



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

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
\_\_\_\_\_ Грибиниченко М.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

« 28 » ноября 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор отделения ММТиТ

  
\_\_\_\_\_ Грибиниченко М.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

« 28 » ноября 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Соппротивление материалов

**Направление подготовки 26.03.02. Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры**  
Судовое оборудование  
**Форма подготовки заочная**

курс 2,3

лекции 12 час.

практические занятия 12 час.

лабораторные работы 6 час.

в том числе с использованием МАО лек. 4 / пр. 4 / лаб. 2 час.

всего часов аудиторной нагрузки 30 час.

в том числе с использованием МАО 10 час.

самостоятельная работа 186 час.

в том числе на подготовку к экзамену 4/9 час.

контрольные работы (количество) 1

курсовая работа / курсовой проект 3 курс

зачет 2 курс

экзамен 3 курс

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 26.03.02. Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 03 09 2015 г. № 960

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Судовой энергетики и автоматики  
протокол № 3 от « 28 » ноября 2019 г.

Директор отделения ММТиТ М.В. Грибиниченко

Составитель (ли): Н.В. Изотов

Владивосток  
2019

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

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

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

Директор отделения \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

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

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

Директор отделения \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры СЭиА:**

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

Директор отделения \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры СЭиА:**

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

Директор отделения \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## Аннотация дисциплины «Сопротивление материалов»

Рабочая программа учебной дисциплины разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры и входит в базовую часть Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (Б1.Б.12.02).

Объем дисциплины определен учебным планом образовательной программы и состоит из лекционного курса, практических занятий и самостоятельной работы студентов. Итоговый контроль по дисциплине – зачет, экзамен.

**Цель дисциплины** — заложить фундамент инженерной эрудиции для грамотного проектирования и оценки прочности элементов конструкций.

При изложении учебного материала большое внимание уделяется развитию навыков приведения реальной конструкции к расчётной схеме. Принятая расчётная схема и математический аппарат расчёта прочности позволяет построить физико-математическую модель работы реальной конструкции. В итоге получают корректные с точки зрения инженерной точности результаты оценки прочности, существующей или проектируемой конструкции.

### **Задачи дисциплины:**

- дать обучающимся основные понятия, терминологию, допущения и упрощения, применяемые при выводе зависимостей, условия применимости расчётных формул, основные константы;
- научить составлять расчётную схему конструкции, пользоваться методами расчётов на прочность, жёсткость и устойчивость с учётом поведения материалов в различных условиях деформирования;
- проводить связи между сопротивлением материалов и специальными дисциплинами направления подготовки.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
ОПК-3— <i>Способность использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического</i>	Знает	Основные понятия и общие уравнения статики, кинематики и динамики, типичные постановки задач и их математическое описание.
	Умеет	Строить и исследовать механические модели технических систем на базе аналитических методов теоретической механики.

<i>анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</i>	Владеет	Методами теоретического и экспериментального исследования механических явлений; навыками решения типовых задач по статике, кинематике и динамике.
---	---------	---

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

**Раздел I. Фундаментальные понятия и законы сопротивления материалов и механики деформируемого твердого тела (3 час.)**

**Тема 1. Предмет сопротивления материалов (1 час.)**

Прочность. Жесткость. Механические свойства материалов. Внешние силы, действующие на тела. Схематизация объектов. Гипотезы и допущения.

**Тема 2. Внутренние силы. Напряжения. Определение внутренних сил (1 час.) - проблемная лекция**

Метод сечений. Обозначения компонентов перемещения. Деформации. Виды деформаций. Закон Гука. Модуль Юнга. Одноосные напряженные состояния (растяжение-сжатие)

**Тема 3. Теории прочности и основные принципы сопротивления материалов (1 час.)**

Оценка прочности элементов конструкции.

**Раздел II. Виды сопротивления и методы расчета стержневых систем (3 час.)**

**Тема 1. Определение внутренних силовых факторов в поперечных сечениях бруса при его растяжении или сжатии (1 час.)**

Построение эпюр внутренних силовых факторов. Расчет простейших стержневых систем, работающих на растяжение — сжатие.

**Тема 2. Статически неопределимые системы. Степень статической неопределимости (1 час.)— проектирование**

Уравнения перемещений. Общие свойства статически неопределимых систем. Определение монтажных усилий и напряжений. Освоение методов раскрытия статической неопределимости. Рассмотрение примеров и задач

**Тема 3. Напряжения при срезе (1 час.)**

Понятие касательных напряжений. Сдвиг. Модуль сдвига. Допускаемые напряжения при сдвиге. Заклепочные соединения. Сварные соединения

**Раздел III. Методы расчета на кручение и изгиб (2 час.)**

**Тема 1. Кручение бруса круглого поперечного сечения (1 час.)— проблемная лекция**

Внутренние силовые факторы. Напряжения и деформации при кручении. Определение угловых деформаций при кручении круглого бруса. Гипотеза

сохранения плоские сечений. Гипотеза неискривляемости радиусов при повороте сечения

**Тема 2. Расчет элементов конструкций, работающих в условиях изгиба (1 час.)**

Состояние изгиба. Расчетная и основная схемы изгиба. Внутренние силовые факторы (внутренние нормальные силы, изгибающие моменты и поперечные силы). Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.

**Раздел IV. Взаимодействие силовых факторов. Определение перемещений. Метод сил. (4 час.)**

**Тема 1. Связь между эпюрами моментов и эпюрами поперечных сил (1 час.)**

Примеры внешних нагрузок, приводящих к условиям чистого изгиба. Геометрическое толкование гипотезы плоских сечений и подтверждение ее точным решением.

**Тема 2. Напряжения при поперечном изгибе (1 час.)**

Касательные напряжения в поперечном сечении бруса. Формула Журавского. Определение перемещений при изгибе прямого бруса. Уравнение упругой линии.

**Тема 3. Работа внешних сил (1 час.) — проблемная лекция**

Действительная работа. Возможная (виртуальная) работа. Работа внешних сил при изгибе балок. Потенциальная энергия. Определение перемещений. Интеграл Мора

**Тема 4. Расчет простейших статически неопределимых систем методом сил (1 час.)**

Канонические уравнения метода сил. Расчет простейших статически неопределимых систем. Решение задач.

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

### **Практические занятия (12 час.)**

#### **Занятие 1. Расчет стержней постоянного поперечного сечения при растяжении-сжатии (1 час.)**

1. Построение эпюры продольной силы
2. Определение грузоподъемности стержня
3. Определение полного удлинения стержня
4. Построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений и перемещений
5. Определение перемещение сечения I-I

#### **Занятие 2. Расчет ступенчатого статически определимого и статически неопределимого бруса на растяжение-сжатие (1 час.) проектирование**

1. Построение эпюры продольных сил
2. Из условия прочности по нормальным напряжениям подобрать поперечные сечения для каждой ступени, приняв  $[\sigma] = 160$  МПа.
3. Определить полную деформацию бруса и построить эпюру перемещений поперечных сечений, приняв  $E = 2 \cdot 10^4$  МПа.
4. Найти перемещение заданного сечения A—A.

#### **Занятие 3. Определение внутренних усилий двухопорных балок, работающих на поперечный изгиб (1 час.)**

1. Построение эпюр моментов и поперечных сил
2. Определение положения опасного сечения (сечение балки с максимальным моментом)

#### **Занятие 4. Расчёт статически определимых балок на прочность (2 час.)**

1. Построение эпюр внутренних усилий
2. Проектровочный расчёт балок, подбор сечений различной формы

#### **Занятие 5. Расчёт статически определимых балок на жёсткость (2 час.)**

Определение прогибов и углов поворота сечений балки методом непосредственного интегрирования дифференциального уравнения изогнутой оси

1. Определение перемещений методом начальных параметров

**Занятие 6. Расчет составных многопролетных балок (2 час.) - проектирование**

1. Построение эпюр внутренних усилий
2. Определение положения опасного сечения
3. Подбор номера прокатного профиля, исходя из условий прочности

**Занятие 8. Общий случай сложного сопротивления и кривой изгиб стержней (2 час.) - дискуссия**

1. Составление уравнений внутренних силовых факторов
2. Построение эпюр внутренних силовых факторов.

