ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I»

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Механика и прочность материалов и конструкций»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*дисциплины*

«сопротивление материалов» (Б1.Б.25)

для специальности

23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей»

по специализации

«Мосты»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург

2018

**

**1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным «12» сентября 2016 г., приказ № 1160 по специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей», по дисциплине «Сопротивление материалов».

Целью изучения дисциплины «Сопротивление материалов» является обеспечение базы инженерной подготовки, теоретическая и практическая подготовка в области прикладной механики деформируемого твердого тела, развитие инженерного мышления, приобретение знаний, необходимых для изучения последующих дисциплин.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

* изучение теоретических основ и практических методов расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и машин;
* ознакомление с современными подходами к расчету сложных систем;
* овладение элементами рационального проектирования конструкций.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются: приобретение знаний, умений, навыков.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**ЗНАТЬ:**

* осевое растяжение-сжатие, сдвиг, плоский изгиб, кручение, пространственный и косой изгиб, внецентренное растяжение-сжатие, элементы рационального проектирования простейших систем, расчет статически определимых и статически неопределимых стержневых систем;
* методы проверки несущей способности конструкций;
* свойства строительных материалов и условия их применения;

**УМЕТЬ:**

* выполнять статические и прочностные расчеты транспортных сооружений;
* выполнять статические и динамические расчеты конструкций транспортных сооружений;

**ВЛАДЕТЬ:**

* методами оценки прочности и надежности транспортных сооружений;
* типовыми методами анализа напряженного и деформированного состояния элементов конструкций при простейших видах нагружения.

Приобретенные знания, умения, навыки характеризующие формирование компетенций, осваиваемые в данной дисциплине, позволяют решать профессиональные задачи, приведенные в соответствующем перечне по видам профессиональной деятельности в п. 2.4 общей характеристики основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **общепрофессиональных компетенций (ОПК)**:

* способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел (ОПК-7);
* владение основами расчета и проектирования элементов и устройств различных физических принципов действия (ОПК-13).

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **профессиональных компетенций (ПК)**, соответствующих виду профессиональной деятельности, на который ориентирована программа специалитета:

проектно-изыскательская и проектно-конструкторская деятельность:

* способность выполнять статические и динамические расчёты транспортных сооружений с использованием современного математического обеспечения (ПК-18).

Область профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведена в п. 2.1 общей характеристики ОПОП.

Объекты профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведены в п. 2.2 общей характеристики ОПОП.

**3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Сопротивление материалов» (Б1.Б.25) относится к базовой части и является обязательной дисциплиной обучающегося.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Для очной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестр** |
| **3** | **4** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)В том числе:* лекции (Л)
* практические занятия (ПЗ)
* лабораторные работы (ЛР)
 | 144644832 | 80323216 | 64321616 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 171 | 64 | 107 |
| Контроль | 81 | 36 | 45 |
| Форма контроля знаний | Э | Э | Э |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 396/11 | 180/5 | 216/6 |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Курс** |
| **3** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)В том числе:* лекции (Л)
* практические занятия (ПЗ)
* лабораторные работы (ЛР)
 | 24888 | 24888 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 363 | 363 |
| Контроль | 9 | 9 |
| Форма контроля знаний | Э, КЛР | Э, КЛР |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 396/11 | 396/11 |

