

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 1

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

В.К. Пономарев

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«11» _мая_ 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Сопротивление материалов»
(Наименование дисциплины)

| | |
|---|---|
| Код направления подготовки/ специальности | 24.05.06 |
| Наименование направления подготовки/ специальности | Системы управления летательными аппаратами |
| Наименование направленности | Приборы систем управления летательных аппаратов |
| Форма обучения | очная |

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ст. преп., к.т.н.

(должность, уч. Степень, звание)



11.05.21

(подпись, дата)

Е.Э. Аман

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 1

«11» мая 2021 г, протокол № 5/1

Заведующий кафедрой № 1

д.ф.-м.н.,доц.

(уч. Степень, звание)



11.05.21

(подпись, дата)

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 24.05.06(04)

доц.,к.т.н.,доц.

(должность, уч. Степень, звание)



11.05.21

(подпись, дата)

В.К. Пономарев

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе



11.05.21

(подпись, дата)

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Соппротивление материалов» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленности «Приборы систем управления летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой «№1».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с вопросами расхода материалов при расчетах элементов конструкции на прочность, оценки и исследовании процессов, происходящих внутри нагруженных тел простой формы, а так же предсказание их деформации, места и условия поломки.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины состоит в формировании базовых знаний по расчету на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций технических объектов, механических и электромеханических элементов и устройств систем управления летательными аппаратами.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|----------------------------------|--|--|
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности | ОПК-1.3.1 знать разделы математических и естественных наук (в том числе общеинженерного блока), необходимые для освоения профессиональных дисциплин и решения инженерных задач в профессиональной деятельности, а также методы математического анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования ОПК-1.У.1 уметь применять знания в области математических и естественных наук (в том числе общеинженерного блока) для решения практических задач в профессиональной деятельности ОПК-1.У.2 уметь проводить математические расчеты и математический анализ в профессиональной деятельности ОПК-1.В.1 иметь навыки теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности |

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Математический анализ»,
- «Физика»,
- «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра»,
- «Математика. Дифференциальные уравнения».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Метрология, стандартизация и сертификация»,
- «Надежность приборов и систем»,
- «Микромеханические инерциальные чувствительные элементы».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы | Всего | Трудоемкость по семестрам |
|---|--------|---------------------------|
| | | №3 |
| 1 | 2 | 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час) | 3/ 108 | 3/ 108 |
| Из них часов практической подготовки | | |
| Аудиторные занятия, всего час. | 34 | 34 |
| в том числе: | | |
| лекции (Л), (час) | 17 | 17 |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час) | 17 | 17 |
| лабораторные работы (ЛР), (час) | | |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час) | | |
| экзамен, (час) | | |
| Самостоятельная работа, всего (час) | 74 | 74 |
| Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Зачет | Зачет |

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|---|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 3 | | | | | |
| Раздел 1. Основные положения | 2 | | | | 5 |
| Тема 1.1. Допущения | 0,4 | | | | 1 |
| Тема 1.2. Внешние силы | 0,4 | | | | 1 |
| Тема 1.3. Деформации и перемещения | 0,4 | | | | 1 |
| Тема 1.4. Метод сечений | 0,4 | | | | 1 |
| Тема 1.5. Напряжения | 0,4 | | | | 1 |
| Раздел 2. Виды деформаций | 2 | | | | 12 |
| Тема 2.1. Растяжение и сжатие | 0,33 | | | | 2 |
| Тема 2.2. Сдвиг и кручение | 0,33 | 2 | | | 2 |
| Тема 2.3. Геометрические характеристики плоских фигур | 0,33 | 1 | | | 2 |
| Тема 2.4. Изгиб | 0,33 | 1 | | | 2 |
| Тема 2.5. Общий случай нагружения стержня | 0,33 | | | | 2 |
| Тема 2.6. Сложное напряженное состояние | 0,33 | | | | 2 |
| Раздел 3. Гипотезы пластичности и разрушения | 1 | | | | 3 |
| Тема 3.1. Первая гипотеза прочности | 0,33 | 1 | | | 1 |
| Тема 3.2. Вторая гипотеза прочности | 0,33 | | | | 1 |
| Тема 3.3. Энергетические гипотезы прочности | 0,33 | 1 | | | 1 |