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Сопротивление материалов» 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.

#### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение сессии	Занятия в библиотеке по изучению учебной литературы	28 час.	Аннотация учебной литературы, библиография источников
2	В течение сессии	Работа с конспектами, дополненные их сведениями из учебников	28 час.	Конспект
3	В течение сессии	Решение домашних заданий (задач по соответствующим темам курса)	28 час.	Выполненные задачи
4	В течение сессии	Самостоятельное изучение темы курса	29 час.	Конспект (презентация, интеллект-карта и т.п. по выбору студента)
5	В течение сессии	Изучение литературы по истории развития науки «Сопротивление материалов»	30 час.	Реферат
6	В течение сессии	Написание курсовой работы	30 час.	Выполненные расчёты, пояснительная записка, защита
7	На последней неделе сессии	Подготовка к экзамену, зачету/экзамену	13 час.	Контрольные вопросы и задания, выписанные на экзамен
Всего:			186 час.	

## IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
				текущий контроль	текущий контроль
1	Фундаментальные понятия и законы сопротивления материалов и механики деформируемого твёрдого тела	ОПК-3	знает	ПР-1 (Тест 2,3,11-13)	УО-1 (Вопросы 1-23)
			умеет	УО-2 (Коллоквиум)	ПР-4 (Реферат на тему)
			владеет	УО-3 (Доклад Презентация)	ПР-7 (конспект, модуль 1, раздел 1)
2	Виды сопротивления и методы расчёта стержневых систем. Определение внутренних усилий при растяжении-сжатии. Напряжения при срезе	ОПК-3	знает	ПР-1 (Тест 6,7,16)	УО-1 (Вопросы 24-40)
			умеет	УО-3 (Сообщение)	ПР-4 (Реферат на тему)
			владеет	УО-3 (Доклад Презентация)	ПР-7 (конспект модуль 1, раздел 2)
3	Методы расчёта на крушение и изгиб. Определение напряжений при поперечном изгибе и кручении	ОПК-3	знает	ПР-1 (Тест 4,5,8-10, 14,17,18))	УО-1 (Вопросы 41-63)
			умеет	УО-3 (Сообщение)	ПР-4 (Реферат на тему)
			владеет	УО-3 (Доклад Презентация)	ПР-7 (конспект модуль 2, раздел 1)
4	Взаимодействие силовых факторов. Работа внешних сил	ОПК-3	знает	ПР-1 (Тест 9,20))	УО-1 (Вопросы 67-69)
			умеет	УО-3 (Сообщение)	ПР-4 (Реферат на тему)
			владеет	УО-3 (Доклад Презентация)	ПР-7 (конспект модуль 2, раздел 2)

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

### Основная литература

*(электронные и печатные издания)*

1. Атаров Н.М. Сопротивление материалов в примерах и задачах: Учебное пособие / Атаров Н.М. — М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. — 407 с.  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=557127>

2. Кудрявцев, С.Г. Сопротивление материалов. Интернет-тестирование базовых знаний [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С.Г. Кудрявцев, В.Н. Сердюков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5247>

3. Сопротивление материалов: Сборник задач с решениями: Учебное пособие / С.И. Евтушенко, Т.А. Дукмасова, Н.А. Вильбицкая. — М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 210 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=390026>

### **Дополнительная литература**

1. Александров А.В. и др. Сопротивление материалов: Учебник для студентов 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.

2. Беликов, Г.В. Задания по сопротивлению материалов (для самостоятельной работы и тестирования). Часть 3. Сложное сопротивление. Статически неопределимые стержневые системы / Г.В. Беликов, В.К. Манжосов. - Ульяновск: УлГТУ, 2011. — 59 с. <http://window.edu.ru/resource/185/77185>

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

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение:

1. Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д).
2. MathCAD.
3. Программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие информационно-справочные системы:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань».
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks».
4. Электронно-библиотечная система «Znanium»

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение теоретического материала производится в соответствии с РПД по лекциям, учебникам, методической и справочной литературе. Список литературы представлен в разделе РПД «Список учебной литературы и информационно-методическое обеспечение дисциплины».

По каждой теме дисциплины «Сопротивление материалов» предполагается проведение аудиторных лекционных занятий, аудиторных практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы студента. Время аудиторных занятий и самостоятельной работы студента определяется согласно рабочему учебному плану данной дисциплины.

Планирование времени на изучение дисциплины производится в соответствии с планом-графиком выполнения самостоятельной работы студентов по данной дисциплине. В плане отражены виды самостоятельной работы для всех разделов дисциплины, указаны примерные нормы времени на выполнение и сроки сдачи заданий.

*Рекомендации по работе на лекциях и ведению конспекта.* Основы знаний закладываются на лекциях, им принадлежит ведущая роль в учебном процессе. На лекциях дается самое важное, основное в изучаемой дисциплине. Основные задачи, стоящие перед лектором: помочь студентам понять основы и усвоить материал на самой лекции, дать указания на то, что требует наибольшего внимания, учить правильному мышлению и создавать ясное представление о методологии изучаемой науки.

Лекции являются эффективным видом занятий для формирования у студентов способности быстро воспринимать новые факты, идеи, обобщать их, а также самостоятельно мыслить.

Студенту следует научиться понимать и основную идею лекции, а также, следуя за лектором, участвовать в усвоении новых мыслей. Но для этого надо быть подготовленным к восприятию очередной темы. Подготовленным можно считать такого студента, который, присутствуя на лекции, усвоил ее

содержание, а перед лекцией припомнил материал раздела, излагаемого на ней или просмотрел свой конспект, или учебник.

Перед лекцией необходимо прочитывать конспект предыдущей лекции, а после окончания крупного раздела курса рекомендуется проработать его по конспектам и учебникам.

Перед каждой лекцией необходимо просматривать содержание предстоящей лекции по учебнику с тем, чтобы лучше воспринять материал лекции. В этом случае предмет усваивается настолько, что перед экзаменом остается сделать немного для закрепления знаний.

Важно помнить, что ни одна дисциплина не может быть изучена в необходимом объеме только по конспектам. Для хорошего усвоения курса нужна систематическая работа с учебной и научной литературой, а конспект может лишь облегчить понимание и усвоение материала.

Основная задача при слушании лекции – учиться мыслить, понимать идеи, излагаемые лектором. Для лучшего усвоения теоретического материала рекомендуется составить конспект лекций, содержащий краткое, но ясное изложение теоретического материала, сопровождаемое схемами, эскизами, формулами. Передача мыслей лектора своими словами помогает сосредоточить внимание, не дает перейти на механическое конспектирование. Механическая запись лекции приносит мало пользы.

Ведение конспекта создает благоприятные условия для запоминания услышанного, т.к. в этом процессе принимают участие слух, зрение и рука. Конспектирование способствует запоминанию только в том случае, если студент понимает излагаемый материал. При механическом ведении конспекта, когда просто записываются слова лектора, присутствие на лекции превращается в бесполезную трату времени.

Некоторые студенты полагают, что при наличии учебных пособий, учебников нет необходимости вести конспект. Такие студенты нередко совершают ошибку, так как не используют конспект как средство,

позволяющее активизировать свою работу на лекции или полнее и глубже усвоить ее содержание.

Определенная часть студентов считает, что конспекты лекции могут заменить учебники, поэтому они стремятся к дословной записи лекции и нередко не задумываются над ее содержанием. В результате при разборе учебного материала по механической записи требуется больше труда и времени, чем при понимании и кратком конспектировании лекции.

