



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

Грибиниченко М.В.  
(Ф.И.О. рук. ОП)

«20» июня 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой  
Кораблестроения и океанотехники  
(название кафедры)

Китаев М.В.  
(Ф.И.О. зав. каф.)

«20» июля 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Прикладная механика в кораблестроении»**

**Направление 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника  
объектов морской инфраструктуры**  
**Бакалаврская программа «Кораблестроение и океанотехника»**  
**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 3,4  
лекции 18+36 час.  
практические занятия 18+36 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.  
в том числе с использованием МАО час.  
самостоятельная работа 36+36 час.  
Курсовой проект КП -4 семестр  
Зачет- 3 семестр  
Экзамен- 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно установленного ДВФУ, протокол от 31.03.2016 № 03-16, и введенного в действие приказом ректора ДВФУ от 19.04.2016 № 12-13-718.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Кораблестроения и океанотехники, протокол № 11 от «20» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ к.т.н. \_\_\_\_\_ Китаев М.В.

Составитель: \_\_\_\_\_ д.т.н. проф. \_\_\_\_\_ Аносов А.П.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

### дисциплины «Прикладная механика в кораблестроении»

Дисциплина «Прикладная механика в кораблестроении» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 26.03.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры», входит в базовую часть учебного плана (согласно учебному плану – Б1.Б.22). Трудоемкость дисциплины 6 з.е. (216 часов), включая 18 + 36 часов лекций, 18 + 36 часов практических занятий, 0 + 18 часов лабораторных работ, курсовой проект (4 семестр). Реализуется на 2 курсе в 3 и 4 семестрах. Форма контроля – зачет в 3 и экзамен в 4 семестрах.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: «Начертательная геометрия и инженерная графика» «Математика», «Теоретическая механика», «Физика».

Изучение курса дает базовые знания для освоения таких дисциплин, как «Детали машин», «Конструкция корпуса морских судов», «Вибрация в технике», «Строительная механика и прочность корабля».

Дисциплина охватывает следующий круг вопросов, связанных с расчетами прочности: выбор расчетных схем для различных судовых конструкций, расчеты прочности при различных видах простого и сложного нагружения, определение напряжений и деформаций в конструкциях, расчеты статически неопределимых систем, расчеты прочности при переменных нагрузках, расчеты прочности при динамических нагрузках, устойчивость конструктивных элементов, расчет тонкостенных и толстостенных оболочек, экспериментальное определение механических характеристик материалов, экспериментальная проверка основных теоретических положений, лежащих в основе расчетов прочности.

**Цель** изучения дисциплины «Прикладная механика в кораблестроении» – заложить фундамент инженерной эрудиции для грамотного проектирования

и оценки прочности элементов судовых конструкций. При изложении учебного материала большое внимание уделяется развитию навыков приведения реальной судовой конструкции к расчётной схеме. Принятая расчётная схема и математический аппарат расчёта прочности позволяет построить физико-математическую модель работы реальной судовой конструкции и деталей судовых машин и механизмов. В итоге получают корректные с точки зрения инженерной точности результаты оценки прочности существующих или проектируемых конструкций.

Знание основ прикладной механики является важнейшим требованием и составной частью при подготовке инженера.

В дисциплине изучаются экспериментальные методы определения механических характеристик (лабораторный практикум), методы проектировочного и проверочного расчетов при статических, динамических, знакопеременных нагрузках.

Для закрепления теоретического курса предусматривается проведение практических занятий по решению задач с помощью преподавателя и контрольные работы с предварительной домашней подготовкой, а также индивидуальные расчетно-проектировочные задания.

Целью самостоятельной работы является получение устойчивых практических навыков решения задач прочности и надежности элементов конструкций и машин. Итогом этой работы является выполнение курсовой работы, включающей проектировочную задачу.

В программе отражена связь изучаемого курса "Прикладная механика в кораблестроении" с другими изучаемыми дисциплинами, что мобилизует студентов на получение систематизированных знаний по естественно-научным и общетехническим дисциплинам.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомить студентов с процессом составления расчетных схем различных судовых конструкций;

- ознакомить студентов с методами расчётов прочности и деформаций конструктивных элементов и простых конструкций при различных видах нагружения;

- ознакомить студентов с методами расчётов устойчивости конструктивных элементов;

- ознакомить студентов с методами расчёта конструктивных элементов при динамическом приложении сил;

- ознакомить студентов с методами расчёта прочности конструктивных элементов при циклическом нагружении.

Для более полного освоения теоретических вопросов дисциплины студенты выполняют курсовой проект по разделу «Расчет статически неопределимых рам» и расчётно-проектировочные индивидуальные задания по основным разделам курса. Предусмотрено также проведение практических занятий и лабораторных работ.

Для успешного изучения дисциплины «Прикладная механика в кораблестроении» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

- способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1).

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-3 – умение использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной	Знает	основные законы естественнонаучных дисциплин и методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
	Умеет	использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности и

деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретические и экспериментальные исследования.		применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
	Владеет	основными законами естественнонаучных дисциплин и методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-5 способность читать чертежи и разрабатывать проектно- конструкторскую документацию под руководством специалистов	Знает	теоретические основы и прикладное значение инженерной и компьютерной графики; способы отображения пространственных форм на плоскости; основные понятия инженерной графики; возможности компьютерного выполнения чертежей.
	Умеет	использовать знания и понятия инженерной и компьютерной графики; определять геометрическую форму деталей по их изображениям; понимать принцип работы конструкции, показанной на чертеже; строить изображения простых предметов; выполнять и читать чертежи технических изделий; выполнять эскизы и чертежи технических деталей и элементов конструкций, учитывая требования стандартов ЕСКД.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Прикладная механика в кораблестроении» применяются следующие методы активного и интерактивного обучения: «лекция-беседа», «дискуссия», «групповая консультация», «Case-study (анализ конкретных ситуаций, ситуационный анализ)».

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(54 часа)**

**3 семестр (18 часов)**

### **Тема 1. Основные понятия и определения (1 час)**

Определение дисциплины «Прикладная механика в кораблестроении».

Историческая справка. Связь курса с общеинженерными и специальными

дисциплинами. Внешние силы и их классификация применительно к судовым конструкциям и деталям судовых механизмов и устройств. Действие сил на физические тела. Реальный объект и расчетная модель. Основные моменты схематизации реального объекта. Внутренние усилия. Главный вектор и главный момент внутренних сил. Напряжения полное, нормальное и касательное. Деформации линейные и угловые. Закон Гука. Виды простых деформаций.