| | | | | | |
|---|-----|----|---|---|----|
| Раздел 4. Расчет сжатых стержней на устойчивость | 4 | | | | 20 |
| Тема 4.1. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия | 1 | 4 | | | 5 |
| Тема 4.2. Формула Эйлера | 1 | | | | 5 |
| Тема 4.3. Продольно-поперечный изгиб | 1 | 4 | | | 5 |
| Тема 4.4. Энергетический метод определения критических нагрузок | 1 | | | | 5 |
| Раздел 5. Динамические действие нагрузок | 3 | | | | 9 |
| Тема 5.1. Динамические нагрузки | | 3 | | | |
| Тема 5.2. Свободные колебания системы с одной степенью свободы | 1 | | | | 3 |
| Тема 5.3. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Резонанс. | 1 | 3 | | | 3 |
| Тема 5.3. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Резонанс. | 1 | | | | 3 |
| Раздел 6. Усталостная прочность. | 2 | | | | 16 |
| Тема 6.1. Основные определения | | | | | |
| Тема 6.2. Кривая усталости при симметричном цикле. Предел выносливости | 0,5 | 2 | | | 4 |
| Тема 6.3. Факторы, влияющие на предел выносливости | 0,5 | 2 | | | 4 |
| Тема 6.4. Практические меры повышения сопротивления усталости | 0,5 | | | | 4 |
| Раздел 7. Сопротивление материалов пластическим деформациям. | 3 | 3 | | | 9 |
| Итого в семестре: | 17 | 17 | | | 74 |
| Итого | 17 | 17 | 0 | 0 | 74 |
| | | | | | |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий |
|---------------|--|
| 1 | Раздел 1. Основные положения Тема 1.1. Допущения Тема 1.2. Внешние силы Тема 1.3. Деформации и перемещения Тема 1.4. Метод сечений Тема 1.5. Напряжения |
| 2 | Раздел 2. Виды деформаций Тема 2.1. Растяжение и сжатие Тема 2.2. Сдвиг и кручение Тема 2.3. Геометрические характеристики плоских фигур Тема 2.4. Изгиб Тема 2.5. Общий случай нагружения стержня Тема 2.6. Сложное напряженное состояние |
| 3 | Раздел 3. Гипотезы пластичности и разрушения Тема 3.1. Первая гипотеза прочности Тема 3.2. Вторая гипотеза прочности Тема 3.3 Энергетические гипотезы прочности |
| 4 | Раздел 4. Расчет сжатых стержней на устойчивость Тема 4.1. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия |

| | |
|----------|---|
| | Тема 4.2. Формула Эйлера Тема 4.3. Продольно-поперечный изгиб Тема 4.4. Энергетический метод определения критических нагрузок |
| 5 | Раздел 5. Динамические действие нагрузок Тема 5.1. Динамические нагрузки Тема 5.2. Свободные колебания системы с одной степенью свободы Тема 5.3. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Резонанс. |
| 6 | Раздел 6. Усталостная прочность. Тема 6.1. Основные определения Тема 6.2. Кривая усталости при симметричном цикле. Предел выносливости Тема 6.3. Факторы, влияющие на предел выносливости Тема 6.4. Практические меры повышения сопротивления усталости |
| 7 | Раздел 7. Сопротивление материалов пластическим деформациям. |

