

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Кафедра прикладной механики
(ПрМ_МТФ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

**Кафедра прикладной механики
(ПрМ_МТФ)**

наименование кафедры

Митяев А.Е.

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 Соппротивление материалов

Направление подготовки / 15.03.06 Мехатроника и робототехника
специальность

Направленность
(профиль)

Форма обучения очная

Год набора 2018

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

150000 «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

по направлению 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Программу
составили

Старший преподаватель, Трошин С.И.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Значительная роль в формировании компетенций при подготовке специалистов отводится дисциплинам инженерного цикла и, в частности, дисциплине «Соппротивление материалов».

Знания сопротивления материалов являются актуальными при проектировании и эксплуатации элементов конструкций.

Соппротивление материалов – учебная дисциплина, изучающая основы инженерных методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость. Основными целями преподавания дисциплины является обеспечение базовой подготовки, включающей:

- фундаментальную подготовку в области расчетов элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;
- приобретение навыков расчетной и экспериментальной работы с применением классических и современных методов расчета конструкций и механических испытаний;
- получение опыта самостоятельной работы над актуальными научно-техническими задачами в области прикладной механики.

Программой курса предусматривается изучение характеристик механических свойств конструкционных материалов, процессов деформирования и разрушения, методов анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций и условий накопления предельного состояния материалов и конструкций, методов расчета и анализа конструкционной прочности элементов конструкций.

Соппротивление материалов является составной частью механики деформируемого твердого тела, опирается на общие законы механики, математический аппарат, физические закономерности, материаловедение и служит основой для таких дисциплин, как «Детали машин и основы конструирования», а также специальных дисциплин.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами дисциплины «Соппротивление материалов» являются освоение теории и практических методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и машин, необходимых как при изучении дальнейших дисциплин, так и в практической деятельности механиков, ознакомление с современными подходами к расчету сложных систем, элементами рационального проектирования конструкций.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| | |
|--|--|
| ОПК-1:способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики | |
| Уровень 1 | - расчеты на прочность и жесткость стержней и стержневых систем при растяжении-сжатии, кручении, изгибе при статическом приложении нагрузок; - методы определять деформации и напряжения в стержневых системах при температурных воздействиях |
| Уровень 1 | рассчитывать на прочность, жесткость и устойчивость элементы систем при основных видах нагружения |
| Уровень 1 | навыками использования современной вычислительной техники и определения оптимальных параметров системы при изменении одного или нескольких параметров |
| ОПК-2:владением физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем | |
| Уровень 1 | - расчеты на прочность и жесткость стержней и стержневых систем при растяжении-сжатии, кручении, изгибе при статическом приложении нагрузок; - методы определять деформации и напряжения в стержневых системах при температурных воздействиях |
| Уровень 1 | рассчитывать на прочность, жесткость и устойчивость элементы систем при основных видах нагружения |
| Уровень 1 | навыками использования современной вычислительной техники и определения оптимальных параметров системы при изменении одного или нескольких параметров |
| ОПК-3:владением современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности | |
| Уровень 1 | - расчеты на прочность и жесткость стержней и стержневых систем при растяжении-сжатии, кручении, изгибе при статическом приложении нагрузок; - методы определять деформации и напряжения в стержневых системах при температурных воздействиях |
| Уровень 1 | рассчитывать на прочность, жесткость и устойчивость элементы систем при основных видах нагружения |
| Уровень 1 | навыками использования современной вычислительной техники и определения оптимальных параметров системы при изменении одного или нескольких параметров |
| ОПК-4:готовностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности | |

| | |
|---|--|
| Уровень 1 | - расчеты на прочность и жесткость стержней и стержневых систем при растяжении-сжатии, кручении, изгибе при статическом приложении нагрузок; - методы определять деформации и напряжения в стержневых системах при температурных воздействиях |
| Уровень 1 | рассчитывать на прочность, жесткость и устойчивость элементы систем при основных видах нагружения |
| Уровень 1 | навыками использования современной вычислительной техники и определения оптимальных параметров системы при изменении одного или нескольких параметров |
| ПК-1: способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники | |
| Уровень 1 | - расчеты на прочность и жесткость стержней и стержневых систем при растяжении-сжатии, кручении, изгибе при статическом приложении нагрузок; - методы определять деформации и напряжения в стержневых системах при температурных воздействиях |
| Уровень 1 | рассчитывать на прочность, жесткость и устойчивость элементы систем при основных видах нагружения |
| Уровень 1 | навыками использования современной вычислительной техники и определения оптимальных параметров системы при изменении одного или нескольких параметров |
| ПК-3: способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий | |
| Уровень 1 | - расчеты на прочность и жесткость стержней и стержневых систем при растяжении-сжатии, кручении, изгибе при статическом приложении нагрузок; - методы определять деформации и напряжения в стержневых системах при температурных воздействиях |
| Уровень 1 | рассчитывать на прочность, жесткость и устойчивость элементы систем при основных видах нагружения |
| Уровень 1 | навыками использования современной вычислительной техники и определения оптимальных параметров системы при изменении одного или нескольких параметров |
| ПК-5: способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств | |
| Уровень 1 | - расчеты на прочность и жесткость стержней и стержневых систем при растяжении-сжатии, кручении, изгибе при статическом приложении нагрузок; - методы определять деформации и напряжения в стержневых системах при температурных воздействиях |
| Уровень 1 | рассчитывать на прочность, жесткость и устойчивость элементы |

| | |
|--|--|
| | систем при основных видах нагружения |
| Уровень 1 | навыками использования современной вычислительной техники и определения оптимальных параметров системы при изменении одного или нескольких параметров |
| ПК-6: способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем | |
| Уровень 1 | - расчеты на прочность и жесткость стержней и стержневых систем при растяжении-сжатии, кручении, изгибе при статическом приложении нагрузок; - методы определять деформации и напряжения в стержневых системах при температурных воздействиях |
| Уровень 1 | рассчитывать на прочность, жесткость и устойчивость элементы систем при основных видах нагружения |
| Уровень 1 | навыками использования современной вычислительной техники и определения оптимальных параметров системы при изменении одного или нескольких параметров |
| ПК-9: способностью участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем | |
| Уровень 1 | - расчеты на прочность и жесткость стержней и стержневых систем при растяжении-сжатии, кручении, изгибе при статическом приложении нагрузок; - методы определять деформации и напряжения в стержневых системах при температурных воздействиях |
| Уровень 1 | рассчитывать на прочность, жесткость и устойчивость элементы систем при основных видах нагружения |
| Уровень 1 | навыками использования современной вычислительной техники и определения оптимальных параметров системы при изменении одного или нескольких параметров |
| ПК-11: способностью производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием | |
| Уровень 1 | - расчеты на прочность и жесткость стержней и стержневых систем при растяжении-сжатии, кручении, изгибе при статическом приложении нагрузок; - методы определять деформации и напряжения в стержневых системах при температурных воздействиях |
| Уровень 1 | рассчитывать на прочность, жесткость и устойчивость элементы систем при основных видах нагружения |
| Уровень 1 | навыками использования современной вычислительной техники и определения оптимальных параметров системы при изменении одного или нескольких параметров |
| ПК-13: готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний | |

| | |
|-----------|--|
| Уровень 1 | - расчеты на прочность и жесткость стержней и стержневых систем при растяжении-сжатии, кручении, изгибе при статическом приложении нагрузок; - методы определять деформации и напряжения в стержневых системах при температурных воздействиях |
| Уровень 1 | рассчитывать на прочность, жесткость и устойчивость элементы систем при основных видах нагружения |
| Уровень 1 | навыками использования современной вычислительной техники и определения оптимальных параметров системы при изменении одного или нескольких параметров |

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Инженерная и компьютерная графика

Физика

Математика

Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование

Теоретическая механика

Моделирование роботов и робототехнических систем

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы | Всего, зачетных единиц (акад.час) | Семестр |
|--|--|---------------|
| | | 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 2 (72) | 2 (72) |
| Контактная работа с преподавателем: | 1 (36) | 1 (36) |
| занятия лекционного типа | 0,5 (18) | 0,5 (18) |
| занятия семинарского типа | | |
| в том числе: семинары | | |
| практические занятия | | |
| практикумы | | |
| лабораторные работы | 0,5 (18) | 0,5 (18) |
| другие виды контактной работы | | |
| в том числе: групповые консультации | | |
| индивидуальные консультации | | |
| иная внеаудиторная контактная работа: | | |
| групповые занятия | | |
| индивидуальные занятия | | |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 1 (36) | 1 (36) |
| изучение теоретического курса (ТО) | | |
| расчетно-графические задания, задачи (РГЗ) | | |
| реферат, эссе (Р) | | |
| курсовое проектирование (КП) | Нет | Нет |
| курсовая работа (КР) | Нет | Нет |
| Промежуточная аттестация (Зачёт) | | |