Конспект ведется в тетради или на отдельных листах. Записи в тетради легче оформить, их удобно брать с собой на лекцию или практические занятия. Рекомендуется в тетради оставлять поля для дополнительных записей, замечаний и пунктов плана. Но конспектирование в тетради имеет и недостаток: в нем мало места для пополнения новыми материалами, выводами и обобщениями. В этом отношении более удобен конспект на отдельных листах (карточках). Из него нетрудно извлечь отдельную необходимую запись, конспект можно быстро пополнить листами, в которых содержатся новые выводы, обобщения, фактические данные. При подготовке выступлений, докладов легко подобрать листки из различных конспектов и свести их вместе. В результате такой работы конспект может стать тематическим.

При конспектировании допускается сокращение слов, но необходимо соблюдать меру. Каждый студент обычно вырабатывает свои правила сокращения. Но если они не введены в систему, то лучше их не применять, т.к. случайные сокращения ведут к тому, что спустя некоторое время конспект становится непонятным.

Проверка усвоения теоретического курса проводится с помощью контрольных вопросов, приведенных в разделе «Фонд оценочных средств». После изучения теоретического материала следует проверить, правильно ли поняты и хорошо ли усвоены наиболее существенные положения темы, используя список контрольных вопросов. При ознакомлении с методиками

расчетов рекомендуется пользоваться задачками, в которых приведены примеры расчетов.

Если в процессе изучения материала, у студента возникнут вопросы, которые он не может разрешить самостоятельно, следует обратиться за консультацией к преподавателю, ведущему данную дисциплину.

*Рекомендации по работе с учебной и научной литературой.* Работа с учебной литературой занимает особое место в самообразовании: именно эта литература является основным источником знаний студента. Учебник (учебное пособие) как печатное средство играет организующую роль в самостоятельной работе студента: он содержит систематизированный объем основной научной информации по курсу, задания, упражнения, уточняющие вопросы, организующие познавательную деятельность.

В работе с учебной литературой нужны умения выделять главное, находить внутренние связи. На что следует обратить внимание при выборе учебника? На заглавие и другие титульные элементы. Например, рекомендована книга в качестве учебника или нет. Затем читается аннотация и введение, из чего узнаете, чем отличается данное пособие. Учебное пособие может рекомендовать преподаватель, потому что он может определить позицию автора учебника.

Результатом работы студента с учебной литературой должно стать четкое понимание практической значимости информации, уверенность, что информация усвоена в достаточном объеме и может быть воспроизведена, что основные понятия могут быть обоснованы, что выделены внутренние связи и зависимости внутри учебного текста.

К научным источникам относятся также статьи, монографии, диссертации, книги. Как правило, статья посвящена описанию решения лишь одной из задач, стоящих перед исследователем, а диссертация и монография освещают комплексно проблему с разных сторон, решают ряд задач. Статьи публикуются либо в журналах, либо в сборниках. Журнал периодическое издание, которое имеет указание, кому предназначен. В содержании обычно

выделены рубрики (теория, опыт, методические советы и т.д.), которые позволяют читателю определиться в своих интересах. Далее рекомендуется обратить внимание на авторов журнала (иногда в конце есть сведения об авторах). Содержание журнала позволяет выделить те статьи, которые интересны.

Первое знакомство со статьей необходимо начинать с уяснения понятий, которые представлены в названии. Далее необходимо определить:

- цель статьи,
- обоснование автором актуальности,
- проблемы, выделенные автором,
- способы решения этих проблем, которые он предлагает,
- выводы автора.

Если статья представляет интерес необходимо составить тезисный конспект с указанием страниц, откуда взяты цитаты, также следует указать автора, название статьи, название журнала, номер, год, страницы.

Следует иметь в виду, что статья это личная точка зрения автора, с которой можно или нельзя соглашаться, она может быть недостаточно научно обоснованной, дискуссионной.

*Рекомендации по подготовке к зачету/экзамену.* Целью зачет/экзамен является проверка качества усвоения содержания дисциплины. Для получения допуска к зачету/экзамену необходимо выполнить и защитить все лабораторные работы и РГЗ.

Перечень тем, которые необходимо изучить для успешной сдачи зачет/экзамен, отражен в списке зачетных/экзаменационных вопросов и программе курса «Сопротивление материалов».

При подготовке к зачету/экзамену необходимо повторить материал лекций, прослушанных в течение семестра, обобщить полученные знания, понять связь между отдельными разделами дисциплины. Изучение теоретического материала проводится по конспекту лекций и рекомендуемой литературе. Для успешной сдачи зачета/экзамена и получения высокой оценки

изучение одного конспекта недостаточно. Высокая оценка за зачет/экзамен предполагает обязательное изучение теоретического материала по учебнику, поскольку объем лекций ограничен и не позволяет подробно рассмотреть все вопросы.

Перед зачетом/экзаменом проводится консультация. К моменту проведения консультации все вопросы, выносимые на зачет/экзамен, в основном должны быть изучены. На консультации можно получить ответы на трудные или непонятые вопросы или получить рекомендации по изучению отдельных вопросов.

Время на подготовку к зачету/экзамену устанавливается в соответствии с общими требованиями, принятыми в ДВФУ.

При ответе на зачете/экзамене необходимо показать не только знание заученного материала, но и умение делать логические выводы, умение пользоваться на практике полученными теоретическими сведениями. Зачет/экзамен должен восприниматься не только как элемент контроля полученных знаний, но в первую очередь, как инструмент систематизации полученных знаний.

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

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

**Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. №951, учебная аудитория для	Мультимедийная аудитория: Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 24) Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема	1. Academic Campus 500 2. Inventor Professional 2020 3. AutoCAD 2020 4. MAYA 2018 5. VideoStudio Pro x10 Lite 6. CorelDraw 7. Academic Mathcad License 14.0 8. MathCad Education University Edition

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
проведения практических и лекционных занятий и для самостоятельной работы.	видеокоммутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; расширение для контроллера управления IPL T CR48	9. Компас 3D Система прочностного анализа v16 10. Компас 3D модуль ЧПУ. Токарная обработка v16 11. SolidWorks Campus 500
690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, д. 10, корпус Е, ауд. №848, учебная аудитория для проведения практических занятий	Мультимедийная аудитория: Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 44) Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; подсистема видеисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS). Ноутбук Lenovo idea Pad S 205 Bra	1. Academic Campus 500 2. Inventor Professional 2020 3. AutoCAD 2020 4. MAYA 2018 5. VideoStudio Pro x10 Lite 6. CorelDraw 7. Academic Mathcad License 14.0 8. MathCad Education University Edition 9. Компас 3D Система прочностного анализа v16 10. Компас 3D модуль ЧПУ. Токарная обработка v16 11. SolidWorks Campus 500
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. №967, учебная аудитория для проведения практических и лекционных занятий и для самостоятельной работы.	Мультимедийная аудитория: Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 26) Оборудование: Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).	1. Academic Campus 500 2. Inventor Professional 2020 3. AutoCAD 2020 4. MAYA 2018 5. VideoStudio Pro x10 Lite 6. CorelDraw 7. Academic Mathcad License 14.0 8. MathCad Education University Edition 9. Компас 3D Система прочностного анализа v16 10. Компас 3D модуль ЧПУ. Токарная обработка v16 11. SolidWorks Campus 500

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступны специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенций	Этапы формирования компетенции	
<b>ОПК-3</b> – способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знает	Простейшие виды деформирования и расчётные формулы для определения внутренних силовых факторов и напряжений
	Умеет	Строить и исследовать прочностные модели технических систем на базе аналитических методов сопротивления материалов
	Владеет	Методами теоретического и экспериментального исследования механических характеристик материалов и их поведения в конструкциях; навыками решения задач, связанных с расчётами прочности, жёсткости и устойчивости