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|------------------|--|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 3 | | | | | |
| 1 | Расчеты на прочность и жесткость элементов конструкций при простейших видах деформаций | решение типовых задач | 1 | | 2 |
| 2 | Расчеты на прочность и жесткость элементов конструкций в случае сложного сопротивления | решение типовых задач | 1 | | 2 |
| 3 | Графическое определение напряжений (круг Мора) | решение типовых задач | 1 | | 3 |
| 4 | Проверка сжатых стержней на устойчивость | решение типовых задач | 4 | | 4 |
| 5 | Динамические действие нагрузок | решение типовых задач | 3 | | 5 |
| 6 | Вычисление напряжений и деформаций в быстро вращающихся валах | решение типовых задач | 2 | | 6 |

| | | | | |
|-------|---|-----------------------|----|---|
| | и дисках | | | |
| 7 | Начала теории пластичности и ползучести. Основы расчета элементов конструкций | решение типовых задач | 3 | 7 |
| Всего | | | 17 | |

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено | | | | |
| Всего | | | | |

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы | Всего, час | Семестр 3, час |
|---|------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 50 | 50 |
| Курсовое проектирование (КП, КР) | | |
| Расчетно-графические задания (РГЗ) | | |
| Выполнение реферата (Р) | | |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 14 | 14 |
| Домашнее задание (ДЗ) | | |
| Контрольные работы заочников (КРЗ) | | |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА) | 10 | 10 |
| Всего: | 74 | 74 |

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр | Библиографическая ссылка / URL адрес | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|------|--|---|
| | Биргер, И.А. Сопротивление материалов: учебное пособие /И.А. Биргер, Р.Р. Мавлютов. - М.: Ленанд, 2015. - 560 с. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&code Загл. с экрана | |
| | Степин, П. А. Сопротивление материалов: учебник/ П. А. Степин. – 13-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2014 - 320 с.- Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/3179#authors Загл. с экрана | |
| | Куликов, Ю.А. Сопротивление материалов: курс лекций /Ю.А. Куликов. - СПб.: Лань, 2017. - 272 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91882#authors Загл. с экрана | |

7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес | Наименование |
|---|----------------------|
| http://www.emomi.com/ | Образование механика |
| https://e.lanbook.com/ | ЭБС «Лань» |

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование |
|-------|------------------|
| | Не предусмотрено |

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

| | |
|-------|------------------|
| № п/п | Наименование |
| | Не предусмотрено |

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|--|--|
| 1 | Лекционная аудитория – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей). | Фонд лекционных аудиторий ГУАП |
| 2 | Аудитории для проведения практических занятий – укомплектованы специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей). | Фонд аудиторий ГУАП |
| 3 | Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации. | Фонд аудиторий ГУАП |
| 4 | Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации. | Фонд аудиторий ГУАП (ул. Гастелло 15, ауд. 11-05, 12-06) |

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств |
|------------------------------|----------------------------|
| Зачет | Список вопросов; Тесты. |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции | Характеристика сформированных компетенций |
|---------------------------------------|---|
| 5-балльная шкала | |
| «отлично» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. |
| «хорошо» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. |
| «удовлетворительно» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. |
| «неудовлетворительно» «не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| | Учебным планом не предусмотрено | |

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета | Код индикатора |
|-------|---|----------------|
| 1 | Основные требования, предъявляемые к конструкциям деталей и узлов технических объектов. Основные показатели надежности конструкции. | ОПК-1.3.1 |
| 2 | Типовые расчетные схемы реальных технических объектов. Силы внешние и внутренние. Метод сечений | |
| 3 | Геометрические характеристики сечений. Упругие константы. Гипотеза плоских сечений. Границы применимости. | |
| 4 | Осевое растяжение (сжатие). Закон Гука. Продольные и поперечные | |