**5. Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Содержание раздела** |
| 1 | **Введение. Основные понятия.** | Цель и задачи курса "Сопротивление материалов". Связь с другими дисциплинами, с различными разделами механики. Основная модель твердого деформируемого тела в механике. Основные элементы конструкций (стержень, пластина, оболочка, массив). Внешние силы. Отличие во взгляде на них в сопротивлении материалов и в теоретической механике. Виды закрепления стержня на плоскости и в пространстве. Простейшие стержневые конструкции.  |
| 2 | **Внутренние усилия в поперечных сечениях стержня** | Внутренние силы. Метод сечений. Составляющие внутренние усилия. Правило знаков для них. Эпюры внутренних усилий. Виды основных деформаций стержня. |
| 3 | **Осевое растяжение и сжатие** | *Экспериментальные основы сопротивления материалов.  Основные гипотезы:*Испытание материалов на растяжение и сжатие. Диаграммы растяжения пластичных и хрупких материалов. Понятие о нормальных напряжениях и относительных удлинениях. Диаграммы напряжений. Механические характеристики и характеристики пластичности материалов. Понятие о сдвиге, о касательных напряжениях и относительных угловых деформациях. Закон Гука для материала. Упругие постоянные материала. Гипотеза плоских сечений. Принцип независимости действия сил.*Осевое растяжение – сжатие:* Внутренние усилия при растяжении-сжатии. Нормальные напряжения в сечении стержня. Проверка прочности и подбор сечения. Деформации при растяжении-сжатии. Пределы применимости формулы для напряжений. Понятие о концентрации напряжений. Принцип Сен-Венана. |
| 4 | **Напряженное и деформированное состояние в точке тела.** | Понятие о напряженном состоянии в точке тела. Свойство парности касательных напряжений. Определение полных, нормальных и касательных напряжений по наклонным площадкам. Главные площадки и главные напряжения. Экстремальные касательные напряжения. Обобщенный закон Гука. Относительная объемная деформация. Потенциальная энергия объемной деформации – энергия изменения объема и энергия формоизменения. |
| 5 | **Критерии пластичности и разрушения (гипотезы прочности)** | Теория наибольших нормальных напряжений (первая теория прочности). Теория наибольших удлинений (вторая теория прочности). Теория наибольших касательных напряжений (третья гипотеза прочности). Теория наибольшей удельной потенциальной энергии формоизменения (энергетическая теория прочности). Сравнение теорий (гипотез) прочности. |
| 6 | **Геометрические характеристики поперечных сечений стержня** | *Основные понятия:* Статический момент площади сечения. Определение положения центра тяжести сечения. Осевые, полярный и центробежные моменты инерции. Моменты инерции простейших фигур. Зависимость между моментами инерции при параллельном переносе осей. Зависимость между моментами инерции при повороте осей. Главные оси инерции и главные моменты инерции. Вычисление моментов инерции сложных фигур. Моменты сопротивления сечения. |
| 7 | **Изгиб. Нормальные напряжения в поперечных сечениях стержня. Касательные напряжения и расчеты на прочность. Перемещения при изгибе.** | Условия возникновения плоского поперечного изгиба. Внутренние усилия. Дифференциальные зависимости между внутренними усилиями и распределенной нагрузкой. Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Проверка прочности по нормальным напряжениям. Рациональные формы сечений. Касательные напряжения при поперечном изгибе (формула Журавского). Распределение касательных напряжений по высоте поперечного сечения для различных форм сечения. Максимальные касательные напряжения. Понятие о центре изгиба. Рациональные формы сечения при изгибе.Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование. Определение постоянных интегрирования и их физический смысл. Метод начальных параметров для балки с непрерывной распределенной нагрузкой. Обобщенное уравнение изогнутой оси балки по методу начальных параметров при действии любой прерывной нагрузки.  |
| 8 | **Сдвиг и кручение** | *Чистый сдвиг*. Напряжения и деформации при чистом сдвиге. Закон Гука при чистом сдвиге. Проверка прочности и допускаемые напряжения при чистом сдвиге. *Кручение стержней с круглым поперечным сечением.* Вал. Крутящий момент. Вычисление крутящих моментов и построение эпюр. Напряжения и деформации при кручении стержней круглого и кольцевого сечений. Расчет вала на прочность и жесткость. Анализ напряженного состояния при кручении.  |
| 9 | **Общий случай действия сил на стержень (Сложное сопротивление)** | Общий случай сложного сопротивления. Косой изгиб: определение напряжений, перемещений и положения нейтральной линии. Изгиб с растяжением (сжатием). Внецентренное растяжение (сжатие): определение напряжений, положение нейтральной линии, ядро сечения. Кручение с изгибом. |