### Контроль достижения целей курса

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Фундаментальные понятия и законы сопротивления материалов и механики деформируемого твёрдого тела	ОПК-3	знает	ПР-1 (Тест 2,3,11-13)	УО-1 (Вопросы 1-23)
			умеет	УО-2 (Коллоквиум)	ПР-4 (Реферат на тему)
			владеет	УО-3 (Доклад) Презентация	ПР-7 (конспект, модуль 1, раздел 1)
2	Виды сопротивления и методы расчёта стержневых систем. Определение внутренних усилий при растяжении-сжатии. Напряжения при срезе	ОПК-3	знает	ПР-1 (Тест 6,7,16)	УО-1 (Вопросы 24-40)
			умеет	УО-3 (Сообщение)	ПР-4 (Реферат на тему)
			владеет	Презентация	ПР-7 (конспект модуль 1, раздел 2)
3	Методы расчёта на кручение и изгиб. Определение напряжений при поперечном изгибе и кручении	ОПК-3	знает	ПР-1 (Тест 1,4,5,8-10, 14,17,18))	УО-1 (Вопросы 41-63)
			умеет	УО-3 (Сообщение)	ПР-4 (Реферат на тему)
			владеет	УО-3 (Доклад) Презентация	ПР-7 (конспект модуль 2, раздел 1)
4	Взаимодействие силовых факторов. Работа внешних сил	ОПК-3	знает	ПР-1 (Тест 15, 19, 20)	УО-1 (Вопросы 67-69)
			умеет	УО-3 (Сообщение)	ПР-4 (Реферат на тему)
			владеет	УО-3 (Доклад) Презентация	ПР-7 (конспект модуль 2, раздел 2)

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Баллы
<b>ОПК-3</b> Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знает (пороговый уровень)	Простейшие виды деформирования и расчётные формулы для определения внутренних силовых факторов и напряжений	Получение результатов расчёта простейших расчётных схем на растяжение-сжатие, кручение, изгиб	Конспект, выполнение курсовой работы	61-75
	Умеет (продвинутый)	Строить и исследовать прочностные модели технических систем на базе аналитических методов сопротивления материалов	Получение расчётных схем и рационально выполненного расчёта на совместное действие растяжения, изгиба и кручения	Решение тестовых заданий, конспект со ссылками на несколько источников, выполнение курсовой работы	76-85
	Владеет (высокий)	Методами теоретического и экспериментального исследования механических характеристик материалов и их поведения в конструкциях; навыками решения задач, связанных с расчётами прочности, жёсткости и устойчивости	Получение результатов расчёта статически определимых и неопределимых систем с учётом рационального выбора материала	Решение тестовых заданий, написание реферата, подробный конспект с использованием дополнительной литературы, выполнение курсовой работы	86-100

## Шкала измерения уровня сформированности компетенций

Итоговый балл	1-60	61-75	76-85	86-100
Оценка	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
Уровень сформированности компетенций	отсутствует	пороговый	продвинутый	высокий

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

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Сопротивление материалов» приводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Сопротивление материалов» проводится в форме контрольных мероприятий (*тестирование*) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Текущий контроль в форме тестирования осуществляется на практических занятиях по предшествующей теме.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Сопротивление материалов» проводится в соответствии с актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану образовательной программы 26.03.02

Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры по данной дисциплине предусмотрены следующие виды промежуточной аттестации: по итогам 3, 4 семестров – экзамен.

Экзамен проходит в устной форме, в состав экзаменационных билетов входят вопросы по всем изученным темам курса.

### **Перечень вопросов к экзамену**

1. Действие сил на физические тела, классификация нагрузок
2. Реальный объект и расчетная модель, примеры
3. Внутренние силы, метод сечений
4. Напряжения и их компоненты
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. Бруска 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 определения критической силы
  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 бруске 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. Поляризациино-оптический метод исследования напряжений

### Критерии оценки экзамена

Балл (рейтинг)	Требования к сформированным компетенциям	Оценка экзамена
При условии выполнения менее 61% экзаменационного билета	Студент не знает значительной части программного материала, в ответе допускает существенные (грубые) ошибки, не знает основных расчетных формул и области их применения	«неудовлетворительно»
За правильное	Студент имеет представления об основных	«удовлетвори

выполнение 61-75% заданий экзаменационного билета	понятиях в рамках дисциплины, в ответах допускает неточности, имеются погрешности в формулировке, испытывает затруднения при выводе расчетных формул	«удовлетворительно»
При успешном выполнении от 76% до 85% заданий экзаменационного билета	Студент знает материал, грамотно и по существу излагает его, грубые ошибки в ответе отсутствуют, умеет применить теоретические положения по дисциплине на практическом примере, владеет методами и приемами выполнения заданий.	«хорошо»
При успешном выполнении от 85% до 100% заданий экзаменационного билета	Студент глубоко и прочно усвоил программный материал, логически стройно, четко, полно и последовательно излагает ответ, умеет обосновать практическими примерами теоретические положения дисциплины. Свободно отвечает на дополнительные вопросы, не связанные с экзаменационным билетом	«отлично»

**Примечание.** Совокупная оценка студента на зачете формируется с учетом самостоятельной работы обучающегося.

## Оценочные средства для текущей аттестации

### Вопросы к защите курсовой работы

1. Что такое ось бруса?
2. Что такое центр тяжести площади сечения?
3. Что такое статический момент площади сечения?
4. Укажите главную ось в пределах контура равнобедренного треугольника, относительно которой осевой момент инерции имеет максимальное значение.
5. Где находится Ц.Т. сечения, состоящего из двух одинаковых частей?
6. Что такое центральные оси сечения?
7. Что такое осевой момент инерции?
8. Может ли главная ось быть нецентральной?
9. Что такое собственный момент инерции?
10. Что такое переносный момент инерции?
11. Есть ли связь между осевыми моментами инерции и полярным моментом инерции сечения?
12. Как определить наибольшее значение центробежного момента инерции

сечения?

13. Что такое главные оси сечения?

14. Какое соотношение между осевыми моментами инерции сечения, если центробежный момент инерции достигает своего максимального значения?

15. Для какой оси из множества параллельных, осевой момент инерции принимает минимальное значение?

16. Когда положение главных осей можно определить без вычислений?

17. Сколько главных осей можно указать для любого сечения?

18. Какие параметры сечения необходимо знать, чтобы вычислить осевые моменты инерции при параллельном переносе осей?

19. Какова размерность статического момента площади сечения?

20. Какова размерность полярного момента инерции площади сечения?

21. Как, зная один главный момент инерции и два осевых момента инерции, определить максимальный центробежный момент инерции сечения?

22. Как, зная один главный момент инерции и два осевых момента инерции, определить второй главный?

23. Как определить центр тяжести сечения, имеющего две оси симметрии?

24. Что называется напряжением?

25. Какие выделяют компоненты напряжения?

26. Почему составляющие напряжения носят такие названия?

27. Почему осевое растяжение-сжатие относится к простейшему нагружению?

28. Объяснить Закон Гука!

29. Какой геометрический смысл имеет модуль Юнга!

30. Какой физический смысл имеет модуль Юнга?

31. Что такое линейная деформация?

32. Что такое угловая деформация?

33. От чего зависит изменение длины стержня при осевом растяжении-сжатии?

34. Что называется жесткостью при осевом растяжении-сжатии?

