструкции.

### ***Тема 8. Устойчивость при динамическом нагружении***

Классификация динамических задач. Случай пульсирующей нагрузки. Нагрузка, меняющаяся по гармоническому закону. Устойчивость стержня при динамическом нагружении. Устойчивость сжатого кольца при динамическом нагружении. Боковое искривление полосы при динамическом приложе-



нии момента. Устойчивость и нелинейные акустические колебания цилиндрической оболочки.

### ***Тема 9. Устойчивость при ударе***

Случай внезапного приложения нагрузки. Нагрузка, быстро возрастающая во времени. Устойчивость стержня при ударе. Упругие волны в сжатых стержнях и критерии устойчивости при ударе. Пластинка и цилиндрическая панель при продольном ударе.

### ***Тема 10. Устойчивость при высоких температурах***

Задачи об устойчивости стержней, связанные с учетом температуры. Влияние температуры на величину модуля упругости. Равномерный нагрев стержня с закрепленными концами. Случай неравномерного нагрева. Учет влияния теплопроводности. Выпучивание пластинок и оболочек при ползучести. Поведение стержня при тепловом ударе.

### ***Тема 11. Устойчивость при гидравлических нагрузках***

Взаимодействие упругих конструкций с жидкостью. Цилиндрическая оболочка под действием акустической волны в жидкости. Неустановившееся течение жидкости в упругом трубопроводе.

### ***Тема 12. Устойчивость под воздействием потока газа***

Дивергенция и флаттер панели в потоке газа. Определение нормального давления. Пологая оболочка, обтекаемая сверхзвуковым потоком. Дивергенция замкнутой цилиндрической оболочки.

## **4.3. Практические занятия**

<b>Но- мер раз- дела, темы</b>	<b>Наименование разде- ла, темы</b>	<b>Наименование практического занятия</b>	<b>Норматив времени, час.</b>
1	Общие критерии устойчивости упругих систем	Критерии устойчивости упругих систем	<b>9 сем.</b> 1
2	Устойчивость в пределах упругости	Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера	2
3	Устойчивость за пределами упругости	Выпучивание замкнутой оболочки при осевом сжатии	2
4	Устойчивость неконсервативных систем	Устойчивость сжатого стержня при неконсервативной силе	1
		Рубежный контроль №1	2
5	Устойчивость при сложном нагружении	Устойчивость стержня при совместном действии осевой силы и концевых пар	1
6	Устойчивость тонкостенных конструкций	Устойчивость центрально сжатого тонкостенного стержня	1



7	Устойчивость стержневых систем	Бифуркационная задача для упругой конструкции	1
8	Устойчивость при динамическом нагружении	Устойчивость сжатого кольца при динамическом нагружении	0,5
9	Устойчивость при ударе	Устойчивость стержня при ударе	0,5
10	Устойчивость при высоких температурах	Устойчивость стержня с закрепленными концами при нагреве	1
11	Устойчивость при гидравлических нагрузках	Цилиндрическая оболочка под действием акустической волны в жидкости	0,5
12	Устойчивость под воздействием потока газа	Дивергенция и флаттер панели в потоке газа	0,5
		Рубежный контроль №2	2
<b>Всего:</b>			<b>16</b>

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующего практического занятия.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

На практических занятиях с целью усвоения и закрепления теоретического материала преподаватель у доски демонстрирует решение типовых задач. При этом используются технологии коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Приветствуется активное участие обучающихся в решении (как правило, коротких фрагментов) задач с выходом к доске и пояснением хода расчетов, а также обсуждение получаемых результатов.

Для текущего контроля успеваемости преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высоких баллов по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, к рубежным контролям, подготовку к зачету.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:



## Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомен- дуемая трудоем- кость, акад. час.
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>66</b>
	<b>9 сем.</b>
Общие критерии устойчивости упругих систем	4
Устойчивость в пределах упругости	13
Устойчивость за пределами упругости	13
Устойчивость неконсервативных систем	4
Устойчивость при сложном нагружении	4
Устойчивость тонкостенных конструкций	4
Устойчивость стержневых систем	4
Устойчивость при динамическом нагружении	4
Устойчивость при ударе	4
Устойчивость при высоких температурах	4
Устойчивость при гидравлических нагрузках	4
Устойчивость под воздействием потока газа	4
<b>Подготовка к практическим занятиям (по 1 часу на каждое занятие)</b>	<b>8</b>
<b>Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)</b>	<b>4</b>
<b>Подготовка к зачету</b>	<b>18</b>
<b>Всего:</b>	<b>96</b>