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

| № п/п | Модули, темы (разделы) дисциплины | Занятия лекционного типа (акад. час) | Занятия семинарского типа | | Самостоятельная работа, (акад. час) | Формируемые компетенции |
|-------|---|--------------------------------------|---|--|-------------------------------------|---|
| | | | Семинары и/или Практические занятия (акад. час) | Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час) | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 1 Введение | 2 | 0 | 0 | 0 | ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4 ПК-1 ПК-11 ПК-13 ПК-3 ПК-5 ПК-6 ПК-9 |
| 2 | 2 Центральное растяжение (сжатие) прямого стержня | 6 | 0 | 6 | 13 | ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4 ПК-1 ПК-11 ПК-13 ПК-3 ПК-5 ПК-6 ПК-9 |
| 3 | 3 Геометрические характеристики плоских сечений | 2 | 0 | 2 | 8 | ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4 ПК-1 ПК-11 ПК-13 ПК-3 ПК-5 ПК-6 ПК-9 |
| 4 | 4 Сдвиг и кручение | 2 | 0 | 2 | 7 | ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4 ПК-1 ПК-11 ПК-13 ПК-3 ПК-5 ПК-6 ПК-9 |
| 5 | 5 Плоский изгиб | 6 | 0 | 8 | 8 | ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4 ПК-1 ПК-11 ПК-13 ПК-3 ПК-5 ПК-6 ПК-9 |
| Всего | | 18 | 0 | 18 | 36 | |

3.2 Занятия лекционного типа

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование занятий | Объем в акад. часах | | |
|-------|----------------------|--|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | Всего | в том числе, в инновационной форме | в том числе, в электронной форме |
| 1 | 1 | <p>Тема 1.1 Основные понятия. Цели и задачи учебной дисциплины «Сопротивление материалов» (СМ). Классификация конструкций по геометрическим параметрам: расчетные схемы в виде бруса, пластины и оболочки, массива.</p> <p>Классификация стержневых систем. Понятие о фермах, плоских и пространственных рамах, кривом брус.</p> <p>Классификация внешних воздействий: сосредоточенные силы, распределенная нагрузка и моменты. Опорные устройства и реактивные усилия. Уравнения равновесия для нахождения реактивных и внутренних усилий. Внутренние усилия и метод сечений для их вычисления. Понятие о напряжениях: полные, нормальные, касательные. Понятие о деформациях (линейных и угловых) и перемещениях. Общий вид условий прочности и жесткости. Основные гипотезы СМ.</p> | 1 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 1 | <p>Тема 1.2 Виды простого и сложного сопротивления. Определение 4-х видов простого сопротивления: растяжение (сжатие), сдвиг, кручение, изгиб. Понятие о сложном сопротивлении.</p> | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 2 | <p>Тема 2.1 Расчеты центрально растянутого (сжатого) прямого стержня. Определение центрального растяжения (сжатия). Продольная нагрузка в общем виде, продольная сила и ее эпюры. Нормальные напряжения в поперечном сечении. Условие прочности и три вида расчетов: проектировочный, поверочный, определение допускаемой нагрузки. Деформации продольные и поперечные, коэффициент Пуассона. Перемещения поперечных сечений и их эпюры. Условие жесткости. Статически неопределимые задачи при растяжении (сжатии) и методика раскрытия неопределимости. Принцип Сен-Венана. Брус равного сопротивления. Предельное состояние и расчет по несущей способности.</p> | 3 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|
| 4 | 2 | <p>Тема 2.2 Экспериментальное изучение механических характеристик материалов. Диаграммы растяжения малоуглеродистой и легированной стали, чугуна. Характеристики прочности (пределы пропорциональности, упругости, текучести, прочности и напряжение разрыва) и пластичности (остаточные удлинение образца и сужение шейки, работа разрыва). Закон Гука, модуль продольной упругости (модуль Юнга). Опасные и допускаемые напряжения, коэффициент запаса прочности.</p> | 3 | 0 | 0 |
| 5 | 3 | <p>Тема 3.1 Основные определения и общие свойства геометрических характеристик. Центр тяжести и статические моменты простых и составных сечений. Моменты сопротивления. Понятие о моменте инерции. Вычисление моментов инерции простых и составных сечений.</p> | 1 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|
| 6 | 3 | <p>Тема 3.2 Главные моменты инерции. Изменения моментов инерции при параллельном переносе и повороте осей. Определение положения главных осей. Вычисление главных моментов инерции. Графическое определение моментов инерции. Графическое представление моментов инерции, понятие о радиусе и эллипсе инерции.</p> | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 4 | <p>Тема 4.1 Сдвиг. Понятие о чистом сдвиге. Диаграмма касательных напряжений, закон Гука, модуль упругости при сдвиге. Допускаемое касательное напряжение и условие прочности. Примеры соединений, разрушающихся срезом: заклепочных, болтовых и сварных соединений; скалывание в деревянных соединениях; деформации сдвига и среза в технологических операциях. Расчет заклепочных и болтовых соединений.</p> | 1 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|
| 8 | 4 | <p>Тема 4.2 Кручение. Определение кручения. Скручивающая нагрузка в общем виде, крутящие моменты и их эпюры. Касательные напряжения в поперечном сечении и углы закручивания вала. Условия прочности и жесткости вала. Рациональные формы сечений. Статически неопределимые задачи при кручении. Состояние текучести, понятие о разрушающем моменте и предельном состоянии. Условие прочности по несущей способности.</p> | 1 | 0 | 0 |
|---|---|--|---|---|---|