| | | |
|----|--|-----------|
| | деформации. Коэффициент поперечной деформации. Статически определимая и статически неопределимая задачи. Условия прочности и жесткости. | |
| 5 | Механические характеристики материалов. Диаграммы растяжения и сжатия. Сравнительная характеристика свойств пластичных и хрупких материалов. | |
| 6 | Чистый сдвиг. Закон Гука. Условия прочности и жесткости. Практические методы расчета соединений деталей на сдвиг. Расчет заклепочных и болтовых соединений. Расчет сварных соединений. | |
| 7 | Напряжения при чистом и поперечном изгибе. Закон Гука. | |
| 8 | Теорема Максвелла-Мора. Способ Верещагина. | |
| 9 | Потенциальная энергия деформации в простейших случаях (осевое растяжение или сжатие, чистый сдвиг, кручение, чистый изгиб). | |
| 10 | Критерии (гипотезы) прочности и пластичности материалов. Расчетные напряжения по различным теориям прочности (по теориям хрупкого и вязкого разрушения). | |
| 11 | Напряжения при колебаниях. Влияние резонанса на величину напряжений. Вычисление напряжений при колебаниях. Коэффициент динамичности при колебаниях. | |
| 12 | Проверка прочности элементов конструкций при действии статических и динамических нагрузок. Подбор сечений. | ОПК-1.У.1 |
| 13 | Температурные и монтажные напряжения в статически неопределимых системах. Учет погрешностей изготовления деталей. | |
| 14 | Плоский изгиб (чистый и поперечный). Типы опор и возникающие в них реакции. Использование основной теоремы статики для определения реакций опор и внутренних сил | |
| 15 | Применение понятия о потенциальной энергии к определению перемещений. Теорема Кастильяно | |
| 16 | Проверка прочности материала конструкции при сложном напряженном состоянии. Напряжения и деформации. Графическое определение напряжений (круг Мора). Потенциальная энергия упругой деформации при сложном напряженном состоянии. | |
| 17 | Расчет статически определимых стержневых систем по допускаемым напряжениям и по допускаемым нагрузкам. | |
| 18 | Расчет статически неопределимых стержневых систем по допускаемым напряжениям и по допускаемым нагрузкам. Раскрытие статической неопределимости стержневых и рамных систем при помощи метода сил. | |
| 19 | Построение полного графика критических напряжений. Влияние способа закрепления концов стержня на критическую силу. | |
| 20 | Проверка сжатых стержней на устойчивость. Выбор типа сечения и материала. | |
| 21 | Динамическое действие нагрузок. Учет сил инерции. | |
| 22 | Резонанс. Выбор собственных частот колебаний механических систем и элементов. Учет массы упругой системы при колебаниях. | |
| 23 | Правила построения эпюр нормальных (продольных) сил N и напряжений σ . Правила построения эпюры упругих перемещений Δl . | ОПК-1.У.2 |
| 24 | Напряжения и деформации при кручении вала круглого поперечного сечения. Закон Гука. Условия прочности и жесткости. Правила | |

| | | |
|----|--|-----------|
| | построения эпюр внутренних крутящих моментов $M_{кр}$ и углов закручивания φ . | |
| 25 | Касательные и главные напряжения при изгибе. Условия прочности и жесткости при плоском изгибе. Правила построения эпюр поперечных сил Q и изгибающих моментов $M_{изг}$. | |
| 26 | Проверка прочности, подбор сечения и определение величины допускаемой нагрузки при изгибе по заданной величине допускаемых напряжений. Проверка прочности балки по главным напряжениям. | |
| 27 | Прогиб и поворот сечения балки. Аналитический способ определения перемещений при изгибе. Интегрирование дифференциального уравнения изогнутой оси балки. Дифференциальные зависимости при изгибе. | |
| 28 | Вычисление моментов инерции плоских фигур. Центр тяжести сечения. Вычисление моментов инерции и моментов сопротивления простейших сечений. Общий способ вычисления моментов инерции сложных сечений. Радиусы инерции, эллипс инерции. | |
| 29 | Вычисление напряжений при равноускоренном движении. | |
| 30 | Расчет вращающегося кольца. Вычисление напряжений и деформаций в быстро вращающихся валах и дисках. Расчет диска равного сопротивления. Определение допускаемых напряжений и критических скоростей вращения. Смещение, вызванное вращением ротора. Силы инерции при вращении | |
| 31 | Использование статических характеристик для расчета динамических характеристик при ударе. Общий прием вычисления напряжений при ударе. Частные случаи вычисления напряжений при ударе. Проверка прочности при ударе. | |
| 32 | Диаграмма Хейя. Влияние концентрации напряжений на прочность конструкции. Местные напряжения | |
| 33 | Принципы расчета элементов конструкций, работающих за пределами упругости. Схематизация диаграмм растяжения. Напряжения и перемещения в стержневых системах при наличии пластических деформаций. | |
| 34 | Понятие о напряженном и деформированном состоянии в точке сечения. Уравнения совместности деформаций. Напряжения в сечениях, перпендикулярных геометрической оси стержня. | ОПК-1.В.1 |
| 35 | Механизм появления и развития трещин усталости. Допускаемые напряжения. Проверка прочности в случае сложного напряженного состояния. Практические меры по борьбе с изломами усталости. | |
| 36 | Закон распределения напряжений при кручении (по сечениям, перпендикулярным к оси стержня и по наклонным сечениям). Кручение стержней некруглого сечения | |
| 37 | Принцип суперпозиции (принцип независимости действия сил). Границы применимости. Сложное сопротивление. Оценка прочности и жесткости элементов конструкций. | |
| 38 | Общий случай сложного сопротивления. Внутренние силовые факторы в общем случае действия сил. Характер воздействия по осям симметрии сечения и центральным осям. Определение нормальных и касательных напряжений | |
| 39 | Прочностная и деформационная модель круглой и прямоугольной пластины. Расчет круглой пластины шарнирной опертой и жестко заделанной по контуру. | |