| 10 | **Энергетические теоремы и принципы в сопротивлении материалов** | Обобщенные силы и обобщенные перемещения. Теорема Клапейрона. Потенциальная энергия упругой деформации прямоосного призматического стержня для случая произвольного действия сил. Теорема Кастильяно. Метод Максвелла – Мора. Графоаналитический прием вычисления интеграла Мора (прием Верещагина). Формулы трапеций и Симпсона. |
| 11 | **Основы расчета простейших статически неопределимых систем** | Статически неопределимые системы. Метод сил раскрытия статической неопределимости. Алгоритм метода сил. Статически неопределимые балки. Связи необходимые и лишние, степень статической неопределимости. Основная система метода сил, каноническое уравнение. Определение перемещений. Статически неопределимые шарнирно-стержневые системы. |
| 12 | **Устойчивость сжатых стержней** | Понятие об устойчивом и неустойчивом упругом равновесии. Формула Эйлера для определения критической силы для различных случаев закрепления стержня. Предел применимости формулы Эйлера. Кривая критических напряжений. Устойчивость стержня за пределом упругости. Практический расчет сжатых стержней на устойчивость. |
| 13 | **Динамическое действие нагрузок** | Осевой удар. Коэффициент динамичности. Возможные модификации формулы для коэффициента динамичности и его практическое использование в расчетах. Ударные воздействия при плоском поперечном изгибе и кручении. Колебания и напряжения в деформируемых системах. |
| 14 | **Прочность материалов при циклически изменяющихся напряжениях** | Явление усталости материала. Возникновение и развитие усталостных повреждений металла. Понятие о характеристике цикла. Экспериментальное определение характеристик сопротивления усталости (предел выносливости при симметричном цикле). Факторы, влияющие на величину предела выносливости и меры борьбы с усталостными изломами. |
| 15 | **Расчет по предельным нагрузкам стержневых систем.** | Понятие о расчете стержневых систем по предельной нагрузке. Отличие этого метода расчета от расчета по допускаемым напряжениям. Расчет статически определимых стержневых систем по предельной нагрузке. Учет упруго-пластической стадии работы. Расчет статически неопределимых стержневых систем по предельной нагрузке. |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| 1 | Введение. Основные понятия. | 3 |   |   |   |
| 2 | Внутренние усилия в поперечных сечениях стержня | 1 |   |   |   |
| 3 | Осевое растяжение и сжатие | 8 | 8 | 8 | 16 |
| 4 | Напряженное и деформированное состояние в точке тела. | 6 |   | 4 | 8 |
| 5 | Критерии пластичности и разрушения (гипотезы прочности) | 2 |   |   |   |
| 6 | Геометрические характеристики поперечных сечений стержня | 2 | 4 |   | 8 |
| 7 | Изгиб. Нормальные напряжения в поперечных сечениях стержня. Касательные напряжения и расчеты на прочность. Перемещения при изгибе. | 8 | 14 | 2 | 16 |
| 8 | Сдвиг и кручение | 2 | 6 | 2 | 16 |
| 9 | Общий случай действия сил на стержень (Сложное сопротивление) |  6 | 5  | 6 | 34 |
| 10 | Энергетические теоремы и принципы в сопротивлении материалов | 6 | 3 |  | 20 |
| 11 | Основы расчета простейших статически неопределимых систем | 6 | 4 | 6 | 33 |
| 12 | Устойчивость сжатых стержней | 6 | 4 | 4 | 20 |
| 13 | Динамическое действие нагрузок | 4 |  |  |  |
| 14 | Прочность материалов при циклически изменяющихся напряжениях | 2 |  |  |  |
| 15 | Расчет по предельным нагрузкам стержневых систем. | 2 |  |  |  |
| **Итого** | 64 | 48 | 32 | 171 |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| 1 | Введение. Основные понятия. | 0,5 |  |  |  |
| 2 | Внутренние усилия в поперечных сечениях стержня | 0,5 |  |   |  |
| 3 | Осевое растяжение и сжатие | 0,5 | 1 | 2 | 62 |
| 4 | Напряженное и деформированное состояние в точке тела. | 0,5 |  |  |  |
| 5 | Критерии пластичности и разрушения (гипотезы прочности) | 0,5 |  |  |  |
| 6 | Геометрические характеристики поперечных сечений стержня | 0,5 |  |  |  |
| 7 | Изгиб. Нормальные напряжения в поперечных сечениях стержня. Касательные напряжения и расчеты на прочность. Перемещения при изгибе. | 1 | 2 | 2 | 79 |
| 8 | Сдвиг и кручение |  | 1 |  | 40 |
| 9 | Общий случай действия сил на стержень (Сложное сопротивление) | 1 | 1 | 2 | 55 |
| 10 | Энергетические теоремы и принципы в сопротивлении материалов | 0,5 |  |  |  |
| 11 | Основы расчета простейших статически неопределимых систем | 0,5 | 1,5 |  | 78 |
| 12 | Устойчивость сжатых стержней | 1 | 1 | 2 | 45 |
| 13 | Динамическое действие нагрузок | 0,5 |   |  |  |
| 14 | Прочность материалов при циклически изменяющихся напряжениях |  | 0,5 |   | 4  |
| 15 | Расчет по предельным нагрузкам стержневых систем. | 0,5 |   |   |   |
| **Итого** | 8 | 8 | 8 | 363 |