Виды связей, замена их реакциями.

## **Тема 2. Растяжение-сжатие прямого бруса (2 часа)**

Центральное растяжение и сжатие. Элементы судовых конструкций и деталей судовых механизмов и устройств, моделируемые стержнями и стержневыми системами. Эпюры продольной силы, нормального напряжения, деформации и перемещения. Допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности. Условие прочности при растяжении-сжатии. Модуль продольной упругости  $E$ . Коэффициент Пуассона.

Метод сечений. Методы расчета по допускаемым напряжениям, допускаемым нагрузкам и предельному состоянию. Коэффициенты запаса по напряжениям и нагрузкам. Основные виды задач в сопротивлении материалов: определение напряжений, подбор сечений, определение допускаемой нагрузки разными методами. Влияние изменения температуры на напряжения и деформации при осевом растяжении – сжатии. Статически неопределимые задачи.

## **Тема 3. Механические свойства материалов при растяжении и сжатии (2 часа)**

Опытное изучение механических свойств материалов при растяжении и сжатии. Диаграммы растяжения и сжатия пластических материалов. Особенности деформирования и разрушения пластических материалов при растяжении и сжатии. Пластические деформации. Понятие об истинной диаграмме растяжения и сжатия. Наклеп. Диаграммы растяжения и сжатия хрупких материалов. Особенности разрушения хрупких

материалов. Потенциальная энергия деформации. Характерные свойства материалов, применяемых в судостроении и судовом машиностроении.

#### **Тема 4. Геометрические характеристики плоских сечений (2 часа)**

Характерные сечения элементов судовых конструкций и деталей судовых механизмов и устройств. Профили типовых элементов судового корпуса, понятие присоединенного пояска обшивки в судовых конструкциях. Статические моменты площади сечения, центр тяжести. Осевой, полярный, центробежный моменты инерции. Осевые моменты инерции для прямоугольника, треугольника, круга. Зависимость между моментами инерции при параллельном переносе осей. Изменение осевых моментов инерции при повороте координатных осей. Главные оси инерции. Главные моменты инерции. Вычисление моментов инерции сложных сечений. Графическое определение главных моментов инерции и положения главных осей инерции. Радиус инерции. Эллипс инерции.

#### **Тема 5. Сдвиг (1 час)**

Напряжения и деформации при сдвиге. Закон Гука при сдвиге, модуль сдвига  $G$ . Зависимость между  $E$  и  $G$  для изотропного материала. Неизменность объема при сдвиге. Понятие о расчете на прочность болтовых, заклепочных и сварных соединений.

#### **Тема 6. Кручение (2 часа)**

Детали судовых механизмов и устройств, работающие на кручение. Кручение судового корпуса на волнении. Внешние силы, вызывающие кручение прямого бруса. Эпюры крутящих моментов. Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Основные допущения. Напряжения в поперечных сечениях бруса. Угол закручивания. Жесткость при кручении. Главные напряжения и главные площадки.

Расчет сплошных и полых валов на прочность и жесткость по мощности и числу оборотов вала. Статически неопределимые задачи при кручении. Кручение замкнутых и открытых профилей.

#### **Тема 7. Изгиб (2 часа)**



Элементы судового корпуса и детали судовых механизмов и устройств, работающие на изгиб. Изгиб прямого бруса в плоскости главной оси. Внешние силы, вызывающие изгиб. Виды нагрузок применительно к судовым конструкциям. Опоры и опорные реакции. Внутренние усилия в поперечных сечениях бруса при изгибе; поперечные силы и изгибающие моменты. Дифференциальные зависимости между изгибающими моментами, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки. Эпюры изгибающих моментов и поперечных сил. Общие представления о характерных эпюрах внешних сил, перерезывающих сил и изгибающих моментов при общем изгибе судового корпуса на волнении. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Основные допущения. Гипотеза Бернулли. Зависимость между изгибающим моментом и кривизной оси изогнутого бруса. Жесткость при изгибе. Нормальные напряжения при поперечном изгибе. Распространение положений чистого изгиба на поперечный изгиб. Касательные напряжения при изгибе брусьев сплошных сечений (формула Д.И. Журавского). Касательные напряжения в стенке и полках двутавра, в круглых сечениях, характерных профилях, используемых в конструкциях судового корпуса. Главные напряжения при изгибе. Расчет на прочность при изгибе.

#### **Тема 8. Определение перемещений при изгибе (прогиб и угол поворота сечения) (2 часа)**

Основное дифференциальное уравнение оси изогнутого бруса. Точное и приближенное выражение кривизны оси бруса. Непосредственное интегрирование дифференциального уравнения. Граничные условия. Физический смысл постоянных интегрирования. Метод начальных параметров. Универсальное уравнение упругой оси бруса.

#### **Тема 9. Теория напряженного состояния. Теория деформированного состояния (2 часа)**

Понятие о плоском напряженном состоянии в точке. Определение нормальных и касательных напряжений по наклонным площадкам.

Наибольшие касательные напряжения. Напряжения на взаимно-перпендикулярных площадках. Определение главных напряжений. Понятие о тензоре напряжений. Инварианты тензора напряжений.

Объемное напряженное состояние. Максимальные касательные напряжения. Закон Гука для объемного напряженного состояния. Частные случаи: плоское и линейное напряженные состояния.

Удельная потенциальная энергия деформации при линейном и объемном напряженных состояниях. Деление потенциальной энергии на энергию формоизменения и энергию изменения объема.

Главные площадки деформированного состояния.

Виды напряженного состояния, характерные для конструкций судового корпуса и деталей судовых механизмов и устройств.

### **Тема 10. Объемная деформация. Потенциальная энергия объемной деформации. Гипотезы прочности (2 часа)**

Назначение гипотез прочности. Понятие об эквивалентном напряжении. Гипотеза наибольших нормальных напряжений. Гипотеза наибольших деформаций (удлинений). Гипотеза разрушения Мора для материалов с различными пределами прочности при растяжении и сжатии. Гипотеза наибольших касательных напряжений. Гипотеза удельной потенциальной энергии формоизменения.