| | | | | | |
|-------|---|--|----|---|---|
| 9 | 5 | <p>Тема 5.1 Расчеты балок на прочность и жесткость. Определение плоского изгиба. Виды опор балок и нахождение опорных реакций. Изгибающая нагрузка в общем виде, внутренние усилия в балках (поперечная сила и изгибающий момент), их эпюры.</p> <p>Дифференциальные зависимости между внутренними усилиями и интенсивностью нагрузки. Эпюры в 6-ти простых балках.</p> <p>Нормальные напряжения при чистом изгибе, их эпюра по высоте сечения.</p> <p>Условие прочности, рациональные формы сечений для пластичного и хрупкого материалов.</p> <p>Касательные напряжения при поперечном изгибе, эпюра напряжений по высоте сечения.</p> <p>Дифференциальное уравнение изогнутой оси балок и его интегрирование для определения перемещений. Метод начальных параметров для перемещений.</p> <p>Условия жесткости балок.</p> | 6 | 0 | 0 |
| Всего | | | 18 | 0 | 0 |

3.3 Занятия семинарского типа

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование занятий | Объем в acad. часах | | |
|-------|----------------------|----------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | Всего | в том числе, в инновационной форме | в том числе, в электронной форме |
| Всего | | | | | |

3.4 Лабораторные занятия

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование занятий | Объем в акад. часах | | |
|-------|----------------------|---|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | Всего | в том числе, в инновационной форме | в том числе, в электронной форме |
| 1 | 2 | Расчет статически определимых и неопределимых стержневых систем при растяжении и сжатии | 3 | 0 | 0 |
| 2 | 2 | Расчет статически определимого и статически неопределимого ступенчатого брусьев при растяжении и сжатии | 3 | 0 | 0 |
| 3 | 3 | Геометрические характеристики симметричных и несимметричных сечений | 2 | 0 | 0 |
| 4 | 4 | Расчет статически определимого и статически неопределимого вала при кручении | 2 | 0 | 0 |
| 5 | 5 | Построение эпюр внутренних усилий в балках при поперечном изгибе и проектный расчет балок. | 2 | 0 | 0 |
| 6 | 5 | Построение эпюр внутренних усилий в балках при поперечном изгибе и определение несущей способности балок. | 2 | 0 | 0 |
| 7 | 5 | Построение эпюр внутренних усилий в балках при поперечном изгибе и проверка прочности балок. | 2 | 0 | 0 |
| 8 | 5 | Определение перемещений в балках, проверка жесткости | 2 | 0 | 0 |
| Всего | | | 18 | 0 | 0 |