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№****п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| 1 | **Введение. Основные понятия.** | 1. Сопротивление материалов [Текст]: учебник для студентов вузов/ А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под ред. А.В. Александрова. - 8-е изд., испр. - Москва: Студент, 2012. - 560 с. :ил.
 |
| 2 | **Внутренние усилия в поперечных сечениях стержня** |
| 3 | **Осевое растяжение и сжатие** | 1. Сопротивление материалов [Текст]: учебник для студентов вузов/ А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под ред. А.В. Александрова. - 8-е изд., испр.- Москва: Студент, 2012. - 560 с.: ил
2. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учеб. / П.А. Степин. - 10-е изд., стер. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2010. - 320 с. : ил. - (Учебники для вузов.Специальная литература).
3. Сопротивление материалов : основы теории, примеры, задачи: учеб.пособие / С. В. Елизаров [и др.] ; ред. : С. В. Елизаров. - СПб. : ПГУПС, 2006. - 399 . с., [1] л.
4. Сопротивление материалов [Текст] : учеб.-исследоват. лаб. работы / С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин, А.В. Бенин ; ред. : С.В. Елизаров. - СПб. : ПГУПС, 2009. - 202 с. : ил.
5. Сопротивление материалов : лаб. работы, выполняемые на учеб.стендах СМ-1, СМ-2, МИ-40У / С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин, А.В. Бенин. - СПб. : ПГУПС, 2008. - 126 с. : ил.
6. Сопротивление материалов [Текст]: учебное пособие / А.С. Кухарева, Н.И. Невзоров, Э.Д. Трощенков ; ПГУПС. - Санкт-Петербург: ПГУПС, 2012 - . - ISBN 978-5-7641-0267-2. Ч. 2 : Примеры решения задач. - 2013. - 44 с. : рис.
7. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: пособие к решению задач / И.Н. Миролюбов [и др.]. - СПб. : Лань, 2009. - 512 с. : рис. - ISBN 978-5-8114-0555-8 (в пер.)
8. Сопротивление материалов: базовый курс лекций. С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин. – СПб.: ПГУПС, 2007, -254 с.
9. Сопротивление материалов в примерах и задачах: учеб. пособие/ С.В. Елизаров, Н.И. Невзоров, Ю.П. Каптелин, Я.К. Кульгавий, Е.Г. Шулайкина. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017. – 465 с.
 |
| 4 | **Напряженное и деформированное состояние в точке тела.** | 1. Сопротивление материалов [Текст]: учебник для студентов вузов/ А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под ред. А.В. Александрова. - 8-е изд., испр. - Москва: Студент, 2012. - 560 с.: ил.
2. Теория упругости [Текст]: задачи и примеры: учеб.пособие / А.В. Бенин [и др.]. - СПб. : ПГУПС, 2010. - 67 с. : ил. - Библиогр.: с. 66.
 |
| 5 | **Критерии пластичности и разрушения (гипотезы прочности)** | 1. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учеб. / П.А. Степин. - 10-е изд., стер. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2010. - 320 с. : ил. - (Учебники для вузов.Специальная литература).
2. Сопротивление материалов [Текст]: учебник для студентов вузов/ А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под ред. А.В. Александрова. - 8-е изд., испр. - Москва: Студент, 2012. - 560 с. : ил
3. Сопротивление материалов: базовый курс лекций. С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин. – СПб.: ПГУПС, 2007, -254 с.
 |
| 6 | **Геометрические характеристики поперечных сечений стержня** | 1. Сопротивление материалов [Текст]: учебник для студентов вузов/ А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под ред. А.В. Александрова. - 8-е изд., испр. - Москва: Студент, 2012. - 560 с.
2. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учеб. / П.А. Степин. - 10-е изд., стер. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2010. - 320 с. : ил. - (Учебники для вузов.Специальная литература).
3. Сопротивление материалов : основы теории, примеры, задачи: учеб.пособие / С. В. Елизаров [и др.] ; ред. : С. В. Елизаров. - СПб. : ПГУПС, 2006. - 399 . с., [1] л.
4. Сопротивление материалов [Текст] : учеб.-исследоват. лаб. работы / С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин, А.В. Бенин ; ред. : С.В. Елизаров. - СПб. : ПГУПС, 2009. - 202 с.
5. Сопротивление материалов : лаб. работы, выполняемые на учеб.стендах СМ-1, СМ-2, МИ-40У / С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин, А.В. Бенин. - СПб. : ПГУПС, 2008. - 126 с. : ил.
6. Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие / А.С. Кухарева, Н.И. Невзоров, Э.Д. Трощенков; ПГУПС. - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2012 - .Ч .1 : Варианты заданий. - 2012. - 47 с. : ил. - Библиогр.: с. 38.
7. Сопротивление материалов [Текст]: учебное пособие / А.С. Кухарева, Н.И. Невзоров, Э.Д. Трощенков ; ПГУПС. - Санкт-Петербург: ПГУПС, 2012 - . - ISBN 978-5-7641-0267-2. Ч. 2 : Примеры решения задач. - 2013. - 44 с. : рис. - ISBN 978-5-7641-0540-6
8. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: пособие к решению задач / И.Н. Миролюбов [и др.]. - СПб. : Лань, 2009. - 512 с. : рис. - ISBN 978-5-8114-0555-8 (в пер.)
9. Сопротивление материалов: базовый курс лекций. С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин. – СПб.: ПГУПС, 2007, -254 с.
10. Сопротивление материалов в примерах и задачах: учеб. пособие/ С.В. Елизаров, Н.И. Невзоров, Ю.П. Каптелин, Я.К. Кульгавий, Е.Г. Шулайкина. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017. – 465 с.
 |
| 7 | **Изгиб. Нормальные напряжения в поперечных сечениях стержня. Касательные напряжения и расчеты на прочность. Перемещения при изгибе.** |
| 8 | **Сдвиг и кручение** |
