

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 24.11.2023 13:35:49
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«14» мая 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины
СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

Специальность

15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация

**№20 «Проектирование технологических комплексов производства энергонасыщенных
материалов»**

Квалификация

инженер

Форма обучения

очная

Факультет **механический**

Кафедра **механики**

Санкт-Петербург

2019

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

| Должность | Подпись | Ученое звание, фамилия, инициалы |
|-------------|---------|--|
| Разработчик | | доцент Э.А. Павлова |
| Разработчик | | Старший преподаватель О.В. Сташевская |

Рабочая программа дисциплины «Сопротивление материалов» обсуждена на заседании кафедры механики
протокол от «22» марта 2019 № 21
Заведующий кафедрой

Н.А. Марцулевич

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета

протокол от «25» апреля 2019 №4
Председатель

А.Н. Луцко

СОГЛАСОВАНО

| | | |
|---|--|------------------------------|
| Руководитель программы специалитета «Проектирование технологических машин и комплексов» | | профессор Н.А. Марцулевич |
| Директор библиотеки | | Т.Н. Старостенко |
| Начальник методического отдела учебно-методического управления | | Т.И. Богданова |
| Начальник УМУ | | С.Н. Денисенко |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы | 04 |
| 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы | 05 |
| 3. Объем дисциплины | 06 |
| 4. Содержание дисциплины | |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий | 06 |
| 4.2. Занятия лекционного типа | 07 |
| 4.3. Занятия семинарского типа | 08 |
| 4.3.1. Семинары, практические занятия | 08 |
| 4.3.2. Лабораторные занятия | 09 |
| 4.4. Самостоятельная работа | 10 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине | 11 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации | 12 |
| 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины | 12 |
| 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины | 14 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины | 14 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине | |
| 10.1. Информационные технологии | 14 |
| 10.2. Программное обеспечение | 15 |
| 10.3. Информационные справочные системы | 15 |
| 11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине | 15 |
| 12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья | 15 |

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Коды компетенции | Результаты освоения ООП (содержание компетенций) | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|------------------|--|---|
| ОК-1 | способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу | <p>Знать: основные модели сопротивления материалов и границы их применения (модели материала, формы, сил, отказов); классификацию сил; законы Гука; метод сечений; методы определения внутренних усилий для различных видов сопротивления; простые и сложные виды деформаций; понятия напряжений, деформаций, перемещений; предельные и допускаемые напряжения; условия прочности; проверочные, проектные расчеты и расчеты на допускаемую нагрузку; условия жесткости; понятия о теориях прочности; условия устойчивости стержней при продольном изгибе.</p> <p>Уметь: составлять расчетные схемы реальных изделий; определять внутренние усилия в конструкциях и деталях при различных видах деформаций; проводить необходимые расчеты на прочность и жесткость стержней при простых видах нагружения; проводить расчеты на устойчивость стержневых конструкций при продольном изгибе.</p> <p>Владеть: навыками построения расчетных схем элементов оборудования для переработки полимерных и композиционных материалов, технологического оборудования химических и нефтехимических производств, оборудования нефтегазопереработки, для диагностики химико-технологического оборудования, для компьютерного моделирования технологического оборудования и деталей для полимерного машиностроения;</p> |

| Коды компетенции | Результаты освоения ООП (содержание компетенций) | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|------------------|--|---|
| | | навыками определения внутренних усилий в элементах технологического оборудования соответствующих производств; методами проверочных и проектных расчетов типовых элементов оборудования соответствующих производств. |
| ПК-14 | способностью применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения | Знать: методику проведения испытаний материалов на растяжение, сжатие, кручение; методику проведения испытаний конструкционных материалов на твердость; механические характеристики материалов. Уметь: проводить испытания конструкционных материалов на растяжение, сжатие, кручение и твердость; определять механические характеристики материалов. Владеть: навыками проведения испытаний конструкционных материалов на растяжение, сжатие, кручение и твердость. |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы¹.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам базовой части (Б1.Б.15) и изучается на 2 курсе в 3-м и 4-м семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Информатика», «Инженерная графика», «Теоретическая механика».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Соппротивление материалов» знания, умения и навыки могут быть использованы для таких учебных дисциплин как «Теория механизмов и машин», «Детали машин и основы конструирования», «Ремонт и монтаж технологического оборудования», «Методы испытаний материалов, изделий и конструкций» и др.