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

| 6.1. Основная литература | | | |
|--------------------------------|---|--|----------------------------|
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
| Л1.1 | Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П., Александров А.В. | Сопротивление материалов: учеб. для вузов | Москва: Высшая школа, 2004 |
| Л1.2 | Куликов Ю. А. | Сопротивление материалов. Курс лекций | Москва: Лань, 2017 |
| 6.2. Дополнительная литература | | | |
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
| Л2.1 | Трошин С. И., Шатохина Л. П., Федорова Е. Н., Зырянов И. А. | Сопротивление материалов: сб. заданий | Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2004 |
| Л2.2 | Шатохина Л. П., Сигова Е. М. | Сопротивление материалов. Расчеты при простом сопротивлении: учеб. пособие | Красноярск: ИПК СФУ, 2010 |
| Л2.3 | Шатохина Л. П., Богомаз И. В., Мартынова Т. П., Федорова Е. Н., Козлов В. И., Фадиенко Л. П., Чернякова Н. А., Белозерова Я. Ю., Буров А. Е., Зырянов И. А., Трошин С. И., Дегтярев И. Н. | Сопротивление материалов: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины | Красноярск: СФУ, 2008 |

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

| | | |
|----|--|--|
| Э1 | Сопротивление материалов: электронный обучающий курс | URL: https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=949 |
|----|--|--|

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

1. Александров, А.В. Сопротивление материалов. / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; Ред. А.В. Александров. Учебник – Москва: Высшая школа, 2009. - 560 с.

2. Дарков, А.В. Сопротивление материалов. / А.В. Дарков, Г.С. Шпиро. Учеб. для студентов втузов – М.: Высшая школа, 1989. – 622 с.

3. Миролюбов, И. Н. Сопротивление материалов. / И. Н. Миролюбов и др. Пособие по решению задач. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2007. – 508 с.

4. Писаренко, Г.С. Справочник по сопротивлению материалов. / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев. Научное издание. – Киев: Наукова думка, 1988. – 734 с.

5. Ицкович, Г. М. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов. / Г. М. Ицкович, Л. С. Минин, А. И. Винокуров ; ред. : Л. С. Минин. Учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 2001. – 592 с.

6. Сопротивление материалов: сб. заданий/ С.И. Трошин, Л.П. Шатохина, Е.Н. Федорова, И.А. Зырянов; Краснояр. гос. техн. ун-т. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2004. – 64 с.

7. Сопротивление материалов. Простое сопротивление: сб. задач/ Л.П. Шатохина; Краснояр. гос. техн. ун-т. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2004. – 83 с.

8. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: электронный обучающий курс / С. И. Трошин. – Красноярск: СФУ, 2015. – URL: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=949>.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

| | |
|-------|---|
| 9.1.1 | Microsoft Office Word 2007, Excel 2007, Visio 2007 и выше. |
| 9.1.2 | КОМПАС-3D Бесплатная учебная версия [Электронный ресурс] / Аскон. – URL: http://edu.ascon.ru/main/download/cab/?show_me_content=1 (инструкция по установке и использованию описана на сайте разработчика). |
| 9.1.3 | Любой браузер: Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari 6 и выше, Internet Explorer 9 и выше (бесплатные версии на сайтах разработчиков). |
| 9.1.4 | Информационная обучающая система СФУ e.sfu-kras.ru. |
| 9.1.5 | AdobeReader X или AcrobatReader DC или любое программное обеспечение для чтения файлов формата pdf. |

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

| | |
|-------|--------------|
| 9.2.1 | Не требуется |
|-------|--------------|

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционная аудитория, оснащенная универсальной маркерной доской (экраном) и проектором, а также доступом в интернет по беспроводным сетям.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского и лабораторного типа, оборудованная универсальной маркерной доской (экраном) и проектором, а также доступом в интернет по беспроводным сетям.

Проведение лекционных, семинарских и лабораторных занятий сопровождается иллюстрацией слайдов презентаций, выполненных в Microsoft Office PowerPoint.