| 9 | **Общий случай действия сил на стержень (Сложное сопротивление)** | 1. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учеб. / П.А. Степин. - 10-е изд., стер. - СПб.; М. ; Краснодар : Лань, 2010. - 320 с. : ил. - (Учебники для вузов.Специальная литература).
2. Сопротивление материалов : основы теории, примеры, задачи: учеб.пособие / С. В. Елизаров [и др.] ; ред. : С. В. Елизаров. - СПб. : ПГУПС, 2006. - 399 . с.
3. Сопротивление материалов [Текст] : учеб.-исследоват. лаб. работы / С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин, А.В. Бенин ; ред. : С.В. Елизаров. - СПб. : ПГУПС, 2009. - 202 с.
4. Сопротивление материалов : лаб. работы, выполняемые на учеб.стендах СМ-1, СМ-2, МИ-40У / С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин, А.В. Бенин. - СПб. : ПГУПС, 2008. - 126 с. : ил.
5. Сопротивление материалов: базовый курс лекций. С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин. – СПб.: ПГУПС, 2007, -254 с.
6. Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие / А.С. Кухарева, Н.И. Невзоров, Э.Д. Трощенков. - Санкт-Петербург: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2012 - . - ISBN 978-5-7641-0267-2, Ч. 3 : Примеры решения задач. - 2014. - 50 с. : рис. - Библиогр.: с. 46. - ISBN 978-5-7641-0661-8
7. Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие / А.С. Кухарева, Н.И. Невзоров, Э.Д. Трощенков; ПГУПС. - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2012 - .Ч .1 : Варианты заданий. - 2012. - 47 с. : ил. - Библиогр.: с. 38. - ISBN 978-5-7641-0330-3
 |
| 10 | **Энергетические теоремы и принципы в сопротивлении материалов** | 1. Сопротивление материалов: базовый курс лекций. С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин. – СПб.: ПГУПС, 2007, -254 с.
2. Сопротивление материалов [Текст]: учебное пособие / А.С. Кухарева, Н.И. Невзоров, Э.Д. Трощенков; ПГУПС. - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2012 - .Ч .1 : Варианты заданий. - 2012. - 47 с. : ил. - Библиогр.: с. 38.
3. Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие / А. С. Кухарева, Н. И. Невзоров, Э. Д. Трощенков. - Санкт-Петербург : ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2012 - . - ISBN 978-5-7641-0267-2, Ч. 3 : Примеры решения задач. - 2014. - 50 с. : рис. - Библиогр.: с. 46. - ISBN 978-5-7641-0661-8
4. Сопротивление материалов : основы теории, примеры, задачи: учеб.пособие / С. В. Елизаров [и др.] ; ред. : С. В. Елизаров. - СПб. : ПГУПС, 2006. - 399 . с., [1] л.
5. Сопротивление материалов в примерах и задачах: учеб. пособие/ С.В. Елизаров, Н.И. Невзоров, Ю.П. Каптелин, Я.К. Кульгавий, Е.Г. Шулайкина. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017. – 465 с.
 |
| 11 | **Основы расчета простейших статически неопределимых систем** | 1. Сопротивление материалов [Текст]: учебник для студентов вузов/ А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под ред. А.В. Александрова. - 8-е изд., испр. - Москва: Студент, 2012. - 560 с.
2. Сопротивление материалов : основы теории, примеры, задачи: учеб.пособие / С. В. Елизаров [и др.] ; ред. : С. В. Елизаров. - СПб. : ПГУПС, 2006. - 399 . с.
3. Сопротивление материалов [Текст] : учеб.-исследоват. лаб. работы / С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин, А.В. Бенин ; ред. : С.В. Елизаров. - СПб. : ПГУПС, 2009. - 202 с.
4. Сопротивление материалов : лаб. работы, выполняемые на учеб.стендах СМ-1, СМ-2, МИ-40У / С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин, А.В. Бенин. - СПб. : ПГУПС, 2008. - 126 с. : ил.
5. Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие / А.С. Кухарева, Н.И. Невзоров, Э.Д. Трощенков; ПГУПС. - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2012 - .Ч .1 : Варианты заданий. - 2012. - 47 с. : ил. - Библиогр.: с. 38. - ISBN 978-5-7641-0330-3
6. Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие / А.С. Кухарева, Н.И. Невзоров, Э.Д. Трощенков. - Санкт-Петербург: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2012 - . - ISBN 978-5-7641-0267-2, Ч. 3 : Примеры решения задач. - 2014. - 50 с. : рис. - Библиогр.: с. 46. - ISBN 978-5-7641-0661-8
7. Сопротивление материалов: базовый курс лекций. С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин. – СПб.: ПГУПС, 2007, -254 с.
8. Сопротивление материалов в примерах и задачах: учеб. пособие/ С.В. Елизаров, Н.И. Невзоров, Ю.П. Каптелин, Я.К. Кульгавий, Е.Г. Шулайкина. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017. – 465 с.
 |
| 12 | **Устойчивость сжатых стержней** | 1. Сопротивление материалов [Текст]: учебник для студентов вузов/ А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под ред. А.В. Александрова. - 8-е изд., испр. - Москва: Студент, 2012. - 560 с.
2. Сопротивление материалов : основы теории, примеры, задачи: учеб.пособие / С. В. Елизаров [и др.] ; ред. : С. В. Елизаров. - СПб. : ПГУПС, 2006. - 399 . с.
3. Сопротивление материалов [Текст] : учеб.-исследоват. лаб. работы / С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин, А.В. Бенин ; ред. : С.В. Елизаров. - СПб. : ПГУПС, 2009. - 202 с. : ил. - ISBN 978-5-7641-0210-8
4. Сопротивление материалов : лаб. работы, выполняемые на учеб.стендах СМ-1, СМ-2, МИ-40У / С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин, А.В. Бенин. - СПб. : ПГУПС, 2008. - 126 с. : ил.
5. Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие / А.С. Кухарева, Н.И. Невзоров, Э.Д. Трощенков; ПГУПС. - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2012 - .Ч .1 : Варианты заданий. - 2012. - 47 с. : ил. - Библиогр.: с. 38.
6. Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие / А.С. Кухарева, Н.И. Невзоров, Э.Д. Трощенков. - Санкт-Петербург: ФГБОУ ВПО ПГУПС, , Ч. 3 : Примеры решения задач. - 2014. - 50 с. : рис. - Библиогр.: с. 46.