¹ Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

3. Объем дисциплины.

| Вид учебной работы | Всего, академических часов |
|--|----------------------------------|
| | Очная форма обучения |
| Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов) | 8/ 288 |
| Контактная работа с преподавателем: | 152 |
| занятия лекционного типа | 72 |
| занятия семинарского типа, в т.ч. | 54 |
| семинары, практические занятия | 18 |
| лабораторные работы | 36 |
| курсовое проектирование (КР или КП) | КР |
| КСР из них на КР | 26 (18) |
| другие виды контактной работы | - |
| Самостоятельная работа | 100 |
| Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе) | 2 РГР |
| Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен) | КР, зачет, экзамен (36) |

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Занятия лекционного типа, акад. часы | Занятия семинарского о типа, академ. часы | | Самостоятельная работа, акад. часы | Формируемые компетенции |
|----------|--|---|---|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| | | | Семинары и/или практические занятия | Лабораторные работы | | |
| 1. | Сопротивление материалов 1 часть (3 семестр) | 36 | - | 18 | 36 | ОК-1, ПК-14 |
| 2. | Сопротивление материалов 2 часть (4 семестр) | 36 | 18 | 18 | 64 | ОК-1, ПК-14 |

4.2. Занятия лекционного типа.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|---------------------|
| 1 | <u>Основные положения сопротивления материалов</u> Задачи сопротивления материалов. Расчетная схема реального объекта. Метод сечений. Понятия о напряжениях, перемещениях и деформациях. | 4 | презентация |
| 2 | <u>Расчет типовых элементов, моделируемых в форме стержня при статическом нагружении.</u> Растяжение-сжатие. Сдвиг. Практические расчеты на срез и смятие. Геометрические характеристики плоских сечений. Кручение. Изгиб прямого бруса. | 8 | презентация |
| 3 | <u>Потенциальная энергия упругой деформации.</u> Теорема о взаимности работ и принцип взаимности перемещений. Теорема Кастильяно. Интеграл Мора. Определение перемещений по способу А.Н.Верещагина | 10 | презентация |
| 4 | <u>Устойчивость сжатых стержней.</u> Устойчивость упругого равновесия. Критическая сила. Формула Эйлера. Критическое напряжение. Формула Ясинского. Условие устойчивости. | 6 | презентация |
| 5 | <u>Основы теории напряженно-деформированного состояния.</u> Понятие о напряженном состоянии в точке. Закон парности касательных напряжений. Инварианты тензора напряжений. Главные площадки и главные напряжения. Определение главных напряжений. Обобщенный закон Гука. Формула для объемной деформации; модуль объемной деформации. | 6 | презентация |
| 6 | <u>Гипотезы прочности.</u> Понятие о теориях прочности. Эквивалентные напряжения. Области применения. | 4 | презентация |
| 7 | <u>Сложное сопротивление.</u> Примеры элементов конструкций, испытывающих сложное сопротивление. Использование принципа суперпозиции и теорий прочности для расчета деталей на сложное сопротивление. Алгоритм решения задач на сложное сопротивление. | 8 | презентация |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|---|-------------------|---------------------|
| 8 | <u>Статически неопределимые конструкции.</u> Понятие о статически неопределимых конструкциях. Температурные и монтажные напряжения. Расчёт статически неопределимых конструкций методом сил. | 10 | презентация |
| 9 | <u>Расчет элементов инженерных конструкций при переменных во времени нагрузках.</u> Классификация динамических нагрузок. Учет сил инерции. Удар. Основные допущения в теории упругого удара. Напряжения и деформации при продольном, скручивающем и изгибающем ударе. Испытание на удар. Хрупкое и вязкое разрушение. Механизм усталостного разрушения. Кривые усталости и предел выносливости, вероятность разрушения. Влияние на выносливость качества поверхности, наклепа, окружающей среды и абсолютных размеров. Концентрация напряжений и ее влияние на выносливость. Диаграммы предельных напряжений при асимметричных циклах. | 10 | презентация |
| 10 | <u>Типовые элементы, моделируемые в форме пластины или оболочки.</u> Основные геометрические параметры осесимметричных оболочек. Понятие о прочности и устойчивости оболочек. Напряженное состояние оболочки, нагруженной внутренним давлением. Уравнение Лапласа. Дополнительное уравнение. Расчет на прочность типовых оболочек нагруженных внутренним давлением. | 6 | презентация |