## **4 семестр (36 часов)**

### **Тема 1. Сложное сопротивление (4 часа)**

Общий случай действия внешних сил на брус. Внутренние усилия и их эпюры для плоских и пространственных систем. Нормальные напряжения при косом изгибе. Эпюра нормальных напряжений. Силовая и нулевая линия. Наибольшие напряжения. Подбор сечений при косом изгибе. Определение прогибов.

Нормальные напряжения при внецентренном действии продольной силы. Эюра нормальных напряжений. Силовая и нулевая линия. Ядро сечения.

Напряжения при изгибе, кручении и осевом нагружении бруса с круглым поперечным сечением. Главные напряжения. Эквивалентные напряжения по некоторым гипотезам прочности и пластичности. Принцип расчета коленчатого вала.

## **Тема 2. Изгиб плоского бруса большой кривизны (1 час)**

Понятие о кривом бруске большой и малой кривизны. Элементы судового корпуса, детали судовых механизмов и устройств, моделируемые брусками малой и большой кривизны. Дифференциальные зависимости между внутренними усилиями и нагрузкой в плоском бруске. Эюры внутренних усилий. Нормальные напряжения в поперечном сечении при чистом изгибе в главной плоскости. Эюра нормальных напряжений. Определение положения нулевой линии для некоторых видов поперечных сечений бруса. Нормальные напряжения от продольной силы.

## **Тема 3. Винтовые цилиндрические пружины (1 час)**

Напряжения и деформации в винтовых пружинах. Пружины в судовых механизмах и устройствах.

## **Тема 4. Энергетические методы определения перемещений точек конструкции (4 часа)**

Теоремы взаимности работ и перемещений. Теорема Кастилиано. Интегралы Мора. Способ Верещагина.

## **Тема 5. Статически неопределимые системы (6 часа)**

Стержневые системы: фермы и рамы. Фермы и рамы в конструкциях судового корпуса, грузовых устройствах, мачтах. Понятие о статически неопределимых стержневых системах. Выбор основной системы. Канонические уравнения метода сил. Использование свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости плоской рамы. Многопролетные неразрезные статически неопределимые балки. Рамы и неразрезные балки в

составе судового корпуса и действующие на них внешние силы. Уравнение трех моментов. Определение перемещений в статически неопределимых системах.

#### **Тема 6. Определение напряжений в симметричных оболочках по безмоментной теории (2 часа)**

Осесимметричные тонкостенные и толстостенные оболочки в судовых конструкциях и судовых системах. Основные уравнения для осесимметричного тела. Расчет тонкостенных осесимметричных сосудов. Определение напряжений и деформаций в толстостенных сосудах.

#### **Тема 7. Устойчивость равновесия деформируемых систем (4 часа)**

Конструкции судового корпуса и элементы судовых устройств, рассчитываемые на устойчивость. Задача Эйлера. Пределы применимости формулы Эйлера. Потеря устойчивости при напряжениях выше предела пропорциональности. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Расчет сжатых стоек по коэффициенту снижения допускаемых напряжений.

#### **Тема 8. Динамическое действие нагрузки (4 часа)**

Судовые конструкции и детали судовых механизмов и устройств, испытывающие ударные нагрузки. Напряжения, возникающие вследствие поступательного движения упругого тела. Напряжения, возникающие вследствие вращательного движения упругого тела. Напряжения, возникающие в упругом брусе при ударе. Продольный и поперечный удар по брусу. Внезапное приложение нагрузки. Удар при кручении.

#### **Тема 9. Расчет на прочность при напряжениях, переменных во времени (4 часа)**

Циклические деформации элементов судовых конструкций, деталей судовых механизмов и устройств. Характеристика циклов переменных напряжений. «Усталость» материалов. Проблема усталости применительно к судовым конструкциям. Виды усталостного излома. Сопротивление при переменных напряжениях. Кривая Велера и предел выносливости. Причины

усталостных разрушений. Влияние концентрации напряжений на величину предела выносливости. Эффективный коэффициент концентрации. Понятие о термодинамической теории усталости.

#### **Тема 10. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений (6 часов)**

Модельный и натурный эксперименты в исследованиях прочности судовых конструкций. Измерение деформаций тензотрами. База тензотра. Тензотры механические, тензорезисторы, тензотрические розетки при исследовании плоского напряженного состояния. Обработка результатов измерения. Поляризационно-оптический метод исследования напряжений. Понятие о моделировании конструкций. Краткие сведения о специальных методах исследования (метод хрупких лаковых покрытий, метод муаровых полос и др.).

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (54 часа)**

#### **3 семестр (18 часов)**

**Занятие 1. Основные геометрические характеристики плоских сечений. Методы и приемы их определения для произвольных фигур (2 часа)**

1. Изменения моментов инерции при параллельном переносе и повороте координатных осей.
2. Главные оси и главные моменты инерции.
3. Практическое определение главных моментов инерции и положения главных осей сечения сложной формы

#### **Занятие 2. Осевое растяжение-сжатие (2 часа)**

1. Построение эпюр, подбор размеров поперечного сечения.

**Занятие 3. Решение статически неопределимых задач на осевое растяжение-сжатие (2 часа)**

1. Три стороны задачи при расчете статически неопределимых стержневых систем.

2. Расчет статически неопределимых систем, сводящихся к сходящейся системе сил.

3. Расчет статически неопределимых систем с «жестким» бруском.

**Занятие 4. Расчет болтовых, заклепочных и сварных соединений, работающих на срез (2 часа)**

1. Расчет болтовых соединений.

2. Расчет заклепочных соединений.

3. Расчет сварных соединений:

- лобовые швы;

- фланговые швы.

**Занятие 5. Кручение (2 часа)**

1. Построение эпюры крутящего момента.

2. Подбор сечения круглого вала. Подбор оптимальных размеров круглого вала.

3. Кручение брусьев прямоугольного профиля.

4. Кручение замкнутых и открытых профилей.

**Занятие 6. Изгиб. Построение эпюр Q, M. (2 часа)**

1. Определение нормальных напряжений при изгибе.

2. Подбор размеров поперечных сечений бруса.

**Занятие 7. Изгиб. Определение нормальных и касательных напряжений при изгибе (2 часа)**

1. Подбор размеров поперечных сечений бруса.

2. Полная проверка прочности

**Занятие 8. Определение перемещений при изгибе бруса методом интегрирования дифференциального уравнения изогнутой оси и методом начальных параметров. (2 часа)**

1. Интегрирование дифференциального уравнения изогнутой оси балки.