7. Сопротивление материалов: базовый курс лекций. С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин. – СПб.: ПГУПС, 2007, -254 с. |
| 13 | **Динамическое действие нагрузок** |
| 14 | **Прочность материалов при циклически изменяющихся напряжениях** | 1. Сопротивление материалов [Текст]: учебник для студентов вузов/ А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под ред. А.В. Александрова. - 8-е изд., испр. - Москва: Студент, 2012. - 560 с. :
 |
| 15 | **Расчет по предельным нагрузкам стержневых систем.** | 1. Расчет стержневых систем по предельным нагрузкам : учеб.пособие / А.В. Бенин, В.З. Васильев, Н.И. Невзоров, О.В. Козьминская, И.И. Рыбина. – СПб. : ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2014. – 32 с. ISBN 978-5-7641-0622-9
 |

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине «Сопротивление материалов» является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, нормативно-правовой документации и других изданий, необходимых для освоения дисциплины**

8.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Сопротивление материалов [Текст]: учебник для студентов вузов/ А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под ред. А.В. Александрова. - 8-е изд., испр. - Москва: Студент, 2012. - 560 с. : ил. - ISBN978-5-4363-0030-6
2. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учеб. / П.А. Степин. - 10-е изд., стер. - СПб.; М. ; Краснодар : Лань, 2010. - 320 с. : ил. - (Учебники для вузов.Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1038-5