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|----------------------------------|
| 1 | <u>Метод сечений.</u> Определение внутренних усилий при растяжении-сжатии, кручении, изгибе. Определение внутренних усилий в рамах. | 2 | презентация, групповая дискуссия |
| 2 | <u>Геометрические характеристики плоских сечений.</u> Определение геометрических характеристик плоских фигур. | 1 | презентация, групповая дискуссия |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|---|-------------------|----------------------------------|
| 3 | <u>Расчет на прочность и жесткость.</u> Определение напряжений и деформаций при растяжении-сжатии, кручении и изгибе. Выбор рационального сечения. | 3 | презентация, групповая дискуссия |
| 4 | <u>Расчет стержней на устойчивость при продольном изгибе.</u> Определение критической силы для продольно-сжатого стержня с учетом различных способов закрепления. | 1 | презентация, групповая дискуссия |
| 5 | <u>Статически неопределимые системы.</u> Расчет статически неопределимых стержней, определение температурных и монтажных напряжений в стержневых системах. | 1 | презентация, групповая дискуссия |
| 6 | <u>Определение перемещений энергетическими методами.</u> Определение перемещений в стержневых системах энергетическими методами: Кастильяно, Максвелла-Мора, Верещагина. | 2 | презентация, групповая дискуссия |
| 7 | <u>Метод сил.</u> Расчет статически неопределимых балок и плоских рам методом сил. | 2 | презентация, групповая дискуссия |
| 8 | <u>Сложное сопротивление.</u> Решение задач на сложное сопротивление: косой изгиб, внецентренное растяжение-сжатие, изгиб с кручением. | 2 | презентация, групповая дискуссия |
| 9 | <u>Расчет на прочность при динамических нагрузках.</u> Определение напряжений в стержне при продольном, поперечном и крутильном ударах. | 2 | презентация, групповая дискуссия |
| 10 | <u>Расчёт тонкостенных оболочек.</u> Расчет толщин типовых тонкостенных оболочек из условия прочности и устойчивости. | 1 | презентация, групповая дискуссия |
| 11 | <u>Расчет на прочность по предельным состояниям.</u> Расчет типовых элементов оборудования по предельным состояниям на прочность. | 1 | презентация, групповая дискуссия |

4.3.2. Лабораторные занятия.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------|--|-------------------|----------------------------|
| 1 | <u>Механические характеристики материалов</u> Испытания пластичных материалов на растяжение | 4 | Испытательная машина ИМ-4Р |
| 2 | <u>Механические характеристики материалов</u> Испытания пластичных материалов на сжатие | 4 | Испытательная машина ИМ-4А |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------|--|-------------------|-----------------------------|
| 3 | <u>Механические характеристики материалов</u> Испытания хрупких материалов на сжатие | 4 | Испытательная машина ИМ-4А |
| 4 | <u>Упругие характеристики материалов</u> Определение модуля продольной упругости для различных материалов | 2 | Испытательная машина ЦДМ-10 |
| 5 | <u>Упругие характеристики материалов</u> Определение модуля сдвига для различных материалов материала | 2 | Испытательная машина МК-6 |
| 6 | <u>Упругие характеристики материалов</u> Определение коэффициента Пуассона | 2 | Испытательная машина Р-5 |
| 7 | <u>Напряжения и деформации</u> Определение напряжений при поперечном изгибе | 2 | Лабораторная установка |
| 8 | <u>Напряжения и деформации</u> Определение деформаций при поперечном изгибе для консольной балки | 2 | Лабораторная установка |
| 9 | <u>Напряжения и деформации</u> Определение деформаций при поперечном изгибе для двухопорной балки | 2 | Лабораторная установка |
| 10 | <u>Напряжения и деформации</u> Определение напряжений при косом изгибе | 2 | Лабораторная установка |
| 11 | <u>Напряжения и деформации</u> Определение деформаций при косом изгибе | 2 | Лабораторная установка |
| 12 | <u>Устойчивость</u> Продольный изгиб стержня | 2 | Лабораторная установка |
| 13 | <u>Твердость</u> Исследование твердости материалов методом Бринелля и Роквелла | 4 | Пресс Бринелля |
| 14 | <u>Оболочки</u> Прочность оболочек аппаратов, нагруженных внутренним давлением | 2 | Лабораторная установка |