35. Почему поперечный изгиб не относится к сложному сопротивлению?
36. Что такое допускаемое напряжение?
37. В чем смысл условия прочности?
38. В чем смысл условия жесткости?
39. Что такое предел текучести материала?
40. Что влияет на выбор коэффициента запаса прочности?
41. Что такое поперечная сила?
42. Что такое изгибающий момент?
43. Как проверить правильность построения эпюры Мизгпо эпюре  $Q_1$ ?
44. Как найти значение изгибающего момента в сечении, если есть в наличии эпюра  $Q_1$ ?
45. Записать основное дифференциальное уравнение при изгибе бруса.
46. Какие приняты допущения при получении основного дифференциального уравнения упругой линии бруса?
47. В чем смысл постоянных интегрирования основного дифференциального уравнения оси изогнутого бруса?
48. Что такое чистый изгиб?
49. Что такое поперечный изгиб?
50. Как определить нормальные напряжения в любой точке сечения при чистом изгибе?
51. Как определяются наибольшие нормальные напряжения при изгибе?
52. Что такое опасное сечение?
53. Что называют осевым моментом сопротивления?
54. Что характеризует осевой момент сопротивления?
55. Что характеризует экономичность бруса, испытывающего деформацию изгиба?
56. Почему изгибающий момент в сечении врезанного в брус шарнира равен нулю?
57. Какие гипотезы принимаются при исследовании деформации чистого

изгиба?

58. Какая из принятых гипотез не находит подтверждения при поперечном изгибе?

59. Как по эпюре изгибающих моментов Мизг представить вид оси изогнутого бруса?

60. В каком случае при поперечном изгибе учитываются оба напряжения: нормальное и касательное?

61. Какие параметры входят в формулу Журавского!

62. Почему в формуле Журавского допускается раздвоение в определении статического момента части сечения?

63. Чем объясняется "ступенька" на эпюре внутреннего силового фактора?

64. В чем состоит условность диаграммы растяжения образца из мягкой стали?

65. Почему по диаграмме а - е разрушение при растяжении происходит не при наибольших напряжениях?

66. Имеет ли смысл предел временного сопротивления?

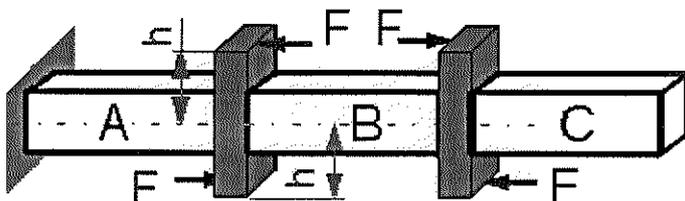
67. Какие задачи называют статически неопределимыми.

68. Что называют степенью статической неопределимости?

Как называется дополнительное уравнение при раскрытии статической неопределимости?

### Тестовые задания

1. В какой части горизонтальной балки нет поперечной силы?



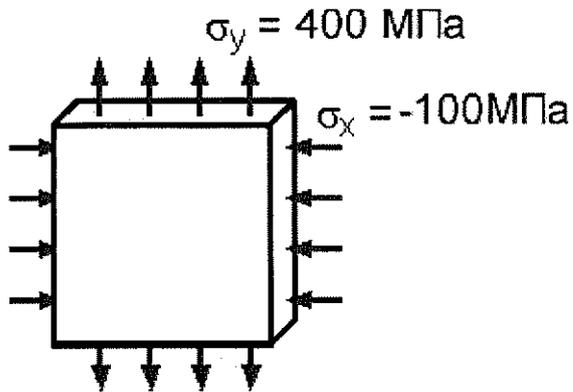
1) А

2) В

3) С

4) Во всех частях

2. Критическое напряжение для алюминиевого сплава - 410 МПа. Коэффициент Пуассона - 0.3. Разрушается ли конструкция согласно *второй теории прочности (критерий максимальной растягивающей деформации)*?

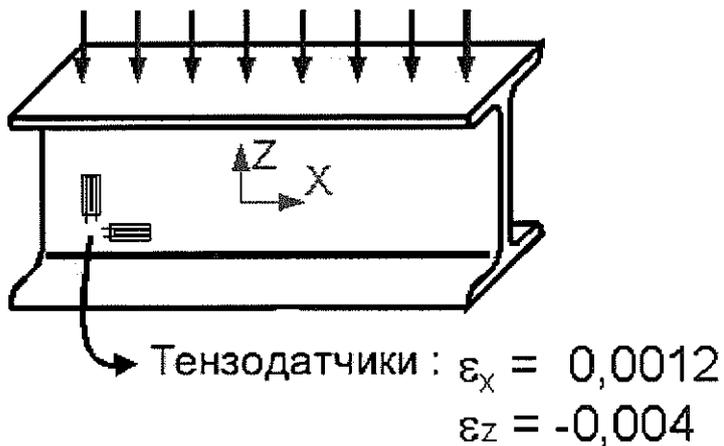


1) Да

2) Нет

3. Коэффициент Пуассона равен 0.3 для стали. Имеются экспериментальные значения деформации, измеренные тензодатчиками.

Возможно ли что одна из составляющих напряжения  $\sigma_x$  или  $\sigma_z$  равна нулю?

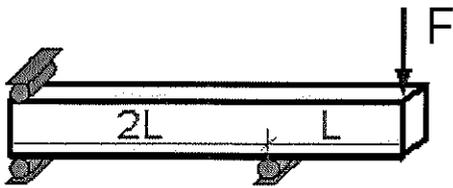


1) Нет.

2) Да,  $\sigma_x = 0$ .

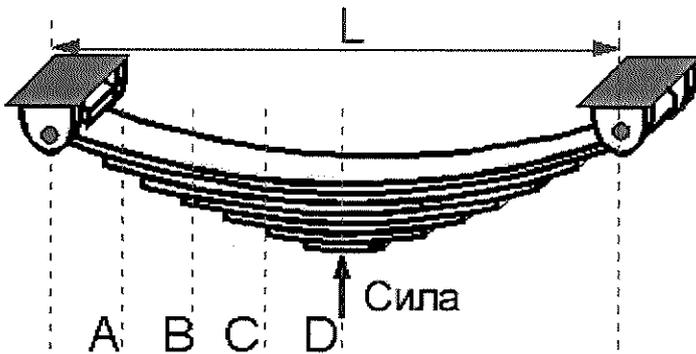
3) Да,  $\sigma_z = 0$ .

4. Предельное значение изгибающего момента равно:



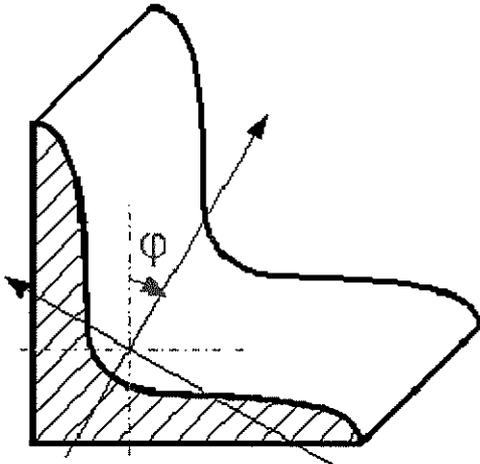
- 1)  $0.5 FL$
- 2)  $FL$
- 3)  $2 FL$
- 4)  $3 FL$

5. Для какого сечения изгибающий момент наибольший?



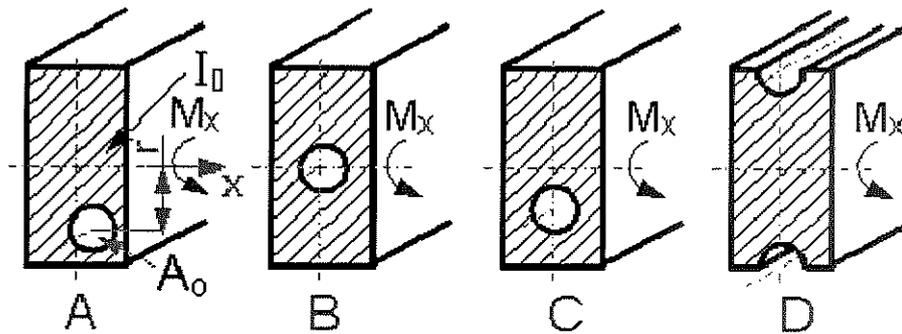
- 1) A.
- 2) B.
- 3) C.
- 4) D.

6. Какой угол  $\varphi$  соответствует главным осям для поперечного сечения?