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: пособие к решению задач / И.Н. Миролюбов [и др.]. - СПб. : Лань, 2009. - 512 с. : рис. - ISBN 978-5-8114-0555-8 (в пер.);
2. Сопротивление материалов : основы теории, примеры, задачи: учеб.пособие / С. В. Елизаров [и др.] ; ред. : С. В. Елизаров. - СПб. : ПГУПС, 2006. - 399 . с., [1] л. - ISBN 5-7641-0148-4
3. Сопротивление материалов в примерах и задачах: учеб. пособие/ С.В. Елизаров, Н.И. Невзоров, Ю.П. Каптелин, Я.К. Кульгавий, Е.Г. Шулайкина. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017. – 465 с. - ISBN 978-5-7641-1017-2.
4. Теория упругости [Текст]: задачи и примеры: учеб.пособие / А.В. Бенин [и др.]. - СПб. : ПГУПС, 2010. - 67 с. : ил. - Библиогр.: с. 66.
5. Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие / А.С. Кухарева, Н.И. Невзоров, Э.Д. Трощенков; ПГУПС. - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2012 - .Ч .1 : Варианты заданий. - 2012. - 47 с. : ил. - Библиогр.: с. 38. - ISBN 978-5-7641-0330-3
6. Сопротивление материалов [Текст]: учебное пособие / А.С. Кухарева, Н.И. Невзоров, Э.Д. Трощенков ; ПГУПС. - Санкт-Петербург: ПГУПС, 2012 - . - ISBN 978-5-7641-0267-2. Ч. 2 : Примеры решения задач. - 2013. - 44 с. : рис. - ISBN 978-5-7641-0540-6
7. Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие / А.С. Кухарева, Н.И. Невзоров, Э.Д. Трощенков. - Санкт-Петербург: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2012 - . - ISBN 978-5-7641-0267-2, Ч. 3 : Примеры решения задач. - 2014. - 50 с. : рис. - Библиогр.: с. 46. - ISBN 978-5-7641-0661-8.
8. Расчет стержневых систем по предельным нагрузкам : учеб.пособие / А.В. Бенин, В.З. Васильев, Н.И. Невзоров, О.В. Козьминская, И.И. Рыбина. – СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2014. – 32 с. ISBN 978-5-7641-0622-9.