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения | Объем, акад. Часы | Форма контроля |
|----------------------|--|-------------------|---------------------|
| 1 | Определение внутренних усилий при растяжении-сжатии, кручении, изгибе. | 10 | РГР 1, Устный опрос |

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения | Объем, акад. Часы | Форма контроля |
|----------------------|--|-------------------|---------------------------|
| 2 | Определение внутренних усилий в рамах. | 12 | РГР 1, Устный опрос |
| 3 | Определение геометрических характеристик простейших фигур (треугольник). | 2 | Проверка ИЗ |
| 4 | Определение напряжений и деформаций при растяжении-сжатии и кручении. Выбор рационального сечения. | 6 | РГР 1, Устный опрос |
| 5 | Определение напряжений и деформаций при изгибе. Выбор рационального сечения. | 10 | РГР 1, Устный опрос |
| 6 | Расчет статически неопределимых балок с использованием компьютера. | 6 | Проверка ИЗ, Устный опрос |
| 7 | Расчет статически неопределимых рам методом сил. | 20 | РГР 2, Устный опрос |
| 8 | Сложное сопротивление. | 16 | Проверка ИЗ |
| 9 | Устойчивость. | 8 | Проверка ИЗ |
| 10 | Расчет на прочность при динамических нагрузках. | 10 | Проверка ИЗ |

4.4.1. Тема курсовой работы².

Расчет статически неопределимых рам методом сил.

4.4.2. Темы расчетно-графических работ.

РГР 1 – Внутренние усилия в поперечных сечениях стержневых систем при растяжении, сжатии, кручении и изгибе.

РГР 2 – Прочность и жесткость стержней при растяжении, сжатии, кручении и изгибе.

4.4.3. Темы контрольных работ.

Геометрические характеристики плоских сечений

Определение перемещений с использованием энергетических методов

Сложное сопротивление

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

² Пунктами 4.4.1-4.4.5 раскрывается тематика рефератов, творческих заданий, РГР, контрольных работ, эссе и т.д (если предусмотрено РПД).

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета в 3-м семестре и в форме экзамена в 4-м семестре.

К сдаче зачета и экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций, и комплектуется вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Напряжения и деформации при чистом сдвиге. Модуль сдвига.
2. Условия прочности и жесткости при поперечном изгибе.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта экзаменационного билета:

Вариант № 1

- 1 Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженного состояния в точке.
- 2 Вывод системы канонических уравнений метода сил.
- 3 Задача. Построить эпюры Q и M .

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Техническая механика [Текст] / СПбГТИ(ТУ) Каф. теорет. основ хим. машиностроения. – СПб., 2009 - Ч.2 Соппротивление материалов. Детали машин.: учебное пособие для очной и заочной форм обучения специальности 220701 «Менедж.выс.техн.» / Н.А. Марцулевич, А.Н. Луцко, Д.А. Бартнев; под ред. Н.А. Марцулевича. – 2010. – 494 с. (ЭБ)

б) дополнительная литература:

1. Макаров Е.Г. Сопротивление материалов с использованием вычислительных комплексов [Текст]: в двух книгах/ Е.Г. Макаров .— М.: Высш. шк., 2009. Кн.1: Основной курс: учебное пособие для вузов по направлениям подготовки специальностям в области техники и технологии. – 406 с.
2. Кузьмин А.А. Решение задач по сопротивлению материалов энергетическими методами [Текст]: методические указания / А.А. Кузьмин; СПбГТИ(ТУ). Каф. теорет. основ хим. машиностроения. – СПб.: [б.и.], 2010.-16с.
3. Полозенко Н.Ю. Сложное сопротивление. Косой изгиб [Текст]: практикум / Н.Ю. Полозенко, О.В. Сташевская; СПбГТИ(ТУ). Каф. механики. – СПб.: [б.и.], 2016.-30с. (ЭБ)

в) вспомогательная литература:

1. Барановский В.М. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях стержней [Текст]: методические указания / В.М. Барановский, М.Д. Телепнев; СПбГТИ(ТУ). Каф. теорет. основ хим. машиностроения. – СПб.: [б.и.], 2003.-38 с.
2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов [Текст]: учебник для вузов/ В.И. Феодосьев. – 11-е изд., стер. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2003. – 591 с.
3. Феодосьев В.И. Десять лекций-бесед по сопротивлению материалов [Текст] / В.И. Феодосьев. – М.: Наука, 1975. – 173 с.
4. Феодосьев В.И. Избранные задачи и вопросы по сопротивлению материалов [Текст] / В.И. Феодосьев. – М.: Наука, 1996. – 591с.
5. Определение геометрических характеристик поперечных сечений [Текст] : методические указания / С.В. Боровинский. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1988. – 15 с.
6. Боровинский С.В. Варианты индивидуальных заданий по теме: "Расчет статически определимых стержневых конструкций" [Текст]: методические указания / С.В. Боровинский. – СПб: СПбТИ, 1993.- 23 с.
7. Боровинский С.В. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях стержней (Конспект лекций по сопротивлению материалов) [Текст] : методические указания / С.В. Боровинский, А.А. Чувашев. – СПб: СПбТИ, 1993. – 19 с.
8. Боровинский С.В. Напряжения и деформации в стержнях при простых видах сопротивления (Конспект лекций по сопротивлению материалов) [Текст] / С.В. Боровинский. – СПб: СПбТИ,1993. – 36 с.
9. Внутренние силовые факторы в элементах химического оборудования [Текст]: методические указания / А.М. Василенко, А.И. Мильченко, С.В. Боровинский. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1985. – 33 с.
10. Варианты индивидуальных заданий по теме: "Внутренние силовые факторы в элементах химического оборудования" [Текст]: методические указания / А.М. Василенко, А.И. Мильченко, С.В. Боровинский. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1985. -35 с.
11. Сидорович П.А. Определение внутренних силовых факторов в поперечных сечениях стержней [Текст]: методические указания / П.А. Сидорович, С.В. Боровинский. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1987. -20 с.
12. Бартенев Д.А. Расчет неразрезной балки методом сил в форме уравнения трех моментов [Текст] : методические указания / Д.А. Бартенев, С.В. Боровинский. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1988. -23 с.
13. Расчет пространственной стержневой системы с использованием ЭВМ [Текст] : методические указания / С.В. Боровинский. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1983. – 23 с.
14. Бартенев Д.А. Расчет неразрезной балки с использованием ЭВМ [Текст]: методические указания / Д.А. Бартенев. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1976. – 25 с.
15. Бартенев Д.А. Расчет плоских рам методом конечным элементов с помощью ЭВМ [Текст]: методические указания / Д.А. Бартенев. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета,1978. – 20 с.

16. Василенко А.М. Расчет статически неопределимых рам методом сил с использованием ЭВМ [Текст]: методические указания / А.М. Василенко, С.В. Боровинский. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1988.
17. Расчет статически определимой балки с использованием ЭВМ [Текст]: методические указания / Л.К. Севастьянов, С.В. Боровинский. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1988. -23 с.
18. Бартенев Д.А. Расчет неразрезных балок методом сравнения перемещений с использованием ЭВМ [Текст] : методические указания / Д.А. Бартенев, С.В. Боровинский. – СПб.: СПбТИ, 1993.
19. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов [Текст] / Г.С. Писаренко, А.А. Яковлев, В.В. Матвеев. – 3-е изд., перераб. и доп. - Киев: Дельта, 2008.- 813 с.

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

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;
«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Сопротивление материалов» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на каждый семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;
серьезное отношение к изучению материала;
постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Windows, Microsoft Office (Microsoft Excel) или LibreOffice;
MathCad, Kaspersky Endpoint Security

10.3. Информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для ведения лекционных и практических занятий используются аудитории, в том числе, оборудованные средствами оргтехники.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатории кафедры механики, компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть.

Компьютерный класс, принтер. Испытательные машины ИМ-4Р, ИМ-4А, ЦДМ-10, машина для испытаний на кручение МК-6, пресс Бринелля, пресс Роквелла. Лабораторные установки, оснащённые измерительными приборами: консольно закреплённая балка, продольно сжимаемый стержень для определения критической силы.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Сопротивление материалов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

| Компетенции | | |
|--------------------|---|--------------------------------------|
| Индекс | Формулировка³ | Этап формирования⁴ |
| ОК-1 | способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу | промежуточный |
| ПК-14 | способностью применять стандартные методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов, средств гидропневмоавтоматики, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения | промежуточный |