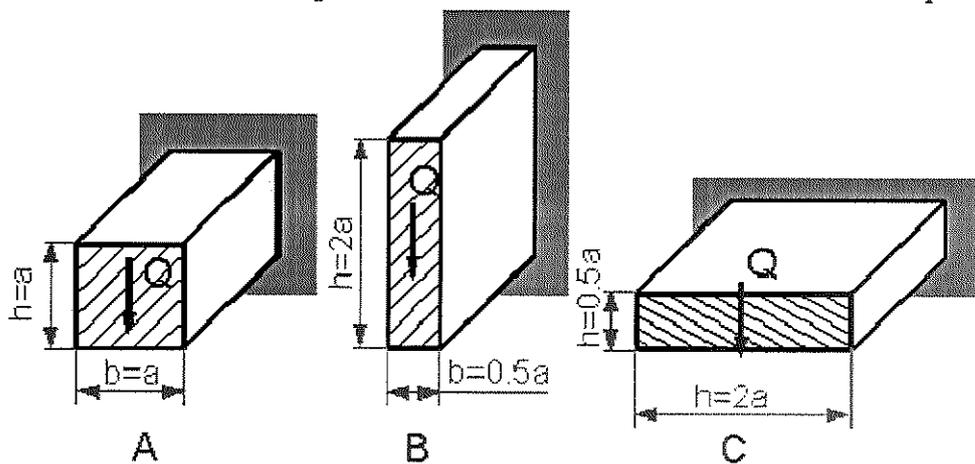
- 1)  $\alpha=0^\circ$
- 2)  $\alpha=45^\circ$
- 3)  $\alpha=30^\circ$
- 4)  $\alpha=90^\circ$

7. Выберите наиболее жесткую конструкцию.



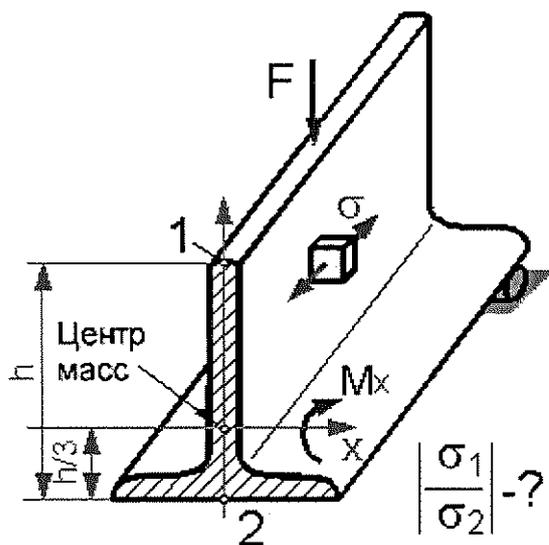
- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) D

8. Для какого из образцов максимальное касательное напряжение выше?



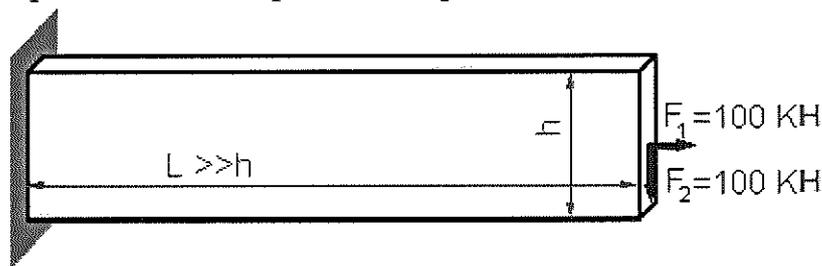
- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) Одинаково для всех

9. Балка закреплена на двух опорах так, что ее центральная часть находится под действием чистого изгиба. Рисунок показывает центральный профиль. Чему равно отношение абсолютной величины сжимающего напряжения в точке 1 к растягивающему напряжению в точке 2?



- 1) 1.0
- 2) 1.5
- 3) 2.0
- 4) 3.0

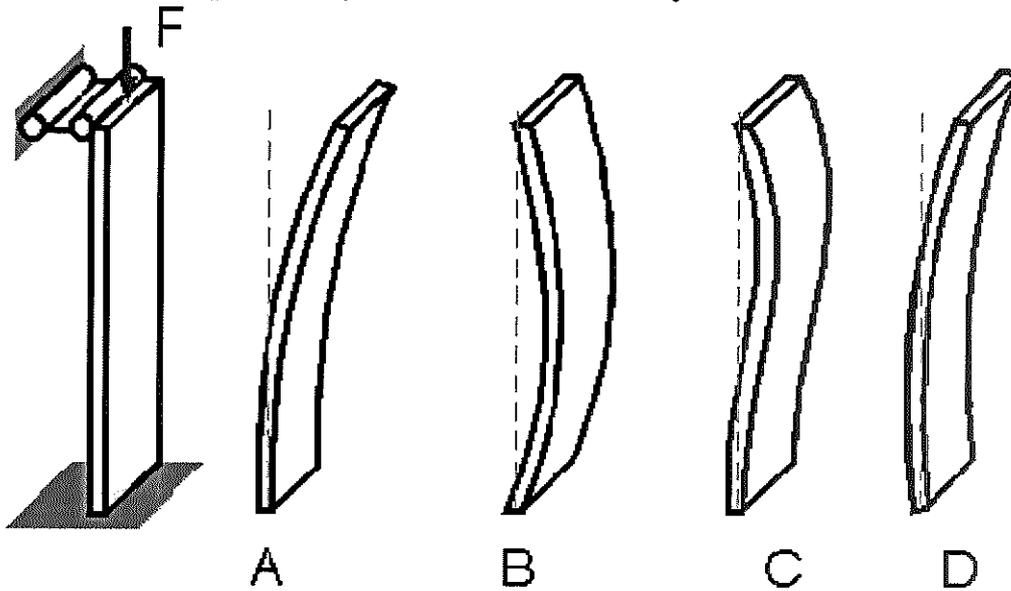
10. Имеется ли напряжение сжатия при изгибе в сечении с максимальным предельным напряжением растяжения?



- 1) Да
- 2) Нет

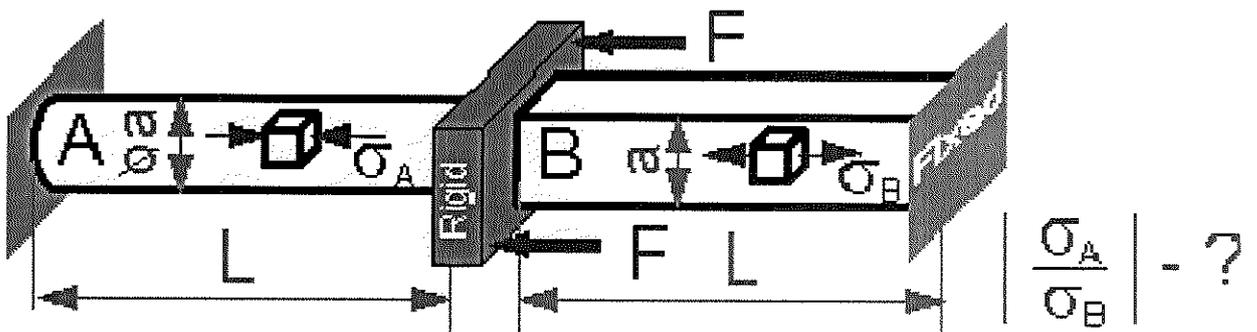
11. Наибольшие растягивающие напряжения (главные напряжения) в точке К равны:

15. Какая форма выпучивания соответствует показанной схеме нагружения?