| | | |
|----|---|--|
| 40 | Гипотезы теории тонкостенных оболочек. Перемещения и деформации срединной поверхности оболочки. Уравнение совместности деформаций срединной поверхности оболочки. | |
| 41 | Безмоментная теория оболочек. Основные уравнения. Определение внутренних усилий, напряжений, перемещений и деформаций. | |
| 42 | Формула Эйлера для определения критической силы и пределы ее применения. Гибкость стержня. Приведенная длина. | |
| 43 | Влияние высоких температур на механические свойства материалов. Явление ползучести и релаксации. Начала теории пластичности и ползучести. Кривые ползучести и релаксации. Основы расчета на ползучесть. | |
| 44 | Влияние размеров детали на величину предела выносливости. Влияние качества обработки поверхности детали. Определение коэффициента запаса при циклическом нагружении. Практические примеры при переменных нагрузках. | |

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы |
|-------|--|
| | Учебным планом не предусмотрено |

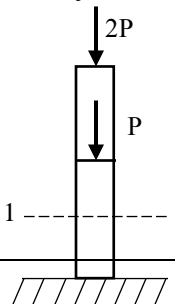
Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

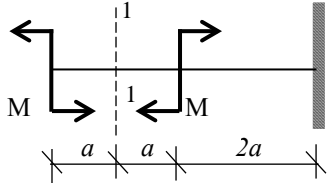
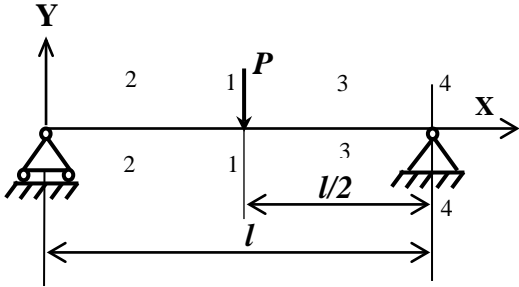
Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

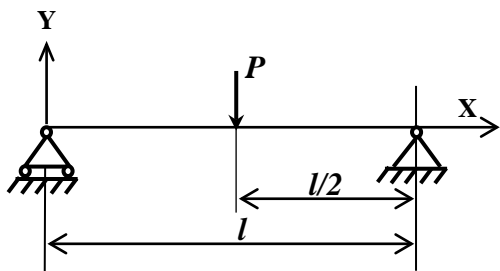
| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов | Код индикатора |
|-------|---|----------------|
| | Круглая гладкая ось постоянного поперечного сечения диаметром $d=100\text{мм}$ нагружена изгибающим моментом $M=10000\text{ Нм}$. Если предел текучести материала $\sigma_T=200\text{Мпа}$, то ее запас прочности равен ... – 3 – 4 – 1,5 – 2 | ОПК-1.У.1 |
| | Предел текучести материала сварной конструкции $\sigma_T=210\text{Мпа}$. Если сварка автоматическая, то допускаемое напряжение для расчета на растяжение рекомендуется назначить ... – 140 МПа – 210 МПа – 280 МПа – 70 МПа | ОПК-1.У.2 |