2. Граничные условия и определение постоянных интегрирования.

3. Составление уравнения изогнутой оси балки методом начальных параметров.

4. Физический смысл постоянных интегрирования в методе начальных параметров.

**Занятие 9. Исследование напряженного состояния (2 часа)**

1. Определение главных напряжений.
2. Определение положения главных площадок.

**4 семестр (36 часов)**

**Занятие 1. Однопролётные статические неопределимые балки (2 часа)**

1. Составление уравнений статики.
2. Составление деформационных уравнений.
3. Граничные условия.
4. Раскрытие статической неопределимости.

**Занятие 2. Полный расчёт однопролётной статически неопределимой балки (2 часа)**

1. Определение реакций опор.
2. Расчет и построение эпюр Q и M.
3. Подбор сечения балки.
4. Расчет и построение изогнутой оси балки.

**Занятие 3. Решение задач на кривой изгиб (2 часа)**

1. Изгиб балок в двух плоскостях.
2. Определение положения нейтральной плоскости.
3. Расчет напряжений с использованием принципа независимости действия сил.

**Занятие 4. Расчёт на прочность при внецентренном действии нагрузки (2 часа)**

1. Приведение сложно нагруженной системы к сумме простых видов нагружения.
2. Определение положения нейтральной оси.
3. Расчет и суммирование напряжений.

4. Расчет и построение результирующей эпюры нормальных напряжений.

#### **Занятие 5. Построение ядра сечения при внецентренном растяжении-сжатии (2 часа)**

1. Построение ядра сечения при различных его формах.

#### **Занятие 6. Расчёт вала на изгиб с кручением (2 часа)**

1. Построение эпюры крутящих моментов.

2. Построение эпюры изгибающих моментов.

3. Подбор сечения вала.

4. Проверка прочности с учетом нормальных и касательных напряжений.

#### **Занятие 7. Общий случай сложного сопротивления (2 часа)**

1. Представление системы при общем случае сложного сопротивления к сумме простых видов нагружения.

2. Суммирование напряжений и проверка прочности.

3. Принцип расчета коленчатого вала.

#### **Занятие 8. Определение критической силы для сжатого стержня (2 часа)**

1. Определение критической силы по формуле Эйлера.

2. Анализ влияния условий закрепления стержня на величину критической силы.

#### **Занятие 9. Практический расчёт на устойчивость (2 часа)**

1. Определение коэффициента понижения допускаемого напряжения при сжатии в зависимости от гибкости стержня.

2. Определение сечение сжатого стержня методом последовательных приближений.

#### **Занятие 10. Расчёт статически определимых рам (2 часа)**

1. Составление уравнений статики.

2. Определение реакций опор.

3. Расчет и построение эпюр  $N$ ,  $Q$  и  $M$ .



## **Занятие 11. Раскрытие статической неопределимости методом сил**

**(2 часа)**

1. Приведение статически неопределимой рамы к основной системе.
2. Составление канонических уравнений метода сил.
3. Расчет и построение грузовой и единичных эпюр изгибающих моментов.
4. Расчет коэффициентов канонической системы уравнений по правилу Верещагина.
5. Определение неизвестных реактивных усилий.

## **Занятие 12. Расчёт статически неопределимой рамы (2 часа)**

1. Составление уравнений статики.
2. Приведение к основной системе.
3. Составление канонических уравнений метода сил.
4. Раскрытие статической неопределимости.
5. Расчет и построение эпюр  $N$ ,  $Q$  и  $M$ .

## **Занятие 13. Расчёт замкнутой рамы (2 часа)**

1. Характерные рамы конструкций судового корпуса.
2. Использование свойств геометрической и силовой симметрии и асимметрии при раскрытии статической неопределимости.

## **Занятие 14. Расчёт неразрезных балок с использованием уравнений трех моментов. Пример (2 часа)**

1. Составление уравнений трех моментов.
2. Расчет эпюр фиктивных нагрузок.
3. Расчет коэффициентов в уравнениях трех моментов.
4. Определение опорных реакций и моментов.
5. Расчет и построение эпюр  $Q$  и  $M$ .

## **Занятие 15. Расчёт неразрезной балки с заделкой и консолью (2 часа)**

1. Замена жесткого защемления шарнирной опорой с введением фиктивного пролета нулевой длины.

2. Замена консоли с нагрузкой опорным моментом на опоре перед консолью или после нее.

### **Занятие 16. Расчёт на динамические нагрузки с учётом силы инерции (2 часа)**

1. Расчет колебаний упругих систем с одной степенью свободы.
2. Расчет свободных незатухающих колебаний.
3. Расчет свободных затухающих колебаний с учетом сил сопротивления.
4. Расчет вынужденных колебаний линейной системы при сопротивлении, пропорциональном скорости.
5. Понятие о крутильных колебаниях судовых валов.

### **Занятие 17. Расчёт на ударные нагрузки (2 часа)**

1. Расчет стержней на продольный удар.
2. Расчет балок на изгибающий удар.
3. Расчет вала на крутильный удар.

### **Занятие 18. Расчёт на знакопеременные нагрузки (2 часа)**

1. Определение теоретического и эффективного коэффициентов концентрации напряжений.
2. Учет влияния абсолютных размеров детали, чистоты обработки поверхности и внешней среды.
3. Определение коэффициента запаса усталостной прочности при плоском напряженном состоянии.

## **Лабораторные работы**

### **4 семестр (18 часов)**

**Лабораторная работа № 1. Испытание на растяжение образцов материалов (2 часа).**

Испытание на растяжение стандартных образцов с определением основных механических характеристик по диаграмме растяжения.

**Лабораторная работа № 2. Испытание на сжатие образцов материалов (2 часа).**

Испытание на сжатие стандартных образцов с определением основных механических характеристик стали и чугуна.

**Лабораторная работа № 3. Испытание на кручение образцов материалов (2 часа).**

Испытание на кручение стандартных образцов с определением основных механических характеристик при сдвиге.

**Лабораторная работа № 4. Определение постоянных упругости изотропных материалов (2 часа)**

Определение коэффициента Пуассона и модуля продольной упругости.

**Лабораторная работа № 5. Прямой изгиб стержня (2 часа)**

Опытная проверка закона распределения нормальных напряжений по высоте поперечного сечения балки с использованием тензометрии.