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

При освоении данной дисциплины нормативно-правовая документация не используется.

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

1. Сопротивление материалов [Текст] : учеб.-исследоват. лаб. работы / С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин, А.В. Бенин ; ред. : С.В. Елизаров. - СПб. : ПГУПС, 2009. - 202 с. : ил. - ISBN 978-5-7641-0210-8
2. Сопротивление материалов : лаб. работы, выполняемые на учеб.стендах СМ-1, СМ-2, МИ-40У / С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин, А.В. Бенин. - СПб. : ПГУПС, 2008. - 126 с. : ил.
3. Сопротивление материалов: базовый курс лекций. С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин. – СПб.: ПГУПС, 2007, -254 с.

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система ibook.ru[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ibooks.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

3. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

4. Электронно-библиотечная система. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/> свободный. – Загл. с экрана.

**10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины с помощью учебно-методического обеспечения, приведенного в разделах 6, 8 и 9 рабочей программы.
2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, предусмотренные текущим контролем (см. фонд оценочных средств по дисциплине).
3. По итогам текущего контроля по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

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

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Сопротивление материалов» используются следующие информационные технологии:

* технические средства (персональные компьютеры, проектор);
* методы обучения с использованием информационных технологий (демонстрация мультимедийных материалов);
* электронная информационно-образовательная среда Петербургского государственного университета путей сообщения Императора АлександраI [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru>.
* программное обеспечение (подлежит ежегодному обновлению):

операционная система Windows;

MS Office

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

* учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации,
* помещения для самостоятельной работы;
* помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектовываются специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. В случае отсутствия в помещении стационарных средств предлагаются переносные комплекты оборудования для представления информации большой