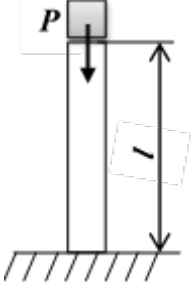
| | | |
|--|---|-----------|
| | <p>Концентраторы напряжений при работе вала ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – снижают вибрации – повышают статическую прочность – снижают сопротивление усталости – повышают допускаемые напряжения | ОПК-1.У.1 |
| | <p>Чугунный образец диаметром 0,015 м разрушился при $P=0,12$ МН, тогда величина предела прочности равна ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – 679 МПа – 527 МПа – 750 МПа – 815 МПа | ОПК-1.У.1 |
| | <p>Отношение абсолютного удлинения (укорочения) Δl стержня к первоначальной длине l называется</p> <ul style="list-style-type: none"> – относительным изменением объема – средней относительной линейной деформацией ε_{cp} – угловой деформацией – изменением формы стержня | ОПК-1.3.1 |
| | <p>В случае сложного сопротивления стержня для определения напряжений и деформаций в пределах применимости закона Гука используется ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – метод сил – принцип Сен-Венана – принцип независимости действия сил – допущение о равномерности распределения напряжений по сечению | ОПК-1.3.1 |
| | <p>Коэффициент приведенной длины стержня при вычислении критической силы по формуле Эйлера зависит от ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – материала стержня – величины приложенной силы – формы поперечного сечения стержня – способа закрепления стержня | ОПК-1.3.1 |
| | Дифференциальное уравнение движения упругой системы с одной | ОПК-1.3.1 |

| | | |
|--|---|-----------|
| | <p>степенью свободы $\ddot{x} + 2n\dot{x} + \omega^2x = \frac{F_0}{m} \sin\Omega t$ является уравнением</p> <p>...</p> <ul style="list-style-type: none"> - вынужденных колебаний с учетом сил сопротивления - свободных колебаний с учетом сил сопротивления - гармонических колебаний без учета сил сопротивления - свободных колебаний без учета сил сопротивления | |
| | <p>Амплитуда σ_a цикла напряжений связана с максимальным σ_{max} и минимальным σ_{min} напряжениями цикла зависимостью ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - $\sigma_a = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}$ - $\sigma_a = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}$ - $\sigma_a = \sqrt{\sigma_{max}\sigma_{min}}$ - $\sigma_a = \frac{1}{\sigma_{max}} + \frac{1}{\sigma_{min}}$ | ОПК-1.3.1 |
| | <p>К объемным силам относится ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - погонная нагрузка - сосредоточенная сила - собственный вес тела - нагрузка, распределенная по поверхности | ОПК-1.3.1 |
| | <p>Критерием работоспособности соединения стандартной призматической шпонкой является прочность по напряжениям ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - смятия - растяжения - изгиба - среза | ОПК-1.3.1 |
| | <p>В клепаном соединении двух одинаковых листов толщиной $\delta_1 = \delta_2 = 3$ мм поставлены 4 заклепки диаметром $d = 6,5$ мм. При нагрузке усилием $P = 10$ кН напряжения смятия $\sigma_{см}$ в заклепках будут равны</p> <p>...</p> <ul style="list-style-type: none"> - $\sigma_{см} = 198$ МПа - $\sigma_{см} = 128$ МПа - $\sigma_{см} = 171$ МПа - $\sigma_{см} = 142$ МПа | ОПК-1.У.1 |