**Лабораторная работа № 6. Косой изгиб стержня (2 часа)**

Опытная проверка закона распределения нормальных напряжений в поперечном сечении балки при косом изгибе с использованием тензометрии.

**Лабораторная работа № 8. Исследование напряжений и перемещений в плоской раме (2 часа)**

Опытное определение деформаций и напряжений в плоской статически определимой и статически неопределимой рамах. Сопоставление с результатами теоретического расчета.

**Лабораторная работа № 9. Исследование напряжений в плоском стержне большой кривизны (2 часа)**

Опытная проверка закона распределения нормальных напряжений в поперечном сечении стержня большой кривизны. Сопоставление с результатами теоретического расчета.

**Лабораторная работа № 10. Экспериментальная проверка теоремы о взаимности работ (2 часа)**

Экспериментальная проверка теоремы о взаимности работ и перемещений с использованием модели балки.

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

Самостоятельная работа студентов включает изучение теоретических разделов курса, выполнение курсового проекта, расчётно-проектировочных заданий, подготовку к зачету и экзамену.

Преподаватель ведёт постоянный контроль посещения занятий, консультирует студентов по вопросам, связанным с выполнением предусмотренных работ, а также контролирует ход работы студентов во время аудиторных занятий. Другие контрольные мероприятия настоящей программой не предусмотрены, однако по решению ведущего преподавателя могут проводиться.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Прикладная механика в кораблестроении» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№	Контролируемые	Коды и этапы	Оценочные средства
---	----------------	--------------	--------------------

п/п	разделы / темы дисциплины	формирования компетенций		текущий контроль	промежуточная аттестация
1.1	Основные понятия и определения	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.2	Растяжение и сжатие прямого бруса	ОПК-3	знает	УО-1	
		ОПК-5	умеет		
			владеет		Прием РГР
1.3	Статически неопределимая стержневая система	ОПК-3	знает		
		ОПК-5	умеет		
			владеет		Прием РГР
1.4	Механические свойства материалов при растяжении-сжатии	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.5	Геометрические характеристики плоских сечений	ОПК-5	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		Прием РГР
1.6	Сдвиг	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.7	Кручение	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.8	Изгиб	ОПК-3	знает	УО-1	
		ОПК-5	умеет		
			владеет		Прием РГР
1.9	Определение перемещений при изгибе	ОПК-3	знает	УО-1	
		ОПК-5	умеет		
			владеет		Прием РГР
1.10	Теории напряженного и деформируемого состояний	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		

1.11	Объемная деформация. Гипотезы прочности	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		зачет
1.12	Сложное сопротивление	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.13	Изгиб плоского бруса большой кривизны	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.14	Расчет винтовых пружин	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.15	Энергетические методы определения перемещений	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.16	Статически неопределимые системы	ОПК-3	знает	УО-1	
		ОПК-5	умеет		
			владеет		КП
1.17	Устойчивость стержней	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.18	Динамические нагрузки	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.19	Расчет прочности при переменных нагрузках	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.20	Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		Защита лабораторных работ

(УО-1 – собеседование)

Общие требования к результатам освоения дисциплины, типовые вопросы для экзамена и другие материалы, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложениях.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Ицкович Г.М. Сопротивление материалов: Учебник. – М., Высш. Школа, 1982. – 383 с.
2. Михайлов А. М. Сопротивление материалов. Учебник. 448 с. М: Академия. 2009 г.
3. Беловицкий Е. М. Сопротивление материалов. Механика деформируемого твердого тела. Уч. пособие. 94 с. Вл-к. Изд-во ТГЭУ, 2008.
4. Мельников Б. Е. Сопротивление материалов. Уч. пособие для вузов. 560 с. СПб: Лань. 2007.
5. Александров А.В. и др. Сопротивление материалов: Учебник для ст-тов вузов/ А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под ред. А.В. Александрова. – 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2009. – 559 с.
6. Гафаров Р.Х. Что нужно знать о сопротивлении материалов: Учебное пособие для вузов обуч. по направлениям подгот. и спец. в области техники и технологии/ Р.Х. Гафаров, В.С. Жернаков; под ред. В.С. Жернакова. – М.: Машиностроение, 2007. – 275 с.
7. Сурьянинов Н.Г. Методы построения эпюр в статически определимых и статически неопределимых системах — 2009, 155с.
8. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учебник для студ-ов высш.техн.учеб.зав./ В.И.Феодосьев. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-

во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 588 с.

9. Дарков А.В. Сопротивление материалов. – М. : Высшая школа, 2007. – 623 с.

### **Дополнительная литература**

1. Степин П.А. Сопротивление материалов. – М. : Высшая школа, 2008. – 303 с.

2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учебник для студ-ов высш.техн.учеб.зав. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 588 с.

3. А. Г. Горшков, В. Н. Трошин, В. И. Шалашилин. Сопротивление материалов. 2-е изд., исправл. Учебник. 544 стр. Издательство:М: ФИЗМАТЛИТ Издательство Физико-математической литературы. 2005.

4. С. П. Тимошенко. История науки о сопротивлении материалов. С краткими сведениями из истории теории упругости и теории сооружений. 538 стр. Издательство: М: КомКнига.2006.

5. А. Е. Саргсян. Сопротивление материалов, теории упругости и пластичности. Основы теории с примерами расчетов. 288 стр. Издательство: М:Высшая школа. 2006

6. В. Т. Кочетов, М. В. Кочетов, А. Д. Павленко. Сопротивление материалов. Уч. пособие. 544 стр. Издательство: БХВ-Петербург. 2004.

7. А. А. Эрдели, Н. А. Эрдели. Теоретическая механика. Сопротивление материалов. 320 стр. Издательство: М: Академия. 2007.

### **Электронные ресурсы**

1. Курс сопротивления материалов Молотников В. Я. , 2005 г., 384 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2048](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2048)

2. Механика конструкций. Теоретическая механика. Сопротивление материалов, Молотников В. Я., 2012 г., 608 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4546](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4546)



3. Соппротивление материалов, Павлов П.А., Паршин Л.К., Мельников Б.Е., Шерстнев В.А.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=563](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=563)

### **Нормативно-правовые материалы**

1. Правила классификации и постройки морских судов. Часть II Корпус. Российский морской регистр судоходства. СПб.: 2018. 207 с.
2. ГОСТ 8239-89. Балка двутавровая.
3. ГОСТ 8240-97. Швеллер.
4. ГОСТ 8509-93. Уголок равнополочный.
5. ГОСТ 8510-86. Уголок неравнополочный.