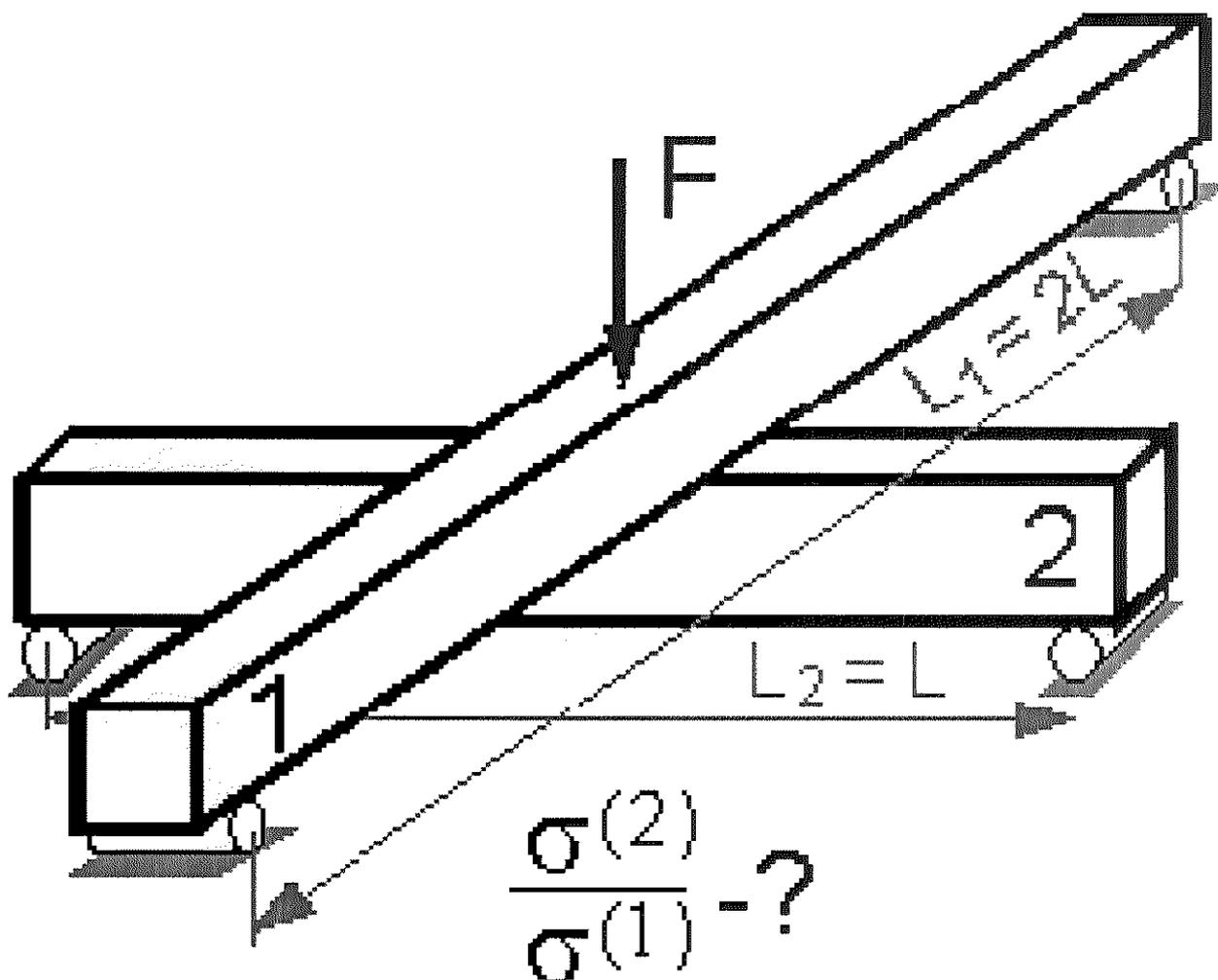
- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) D

16. В какой части конструкции самое высокое абсолютное осевое напряжение?



- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) Одинаково для обеих частей

17. Балки отличаются только длиной. Максимальное напряжение при изгибе в балке 2 выше чем в балке 1. Каково их отношение?