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ
2. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1, 2
3. Перечень вопросов к зачету

### 6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

№	Наименование	Содержание					
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы,	Распределение баллов за 9 сем.					
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Посещение практических занятий и активность на них	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачет

	сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Балльная оценка:	до 32	до 18	до 10	до 10	до 30
		Примечания:	16 лекций по 2 балла	За посещение «обычных» практических занятий – по 1,5 балла (6x1,5=9) и за активность на них – по 1,5 балла (6x1,5=9)	На 4-м практическом занятии	На 8-м практическом занятии	
			Корректирующий коэффициент К: К=2 за активную работу; К=0,5 за опоздание не более чем на 15 мин; К=0 за опоздание более чем на 15 мин, за грубое нарушение дисциплины на занятиях: порча имущества, сон, игры, шум, телефонные звонки, SMS, MMS, нахождение в нетрезвом состоянии, демонстрация пренебрежительного отношения к занятиям и окружающим.				
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета		60 и менее баллов – незачет; 61...100 – зачет				
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов		<p>Для допуска к промежуточной аттестации (к зачету) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и выполнить все практические работы.</p> <p>Для «автоматического» получения зачета студенту необходимо набрать за семестр 61 балл.</p> <p>По согласованию с преподавателем студенту могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активное участие в значимых учебных, научных, методических и внеучебных мероприятиях университета и выставлен зачет «автоматически».</p>				
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра		<p>В случае, если к промежуточной аттестации набрана сумма менее 50 баллов и не выполнены все задания, студенту необходимо выполнить дополнительные задания до конца последней (зачетной) недели.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– написание лекции по пропущенной теме, отчета по пропущенному практическому занятию и их защита (за предоставление материала начисляется 1/2 из пропущенных баллов, за защиту – еще 1/2 из пропущенных баллов);</li> <li>– прохождение рубежного контроля (вместо пропущенного или неудовлетворительного);</li> <li>– разработка учебной модели, компьютерной программы, мультимедийного и др. продукта для применения в курсе «Задачи устойчивости конструкций» (от 4 до 40 баллов за каждую разработку, при этом общая сумма баллов к промежуточной аттестации не может превышать 70).</li> </ul> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяются преподавателем.</p>				



### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме письменного тестирования.

Перед проведением рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежных контролей состоят из 20 вопросов. За правильный ответ на 1 вопрос на рубежных контролях начисляется 0,5 балла.

На каждое тестирование при рубежном контроле студенту отводится время не менее 60 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Промежуточный контроль знаний (зачет) студентов проводится в традиционном виде по вопросам. Студент отвечает на 2 теоретических вопроса, что позволяет обучающимся продемонстрировать свои навыки представления и изложения материала, развить грамотную техническую речь. Каждый теоретический вопрос оценивается до 15 баллов.

Для получения высоких баллов на зачете не допускается списывание, использование подсказок, шпаргалок, карманных компьютеров, телефонов и др. Время, отводимое студенту на зачет, составляет 2 астрономических часа.

Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета, а также выставляются в зачетную книжку студента.

### 6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачета

Примеры тестовых вопросов для рубежного контроля №1

**ЗАДАНИЕ №1:** выберите номер правильного ответа.

Известна теорема Лагранжа-Дирихле: «Если в некотором (основном) состоянии консервативной системы потенциальная энергия минимальна по отношению к значениям энергии для всех смежных (отклоненных) состояний системы, то основное положение является положением устойчивого равновесия». На основе этой теоремы получен ... критерий устойчивости

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- 1) динамический;
- 2) статический;
- 3) энергетический.

**ЗАДАНИЕ №2:** выберите номер правильного ответа.

Нагрузка, при которой начальная форма равновесия перестает быть устойчивой, называется ...

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- 1) предельной;
- 2) разрушающей;
- 3) критической.

**ЗАДАНИЕ №3:** выберите номер правильного ответа.

Формула Эйлера для расчёта стержней на устойчивость имеет вид ...