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При проведении занятий используется стандартное мультимедийное оборудование с демонстрацией учебных материалов в виде видеофильмов и слайдов в формате PowerPoint.

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

На первом занятии преподаватель информирует студентов о содержании учебной дисциплины и требованиях к её освоению.

Перед каждым занятием студент должен ознакомиться с учебными материалами по теме предстоящего занятия. Во время лекционных и практических занятий студенты должны внимательно выслушивать учебный материал. При курсовом проектировании и выполнении предусмотренного расчётно-графического задания используются соответствующие методические указания. Если студенты встретятся с затруднениями в обеспечении учебной литературой, они могут получить необходимые учебно-методические материалы у ведущего преподавателя.

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

Преподаватель при проведении занятий использует имеющееся в учебной аудитории мультимедийное оборудование для демонстрации видеофильмов и презентаций в формате ppt (pptx).

В настоящее время на кафедре ведётся работа по развитию материальной базы. По мере её развития будет совершенствоваться материально-техническое обеспечение дисциплины.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Прикладная механика в кораблестроении»**

**Направление подготовки 26.03.02 «Кораблестроение, океанотехника и  
системотехника объектов морской инфраструктуры»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2019**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
3 семестр 36 часов				
	Перед занятиями	Подготовка к занятиям	4 часа	Собеседование
	В течение семестра	Выполнение РПЗ (4 задания)	24 часа	Проверка выполнения. Приём РПЗ
	При подготовке к зачету	Подготовка к сдаче зачета	8 часов	Приём зачета
4 семестр 54 часа				
	Перед занятиями	Подготовка к занятиям	10 часов	Собеседование
	В течение семестра	Выполнение РГР	4 часа	Проверка выполнения. Приём РГР
	В течение семестра	Выполнение КП	16 часов	Проверка выполнения. Приём КП
	При подготовке к экзамену	Подготовка к сдаче экзамена	24 часа	Приём экзамена

### Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Самостоятельная работа студентов включает изучение теоретических разделов курса, выполнение 4-х РПЗ в 3 семестре, 1-го РПЗ и курсового проекта в 4 семестре, а также подготовку к сдаче зачета в 3 семестре и экзамена в 5 семестре.

#### Темы расчетно-проектировочных заданий:

- РПЗ №1. Расчет геометрических сечений плоского сечения. Определение положения центра тяжести сечения. Определение положения главных осей инерции и главных моментов инерции (3 семестр);

- РПЗ №2. Проверочный расчет статически определимой стержневой системы на растяжение-сжатие. Расчет и построение эпюры нормальных сил в колонне переменного подлине сечения. Проверка прочности с построением эпюры нормальных напряжений. Расчет и построение эпюры перемещений (3 семестр);

- РПЗ №3. Проектный расчет статически неопределимой стержневой системы на растяжение-сжатие. Составление уравнений статического равновесия. Составление уравнений совместности перемещений. Раскрытие статической неопределимости. Подбор сечений стержней. Расчет деформаций стержней и построение эпюры перемещений (3 семестр);

- РПЗ №4. Расчет балок. Расчет и построение эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов. Подбор сечений из условия прочности по нормальным напряжениям (3 семестр);

- РПЗ №5. Расчет балки. Расчет и построение эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов. Подбор сечения из условия прочности по нормальным напряжениям. Полная проверка прочности. Расчет прогибов и построение оси изогнутой балки (4 семестр).

**Курсовой проект** предусматривает выполнение проектного расчета плоской статически неопределимой рамы методом сил. Сюда входят:

- выбор оптимальной с точки зрения трудоемкости предстоящих расчетов основной системы;

- расчет и построение эпюр изгибающих моментов от единичных реактивных усилий (единичные эпюры);

- расчет и построение эпюры изгибающих моментов от внешних сил (грузовая эпюра);

- расчет коэффициентов системы канонических уравнений метода сил с использованием правила перемножения эпюр (правило Верещагина);
- решение системы канонических уравнений метода сил и определение неизвестных реактивных усилий;
- построение эпюр нормальных и перерезывающих сил и изгибающих моментов;
- выбор расчетного сечения;
- определение размеров поперечных сечений стержней рамы из условия прочности на изгиб; полная проверка прочности;
- определение перемещения заданного сечения рамы с использованием правила Верещагина;
- оформление пояснительной записки, содержащий расчеты с пояснениями и графические материалы.

Условием допуска к сдаче зачёта является успешное выполнение и сдача расчётно-проектировочных заданий (3 семестр).

Условием допуска к сдаче экзамена является защита отчёта по лабораторным работам и сдача курсового проекта (4 семестр).

Рекомендации по самостоятельной работе приведены ниже.

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

На лекциях по дисциплине студентам сообщаются теоретические сведения по различным разделам курса прикладной механики в кораблестроении. Для закрепления пройденного материала, развития навыков инженерных расчётов и формирования более наглядных представлений о поведении конструкций под нагрузкой студентам предлагается выполнить ряд лабораторных работ, расчетно-проектировочных заданий и курсовой проект. Методические указания по выполнению этих работ предоставляются в распоряжение студентов.

При выполнении расчётов необходимо строго следовать методическим указаниям, обращая внимание на соблюдение размерностей величин,

входящих в формулы. Для правильной оценки получаемых результатов важно предварительно просматривать теоретический материал по теме.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Прикладная механика в кораблестроении»**

**Направление подготовки 26.03.02 «Кораблестроение, океанотехника и  
системотехника объектов морской инфраструктуры»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2019**



## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p><b>ОПК – 3</b> – способность использовать законы механики, физики и математики при оценке напряженно-деформированного состояния элементов судовых конструкций; способность экспериментального определения механических характеристик судостроительных материалов</p>	Знает	методы расчета основных элементов судовых конструкций и механизмов;
	Умеет	выполнять расчеты прочности, устойчивости и деформаций основных элементов судовых конструкций и механизмов; проводить испытания материалов с определением их механических характеристик
	Владеет	методами расчета прочности, устойчивости и деформаций основных элементов судовых конструкций и механизмов; методами проведения испытаний материалов с определением их механических характеристик
<p><b>ОПК – 5</b> – способен по чертежам судовых конструкций составлять расчетные схемы их конструктивных элементов, выполнять графическое представление результатов расчетов прочности</p>	Знает	способы отображения судовых конструкций в виде чертежей (плоскостных и объемных), способы преобразования конструктивных чертежей в адекватные расчетные схемы
	Умеет	читать чертежи и составлять расчетные схемы элементов судовых конструкций по конструктивным чертежам
	Владеет	методами построения и чтения конструктивных чертежей судовых конструкций
<p><b>ПК – 8</b> – способен использовать правила техники безопасности при проведении</p>	Знает	правила техники безопасности при проведении испытаний материалов с использованием соответствующих испытательных машин
	Умеет	проводить испытания материалов с использованием

испытаний материалов с использованием соответствующих испытательных машин		соответствующих испытательных машин с соблюдением соответствующих мер безопасности
	Владеет	навыками проведения испытаний материалов, используя соответствующие испытательные машины, с соблюдением соответствующих мер безопасности
<b>ПК – 9</b> – готовность к проведению прочностных испытаний судостроительных материалов с определением их основных механических характеристик	Знает	методы испытания материалов для их определения механических характеристик и методы обработки результатов испытаний
	Умеет	проводить испытания материалов с определением их механических характеристик; обрабатывать результаты испытаний
	Владеет	навыками проведения испытаний материалов с определением их механических характеристик; навыками обработки результатов прочностных испытаний

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1.1	Основные понятия и определения	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.2	Растяжение и сжатие прямого бруса	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
		ОПК-5	владеет		Прием РГР
1.3	Статически неопределимая стержневая система	ОПК-3	знает		
			умеет		
		ОПК-5	владеет		Прием РГР
1.4	Механические свойства	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		

	материалов при растяжении-сжатии		владеет		
1.5	Геометрические характеристики плоских сечений	ОПК-5	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		Прием РГР
1.6	Сдвиг	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.7	Кручение	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.8	Изгиб	ОПК-3	знает	УО-1	
		ОПК-5	умеет		
			владеет		Прием РГР
1.9	Определение перемещений при изгибе	ОПК-3	знает	УО-1	
		ОПК-5	умеет		
			владеет		Прием РГР
1.10	Теории напряженного и деформируемого состояний	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.11	Объемная деформация. Гипотезы прочности	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		зачет
1.12	Сложное сопротивление	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.13	Изгиб плоского бруса большой кривизны	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.14	Расчет винтовых пружин	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		

1.15	Энергетические методы определения перемещений	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.16	Статически неопределимые системы	ОПК-3	знает	УО-1	
		ОПК-5	умеет		
			владеет		КП
1.17	Устойчивость стержней	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.18	Динамические нагрузки	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.19	Расчет прочности при переменных нагрузках	ОПК-3	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
1.20	Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений	ОПК-3	знает	УО-1	
		ПК-8	умеет		
		ПК-9	владеет		Защита лабораторных работ

Текущий контроль осуществляется путём контроля посещаемости студентами занятий, оценки активности во время практических и лабораторных занятий. Обязательным является выполнение всех предусмотренных лабораторных работ и РПЗ. Проведение каких-либо специальных контрольных мероприятий (контрольная работа, опрос) возможно по решению ведущего преподавателя.

Во время экзамена и зачёта студент должен проявить знание теоретических основ расчётов прочности основных конструктивных элементов судового корпуса, понимание методов расчётов.

Критериями оценки студента на экзамене и зачёте служат как качество ответов на поставленные вопросы, так и его работа в течение семестра.

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

При сдаче курсового проекта студент должен проявить знание метода сил применительно к статически неопределимым рамам, знание методов построения эпюр внутренних силовых факторов, расчета прочности и деформаций.

Для приёма экзаменов преподаватель готовит экзаменационные билеты по теоретическим разделам курса. Оценивание ответов студентов производится по установленным критериям. Система оценок – пятибалльная.

Сдача зачётов в общем случае производится по билетам, содержащим теоретические вопросы и индивидуальные задачи по одному из разделов курса. Лучшим студентам зачёт может быть поставлен по итогам работы в течение семестра, без прохождения процедуры сдачи зачёта.

Результаты освоения дисциплины во время зачёта оцениваются по двухбалльной системе (зачтено / не зачтено) с учётом полноты ответов на вопросы в билете (и дополнительные вопросы при их наличии), а также посещения студентом учебных занятий и активности в ходе их проведения.

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

#### **Вопросы для подготовки к зачету**

1. Что называется напряжением?
2. Какие выделяют компоненты напряжения?
3. Почему составляющие напряжения носят такие названия?
4. Почему осевое растяжение-сжатие относится к простым деформациям?
5. Объяснить Закон Гука?

6. Какой геометрический смысл имеет модуль Юнга?
7. Какой физический смысл имеет модуль Юнга?
8. Что такое абсолютная деформация?
9. Что такое относительная деформация?
10. От чего зависит деформация при осевом растяжении-сжатии?
11. Что называется жесткостью при осевом растяжении-сжатии?
12. Почему поперечный изгиб не относится к сложному сопротивлению?
13. Что такое допускаемое напряжение?
14. В чем смысл условия прочности?
15. В чем смысл условия жесткости?
16. Что такое предел текучести материала  $\sigma_T$ ?
17. Что влияет на выбор коэффициента запаса прочности?
18. Что такое поперечная сила?
19. Что такое изгибающий момент?
20. Как определяется величина силы в сечении?
21. Что называется плечом переноса силы?
22. Как проверить правильность построения эпюры Мизг по эпюре Q?
23. Как найти значение изгибающего момента в сечении, если есть в наличии эпюра Q?
24. Записать основное дифференциальное уравнение при изгибе бруса.
25. Какие приняты допущения при получении основного дифференциального уравнения упругой линии бруса?
26. В чем смысл постоянных интегрирования основного дифференциального уравнения изогнутой оси бруса?
27. Что называется граничным условием?
28. Что такое чистый изгиб?