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты | Критерий оценивания | Компетенции |
|--|---|--|--------------------|
| Освоение раздела № 1 | <u>знает</u> основные модели сопротивления материалов и границы их применения (модели материала, формы, сил, отказов); классификацию сил; законы Гука; метод сечений; методы определения внутренних усилий для различных видов сопротивления; простые и сложные виды деформаций; понятия напряжений, деформаций, перемещений; предельные и допускаемые напряжения; условия прочности; проверочные, проектные расчеты и расчеты на | Правильные ответы на вопросы №1-67 к зачету и экзамену | ОК-1 |

³ **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

⁴ этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты | Критерий оценивания | Компетенции |
|---|---|--|-------------|
| | <p>допускаемую нагрузку; условия жесткости; понятия о теориях прочности; условия устойчивости стержней при продольном изгибе.</p> <p><u>умеет</u> составлять расчетные схемы реальных изделий; определять внутренние усилия в конструкциях и деталях при различных видах деформаций; проводить необходимые расчеты на прочность и жесткость стержней при простых видах нагружения; проводить расчеты на устойчивость стержневых конструкций при продольном изгибе.</p> <p><u>владеет</u> навыками построения расчетных схем элементов оборудования для переработки полимерных и композиционных материалов, технологического оборудования химических и нефтехимических производств, оборудования нефтегазопереработки, для диагностики химико-технологического оборудования, для компьютерного моделирования технологического оборудования и деталей для полимерного машиностроения; навыками определения внутренних усилий в элементах технологического оборудования соответствующих производств; методами проверочных и проектных расчетов типовых элементов оборудования соответствующих производств.</p> | | |
| Освоение раздела №2 | <p><u>знает</u> методику проведения испытаний материалов на растяжение, сжатие, кручение; методику проведения испытаний конструкционных материалов на твердость; механические характеристики материалов.</p> <p><u>умеет</u> проводить испытания конструкционных материалов на растяжение, сжатие, кручение и твердость; определять механические характеристики</p> | Правильные ответы на вопросы № 68-75 к зачету и экзамену | ПК-14 |

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты | Критерий оценивания | Компетенции |
|---|--|---------------------|-------------|
| | материалов. владеет навыками проведения испытаний конструкционных материалов на растяжение, сжатие, кручение и твердость. | | |

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, то результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»;

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и (или) курсового проекта (работы), то шкала оценивания – балльная.

3. Типовые контрольные задания для проведения текущей и промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОК-1:

1. Задачи сопротивления материалов, как части технической механики. Объекты, изучаемые в курсе. Основные гипотезы и допущения. Внешние и внутренние силовые факторы. Метод сечений.
2. Силы, действующие на расчётную схему.
3. Метод сечений. Определение внутренних силовых факторов. Вывод дифференциальных зависимостей между M , Q и q при изгибе.
4. Понятие о напряжениях, действующих в сечениях бруса. Напряжения полное, нормальное и касательное.
5. Вектор перемещений. Понятие о деформациях. Виды деформаций. Законы Гука.
6. Основы напряженно-деформированного состояния в материале. Тензор напряжений.
7. Основы напряженно-деформированного состояния в материале. Закон парности касательных напряжений.
8. Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженного состояния в точке.
9. Исследование линейного напряженного состояния. Напряжения на наклонных площадках.
10. Закон Гука при растяжении-сжатии. Коэффициент Пуассона. Условие прочности при растяжении-сжатии.
11. Обобщенный закон Гука.
12. Потенциальная энергия упругой деформации при растяжении-сжатии.
13. Понятие об объемной деформации. Пределы изменения значений коэффициента Пуассона.
14. Потенциальная энергия упругой деформации при объемном напряженном состоянии.
15. Потенциальная энергия изменения формы и потенциальная энергия изменения объема тела.
16. Геометрические характеристики плоских фигур. Понятие момента и степени момента.
17. Статические моменты плоских фигур. Определение положения центра тяжести плоской фигуры.
18. Момент инерции плоских фигур относительно осей, параллельных центральным. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
19. Изменение моментов инерции плоских фигур при повороте координатных осей. Главные центральные оси инерции и главные центральные моменты инерции.
20. Моменты инерции и моменты сопротивления простейших фигур.
21. Понятие о теориях прочности (пластичности). Четыре классические теории прочности.
22. Теория прочности Мора. Коэффициент запаса. Эквивалентное напряжение.