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- 1)  $i_{\min} = \sqrt{\frac{J_{\min}}{F}}$  ;
- 2)  $\lambda = \frac{\mu \ell}{i_{\min}}$  ;
- 3)  $P_{\text{кр}} = \frac{\pi^2 EJ_{\min}}{\ell^2}$  .

Примеры тестовых вопросов для рубежного контроля №2

**ЗАДАНИЕ №1** (*выберите номер правильного ответа*)

Сжатые тонкостенные стержни незамкнутого (открытого) профиля при потере устойчивости ...

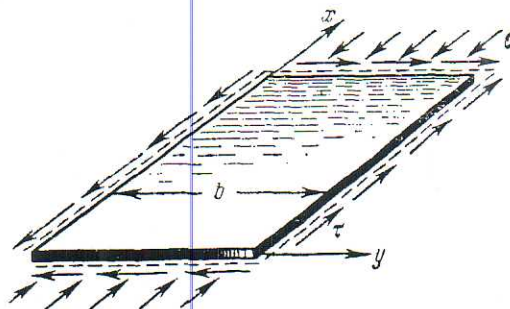
**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- 1) изгибаются;
- 2) скручиваются;
- 3) одновременно и изгибаются, и скручиваются.



**ЗАДАНИЕ №2** (выберите номер правильного ответа)

На расчётной схеме пластины представлено ...



**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- 1) одновременное сжатие в двух направлениях;
- 2) совместное действие сжатия и сдвига;
- 3) совместное действие изгиба и сдвига.

**ЗАДАНИЕ №3** (выберите номер правильного ответа)

При динамическом нагружении дифференциальное уравнение изогнутой оси стержня имеет вид ....

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:**

- 1)  $EJ \frac{\partial^4 v}{\partial x^4} = -P \frac{\partial^2 v}{\partial x^2}$ ;
- 2)  $D \nabla^4 w = -\frac{Eh^2 \alpha}{12(1-\mu)} \nabla^2 \Theta$ ;
- 3)  $EJ \frac{\partial^4 (v_1 - v_0)}{\partial x^4} = -P \frac{\partial^2 v_1}{\partial x^2} - \frac{\gamma}{g} F \frac{\partial^2 v}{\partial t^2}$ .

Примерный перечень вопросов к зачёту

1. Основные понятия и задачи устойчивости конструкций. Динамический критерий устойчивости. Статический критерий устойчивости.
2. Энергетический критерий устойчивости. Теорема Лагранжа-Дирихле.
3. Равновесные формы вблизи точек бифуркации. Критерий устойчивости при комбинированной нагрузке.
4. Устойчивость стержня, шарнирно опертого по концам. Вывод формулу Эйлера.

5. Формула Эйлера для различных случаев закрепления сжатого стержня. Пределы применимости формулы Эйлера.
6. Устойчивость пластинок в пределах упругости. Устойчивость шарнирно опертой пластинки, сжатой в одном направлении.
7. Устойчивость пластинок при сдвиге в пределах упругости. Закритическая деформация пластинки.
8. Устойчивость оболочек в пределах упругости. Сжатие замкнутой оболочки вдоль образующей. Случай внешнего давления.
9. Устойчивость оболочек в пределах упругости. Устойчивость оболочки при кручении. Устойчивость при изгибе.
10. Устойчивость оболочек в пределах упругости. Устойчивость оболочек в зоне приложения сосредоточенных нагрузок. Устойчивость цилиндрической панели.
11. Устойчивость сжатых стержней за пределами упругости. Экспериментальные зависимости. Влияние формы сечения. Случаи двутаврового и прямоугольного сечений. Приближенное решение.
12. Устойчивость за пределами упругости. Выпучивание сжатой пластинки. Выпучивание пластинки при сдвиге. Асимметричное выпучивание пластинки.
13. Устойчивость за пределами упругости. Выпучивание замкнутой оболочки при осевом сжатии. Замкнутая оболочка при внешнем давлении.
14. Устойчивость за пределами упругости. Кручение замкнутой оболочки. Цилиндрическая панель при осевом сжатии. Устойчивость в малом. Устойчивость в большом.
15. Системы консервативные и неконсервативные. Устойчивость неконсервативной системы. Случай следящей силы.
16. Устойчивость сжатых стержней переменного сечения. Ступенчатое изменение жесткости. Случай непрерывного изменения жесткости по длине.
17. Устойчивость сжатых стержней при одновременном действии распределенной и сосредоточенной нагрузок. Устойчивость стержня при совместном действии осевой силы и концевых пар.
18. Устойчивость сжатых стержней. Влияние поперечной силы на критическую нагрузку. Устойчивость стержня при совместном действии осевого сжатия и кручения.
19. Основные уравнения устойчивости тонкостенных конструкций. Центральное сжатый стержень с сечением, имеющим две оси симметрии. Случай сечения с одной осью симметрии. Стержень с несимметричным сечением.
20. Устойчивость плоской формы при чистом изгибе.
21. Устойчивость стержня при внецентренном сжатии.
22. Существующие подходы к задаче об устойчивости стержневой конструкции. Бифуркационная задача для упругой конструкции. Прошелкивание стержневой конструкции.