29. Что такое поперечный изгиб?
30. Как определить нормальные напряжения в любой точке сечения при чистом изгибе?
31. Как определяются наибольшие нормальные напряжения при изгибе?
32. Что такое опасное сечение?
33. Что называют осевым моментом сопротивления?
34. Что характеризует осевой момент сопротивления?
35. Что характеризует экономичность бруса, испытывающего деформацию изгиба?
36. Почему изгибающий момент в сечении врезанного в брус шарнира равен нулю?
37. Какие гипотезы принимаются при исследовании деформации чистого изгиба?
38. Какая из принятых гипотез не находит подтверждения при поперечном изгибе?
39. Как по эпюре изгибающих моментов  $M_{изг}$  представить вид изогнутой оси бруса?
40. В каком случае при поперечном изгибе учитываются оба напряжения: нормальное и касательное?
41. Какие параметры входят в формулу Журавского?
42. Почему в формуле Журавского допускается раздвоение в определении статического момента части сечения?
43. Чем объясняется “ступенька” на эпюре внутреннего силового фактора?
44. В чем состоит условность диаграммы растяжения образца из мягкой стали?
45. Почему по диаграмме  $\sigma - \epsilon$  разрушение при растяжении происходит не при наибольших напряжениях?
46. Имеет ли смысл предел временного сопротивления?

47. Какие задачи называют статически неопределимыми.
48. Что называют степенью статической неопределимости?
49. Как называется дополнительное уравнение при раскрытии статической неопределимости?
50. Что такое внецентренное растяжение-сжатие?
51. Что такое внецентренная сила?
52. Уравнение нормальных напряжений при внецентренном сжатии.
53. Уравнение нейтральной линии при внецентренном растяжении-сжатии.
54. Что такое нейтральная линия?
55. Что такое нейтральная поверхность?
56. Что такое ядро сечения?
57. Что можно сказать о контуре ядра сечения?
58. Когда необходимо учитывать положение ядра сечения?
59. Какая аксиома применяется при построении ядра сечения?
60. Какой порядок построения ядра сечения?
61. Как влияет перемещение полюса на положение нейтральной линии сечения?
62. Как влияет перемещение нейтральной линии на положение полюса сечения?
63. Если полюс находится на оси симметрии, что можно сказать о положении нейтральной линии?

### **Перечень экзаменационных вопросов**

1. Действие сил на физические тела
2. Реальный объект и расчетная модель
3. Внутренние силы
4. Напряжения



5. Деформации линейные и угловые
6. Связь между напряжениями и деформациями
7. Основные геометрические характеристики плоских сечений
8. Преобразование моментов инерции при параллельном переносе осей
9. Преобразование моментов инерции при повороте координатных осей
10. Главные оси и главные моменты инерции
11. Задачи, решаемые с помощью круга Мора для плоского сечения
12. Осевое растяжение и сжатие
13. Графики изменения внутренних силовых факторов и деформаций при растяжении (примеры)
14. Деформации при изменении температуры
15. Потенциальная энергия деформации растяжения
16. Статически определимые и неопределимые системы
17. Напряженное состояние при растяжении-сжатии
18. Основные механические характеристики материала
19. Построение истинной диаграммы растяжения
20. Растяжение и сжатие под влиянием собственного веса. Стержень равного сопротивления
21. Расчет проводов и тросов
22. Деформация сдвига
23. Деформация кручения
24. Расчет валов на кручение
25. Разрушение материалов при кручении
26. Кручение бруса с некруглым поперечным сечением
27. Применение пленочной (мембранной) аналогии при исследовании кручения
28. Деформация изгиба
29. Дифференциальные (интегральные) зависимости при изгибе
30. Напряжения в бруске при чистом изгибе
31. О рациональном сечении при деформации изгиба

32. Влияние поперечных сил на распределение нормальных напряжений при изгибе

33. Касательные напряжения при поперечном изгибе. Формула Журавского

34. Влияние формы сечения на применимость формулы Журавского

35. Анализ изгиба свободного и стянутого пакетов листов

36. Брусья равного сопротивления при изгибе

37. Дифференциальное уравнение упругой линии бруса

38. Интегрирование дифференциального уравнения упругой линии бруса

39. Интегрирование дифференциального уравнения в случае сложных нагрузок

40. Универсальное уравнение упругой линии балки

41. Балка на упругом основании

42. Напряженное состояние в точке

43. Определение напряжений в площадке общего положения

44. Главные оси и главные напряжения

45. Круговая диаграмма напряженного состояния. Круг Мора

46. Типы напряженного состояния

47. Деформированное состояние

48. Объемная деформация

49. Потенциальная энергия объемной деформации

50. Теории прочности

51. Сложное сопротивление

52. Внецентренное растяжение-сжатие

53. Ядро сечения

54. Косой изгиб

55. Изгиб с кручением круглого бруса

56. Изгиб бруса большой кривизны

57. Примеры определения эксцентриситета бруса большой кривизны
58. Винтовые цилиндрические пружины
59. Обобщенные силы и обобщенные перемещения
60. Применение принципа возможных перемещений для определения усилий в статически определимых системах
61. Полная потенциальная энергия деформации бруса
62. Теорема Кастилиано
63. Интеграл Мора
64. Примеры применения Интеграла Мора
65. Способ Верещагина
66. Теорема взаимности работ и перемещений
67. Примеры применения теоремы взаимности работ и перемещений
68. Типы стержневых систем. Степень статической неопределимости стержневой системы
69. Выбор основной системы
70. Канонические уравнения метода сил
71. Использование свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости плоской рамы. Прямая геометрическая симметрия
72. Использование свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости плоской рамы. Косая геометрическая симметрия
73. Многопролетные неразрезные балки. Уравнение трех моментов
74. Определение перемещений в статически неопределимых системах
75. Устойчивость упругих форм равновесия
76. Задача Эйлера
77. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня
78. Расчет сжатых стоек по коэффициенту снижения допускаемых напряжений

79. Напряжения, возникающие вследствие поступательного движения упругого тела
80. Напряжения, возникающие вследствие вращательного движения упругого тела
81. Напряжения, возникающие в упругом брусе при ударе
82. Повышение предела текучести в результате повторных нагружений
83. Ползучесть и релаксация
84. Влияние скорости деформирования на механические характеристики материала
85. Усталостная прочность металлов
86. Влияние концентрации напряжений на прочность конструкций
87. Методы электротензоизмерений в исследовании напряженно-деформированного состояния
88. Методы: делительных сеток, зеркально-оптический и муаровых полос в исследовании напряженно-деформированного состояния
89. Метод хрупких тензочувствительных покрытий в исследовании напряженно-деформированного состояния
90. Поляризационно-оптический метод исследования напряжений