23. Связь между тремя упругими постоянными материала.
24. Сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Условия прочности при сдвиге.
25. Чистый сдвиг. Главные напряжения при чистом сдвиге. Потенциальная энергия упругой деформации при чистом сдвиге.
26. Кручение прямолинейных стержней круглого поперечного сечения. Определения касательных напряжений в поперечных сечениях.
27. Распределение касательных напряжений по плоскости поперечного сечения при кручении. Условия прочности при кручении.
28. Перемещения при кручении. Условие жесткости при кручении.
29. Потенциальная энергия упругой деформации при кручении.
30. Плоский поперечный изгиб. Определение нормальных напряжений при чистом изгибе.
31. Распределение нормальных напряжений при чистом изгибе по высоте поперечного сечения. Условия прочности при изгибе.
32. Определение касательных напряжений при поперечном изгибе. Вывод формулы Журавского.
33. Распределение касательных напряжений по высоте поперечного сечения в прямоугольном и двутавровом сечении. Условие прочности по касательным напряжениям.
34. Напряженное состояние в материале при плоском поперечном изгибе. Полная проверка прочности балки.
35. Определение перемещений при плоском поперечном изгибе. Вывод дифференциального уравнения оси изогнутой балки.
36. Интегрирование дифференциального уравнения оси изогнутой балки при наличии нескольких грузовых участков. Метод начальных параметров.
37. Потенциальная энергия упругой деформации при плоском поперечном изгибе.
38. Вывод теоремы Кастильяно.
39. Метод Кастильяно определения перемещений в стержнях. Принцип введения добавочной силы.
40. Метод Максвелла-Мора. Интеграл Максвелла-Мора.
41. Метод Верещагина
42. Понятие о методе сил. Основные допущения.
43. Вывод системы канонических уравнений метода сил.
44. Физический смысл коэффициентов канонических уравнений метода сил.
45. Порядок расчета плоской стержневой системы методом сил. Определение степени статической неопределимости.
46. Выбор основной системы. Требования к основной системе (показать на примере).
47. Определение коэффициентов при неизвестных в канонических уравнениях метода сил (показать на примере).
48. Определение грузовых членов в системе канонических уравнений (показать на примере).
49. Капитальная проверка решения задачи методом сил.
50. Вывод уравнения Лапласа для тонкостенной оболочки вращения, нагруженной внутренним давлением.
51. Вывод дополнительного уравнения к уравнению Лапласа.
52. Напряжения в цилиндрической и сферической тонкостенной оболочке, нагруженной внутренним давлением.
53. Определение меридиональных напряжений в толстостенной цилиндрической оболочке.
54. Распределение напряжений по толщине стенки толстостенного цилиндра, нагруженного внутренним давлением.
55. Распределение напряжений по толщине стенки толстостенного цилиндра, нагруженного наружным давлением.
56. Учет сил инерции при расчете на прочность.

57. Определение напряжений во вращающемся кольце.
58. Определение напряжений во вращающемся диске.
59. Определение напряжений в стержне при продольном ударе.
60. Понятие о коэффициенте динамичности при ударе. Различные формы записи коэффициента динамичности.
61. Определение напряжений при поперечном ударе.
62. Определение напряжений при крутильном ударе.
63. Понятие о знакопеременных нагрузках. Виды циклов. Характеристика циклов.
64. Определение предела выносливости при симметричном цикле.
65. Факторы, влияющие на предел выносливости. Коэффициент запаса.
66. Определение предела выносливости при несимметричном цикле.
67. Расчет на прочность по предельным состояниям.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-14:

68. Экспериментальное определение механических характеристик конструкционных материалов при растяжении. Диаграммы растяжения сталей различных марок.
69. Испытание пластичных конструкционных материалов на сжатие. Диаграмма сжатия.
70. Испытание хрупких конструкционных материалов на сжатие. Диаграмма сжатия.
71. Методика проведения испытаний для определения модуля продольной упругости конструкционных материалов.
72. Методика проведения испытаний для определения модуля сдвига конструкционных материалов.
73. Методика проведения испытаний для определения коэффициента Пуассона конструкционных материалов.
74. Методика проведения испытаний на твердость с использованием прибора Бринелля.
75. Методика проведения испытаний на твердость с использованием прибора Роквелла.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше (1 – 41, 68-75).
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше (1 – 75).

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.