23. Классификация динамических задач. Случай пульсирующей нагрузки. Нагрузка, меняющаяся по гармоническому закону. Устойчивость стержня при динамическом нагружении.
24. Устойчивость сжатого кольца при динамическом нагружении.
25. Устойчивость и нелинейные акустические колебания цилиндрической оболочки при динамическом нагружении.
26. Устойчивость стержня при ударе. Случай внезапного приложения нагрузки. Нагрузка, быстро возрастающая во времени. Упругие волны в сжатых стержнях и критерии устойчивости при ударе.
27. Устойчивость пластинки и цилиндрической панели при продольном ударе.
28. Задачи об устойчивости стержней, связанные с учетом температуры. Влияние температуры на величину модуля упругости. Равномерный нагрев стержня с закрепленными концами.
29. Задачи об устойчивости стержней, связанные с учетом температуры. Случай неравномерного нагрева. Учет влияния теплопроводности. Поведение стержня при тепловом ударе.
30. Задачи об устойчивости, связанные с учетом температуры. Выпучивание пластинок и оболочек при ползучести.
31. Взаимодействие упругих конструкций с жидкостью. Цилиндрическая оболочка под действием акустической волны в жидкости.
32. Взаимодействие упругих конструкций с жидкостью. Неустановившееся течение жидкости в упругом трубопроводе.
33. Дивергенция и флаттер панели в потоке газа. Определение нормального давления.
34. Устойчивость полой оболочки, обтекаемой сверхзвуковым потоком газа.
35. Дивергенция замкнутой цилиндрической оболочки в потоке газа.

## **6.5. Фонд оценочных средств**

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## **7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **7.1. Основная учебная литература**

1. Бауэр С. М. Основы теории устойчивости упругих систем: Учебное пособие / С.М. Бауэр, Л.А. Венатовская, Е.Б. Воронкова. – СПб: СПбГУ, 2017. – 52 с. – Доступ из ЭБС «Znaniium.com».

## **7.2. Дополнительная учебная литература**

1. Зубчанинов В.Г., Устойчивость и пластичность. Том 1. Устойчивость / В.Г. Зубчанинов. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 448 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента».

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Методические рекомендации к практическим занятиям:

Расчет центрально-сжатых стержней на устойчивость: методические указания / сост. Е.А. Мартынов. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2013. – 44 с.

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

Плакаты, макеты и модели по устойчивости конструкций.



Аннотация к рабочей программе дисциплины  
**«Задачи устойчивости конструкций»**

образовательной программы высшего образования –  
программы специалитета

**01.05.01 – Фундаментальные математика и механика**

Направленность (профиль):

**Математическое и компьютерное моделирование механических систем**

Трудоемкость дисциплины: 4 ЗЕ (144 академических часа)

Семестр: 9 (очная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Содержание дисциплины

Общие критерии устойчивости упругих систем. Устойчивость в пределах упругости. Устойчивость за пределами упругости. Устойчивость неконсервативных систем. Устойчивость при сложном нагружении. Устойчивость тонкостенных конструкций. Устойчивость стержневых систем. Устойчивость при динамическом нагружении. Устойчивость при ударе. Устойчивость при высоких температурах. Устойчивость при гидравлических нагрузках. Устойчивость под воздействием потока газа.