- A. 2     
  B. 4     
  C. 8     
  D. 16

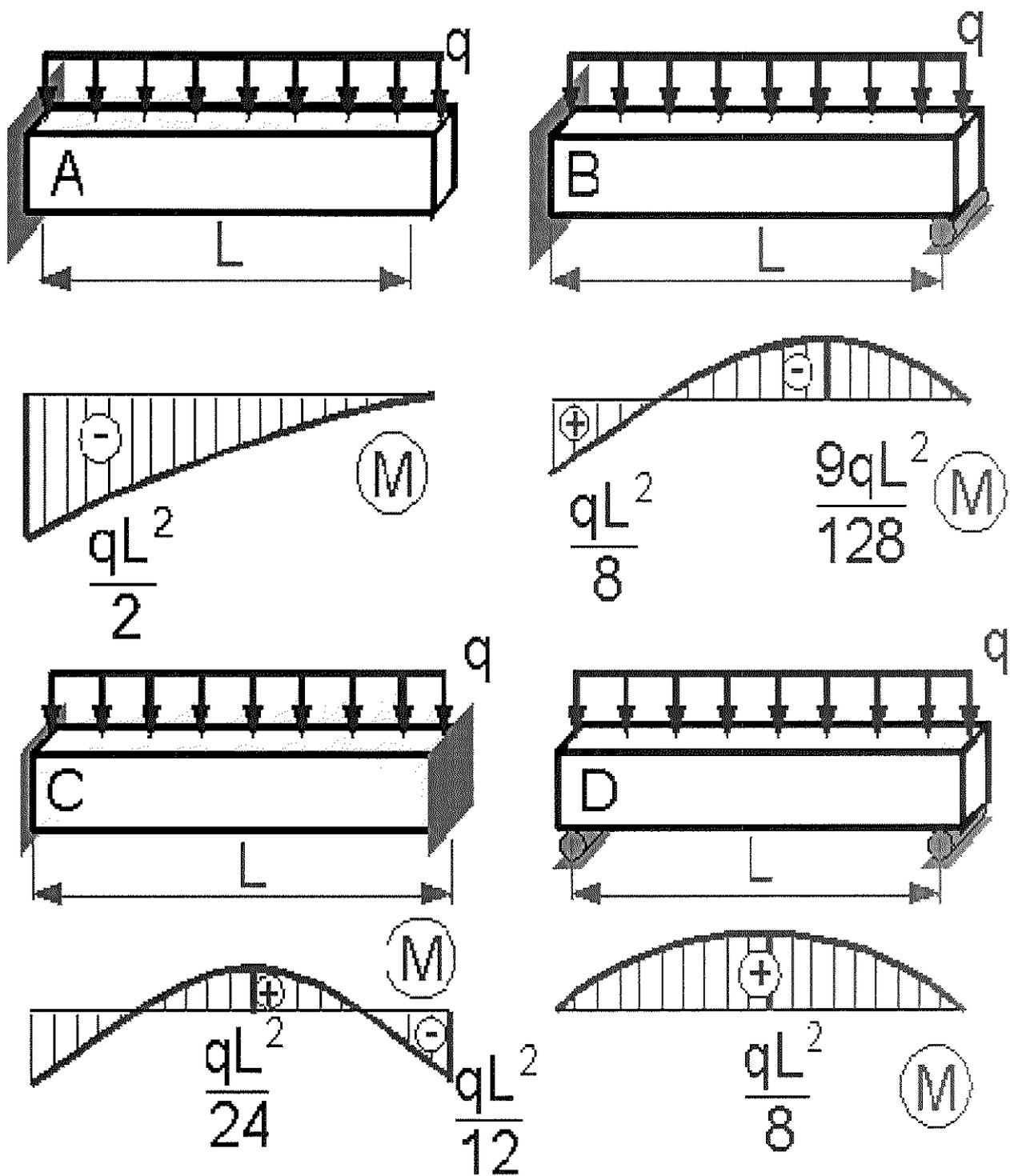
1) 2

2) 4

3) 8

4) 16

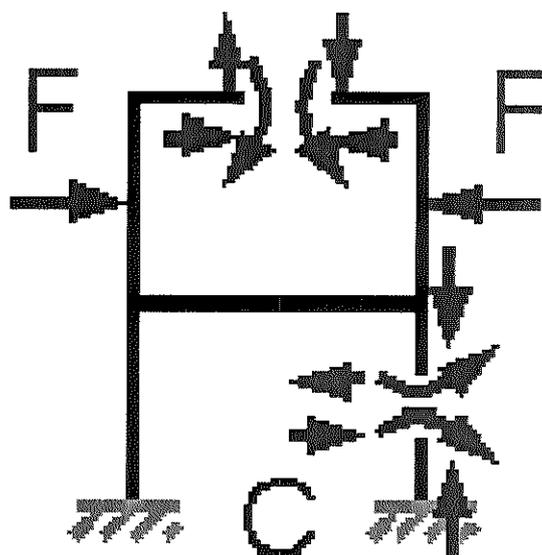
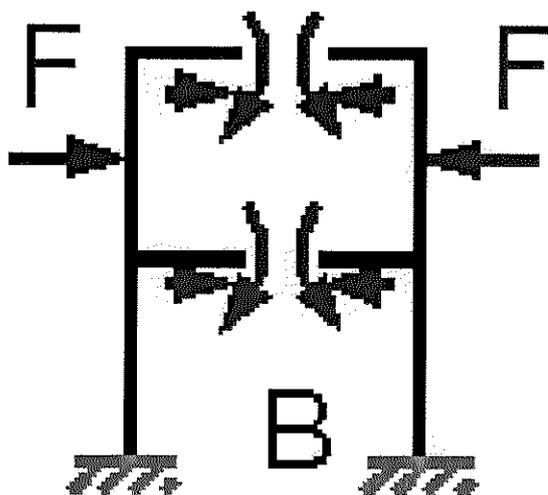
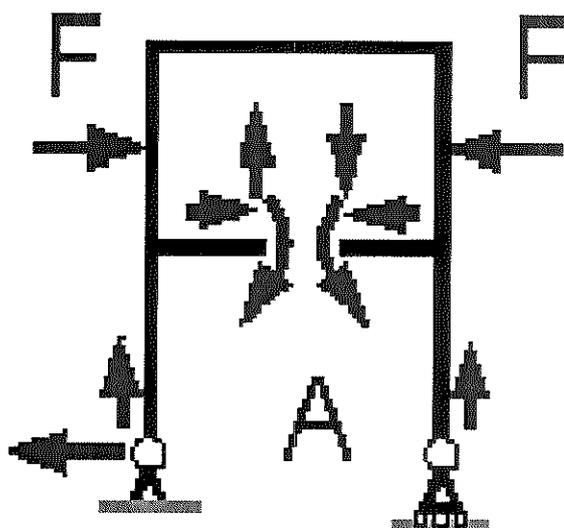
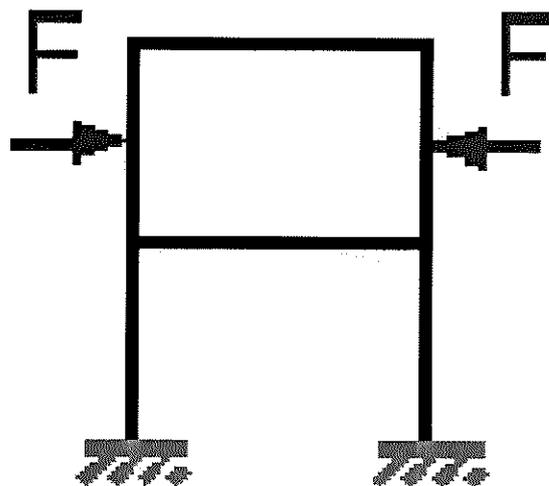
18. Для какой балки прогиб минимален?



- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) D

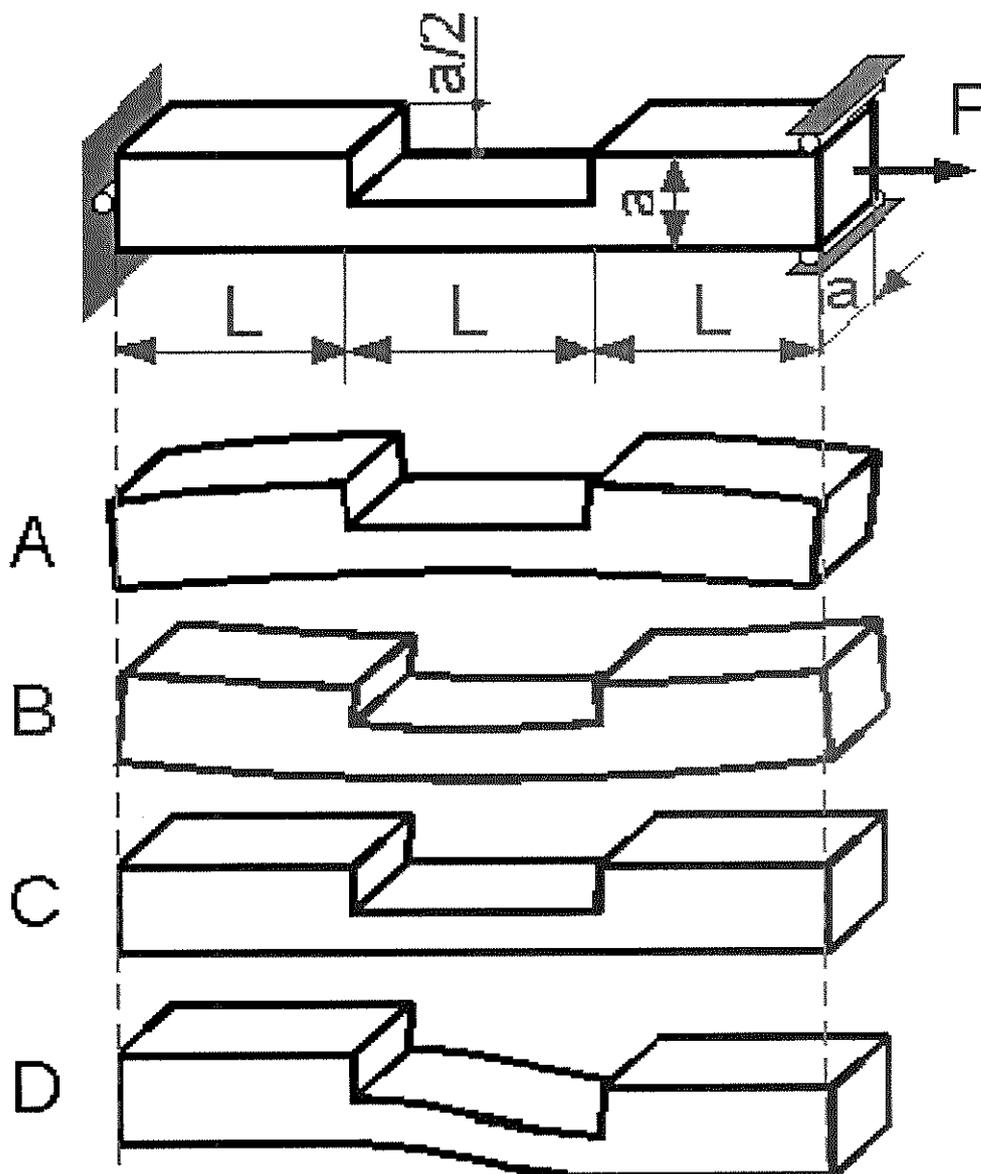
19. Выберите лучшую эквивалентную схему расчета статически

неопределимой системы?



- 1) A
- 2) B
- 3) C

20. Как деформируется балка?



- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) D

### Критерии оценки текущей аттестации (по тестам)

75-100% правильных ответов – оценка «зачтено»

менее 75% – оценка «не зачтено»