| | | |
|--|--|-----------|
| | <p>Сварные угловые швы рассчитывают на прочность ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – по одному из катетов – по толщине детали – по длине шва – по биссектрисе прямого угла | ОПК-1.У.2 |
| | <p>Величина, служащая мерой механического действия одного материального тела на другое, называется ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – силой – механической связью – реакцией связи – устойчивостью | ОПК-1.З.1 |
| | <p>Основным содержанием сопротивления материалов является разработка ..., с помощью которых можно выбрать материал и необходимые размеры элементов конструкции, оценить сопротивление конструкционных материалов внешним воздействиям.</p> <ul style="list-style-type: none"> – основных принципов расчета призматических оболочек – методов расчета промышленных сооружений – моделей прочностной надежности летательных аппаратов – методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций | ОПК-1.В.1 |
| | <p>Метод, позволяющий определить внутренние усилия в сечении стержня, называется ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – методом независимости действия сил – методом начальных параметров – методом сечений – методом сил | ОПК-1.З.1 |
| | <p>Для стержня, схема которого изображена на рисунке, нормальные напряжения, действующие в сечении 1-1, будут ...</p>  | ОПК-1.У.1 |

| | | |
|--|--|-----------|
| | <ul style="list-style-type: none"> - сжимающими - растягивающими и сжимающими - равны нулю - растягивающими | |
| | <p>В сечении 1-1 имеют место внутренние силовые факторы ...</p>  <ul style="list-style-type: none"> - M, Q - M - Q - $M=0, Q=0$ | ОПК-1.У.2 |
| | <p>Максимальный прогиб возникает в сечении ...</p>  <ul style="list-style-type: none"> - 1-1 - 2-2 - 3-3 - 4-4 | ОПК-1.У.2 |
| | <p>Максимальные нормальные напряжения в сечении при плоском изгибе балки возникают ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - на геометрической оси балки - у верхнего и нижнего краев сечения - у верхнего края сечения - у нижнего края сечения | ОПК-1.В.1 |
| | <p>При плоском изгибе балки касательные напряжения максимальны ...</p> | ОПК-1.В.1 |

| | | |
|--|---|-----------|
| | <ul style="list-style-type: none"> – на геометрической оси балки – у верхнего и нижнего краев сечения – у верхнего края сечения – у нижнего края сечения | |
| | <p>Если максимальные касательные напряжения от крутящего момента в поперечном сечении трубы с наружным диаметром 100 мм и внутренним – 80 мм составляют 60 Мпа, то касательные напряжения в точках у внутренней поверхности сечения трубы равны ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – 150 Мпа – 48 Мпа – 75 Мпа – 24 Мпа | ОПК-1.У.1 |
| <p>Прогиб среднего сечения шарнирно опертой балки (P, l, EI_x – известны) равен ...</p> <p>$\frac{Pl^3}{8EI_x}$</p> <p>$\frac{Pl^3}{48EI_x}$</p> <p>$\frac{Pl^3}{4EI_x}$</p> <p>$\frac{Pl^3}{EI_x}$</p> |  | ОПК-1.У.2 |
| | <p>Вывод формулы Эйлера для критической силы сжатого стержня основан на предположении, что под действием сжимающей силы, равной критической силе, стержень изогнется, при этом ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – в стержне возникают пластические деформации – напряжения достигают предела текучести – напряжения превышают предел текучести – деформации подчиняются закону Гука | ОПК-1.В.1 |
| | <p>Укорочение вертикального стержня длиной l, статически сжатого усилием P, составляет δ_0. Укорочение этого же стержня в случае мгновенного приложения нагрузки P равно ...</p> | ОПК-1.У.1 |

| | | |
|--|---|-----------|
| |  <p> $2\delta_0$ $\delta_0\sqrt{\frac{l}{\delta_0}}$ $\delta_0\left(1+\sqrt{1+\frac{2l}{\delta_0}}\right)$ $\delta_0\left(1+\sqrt{1+\frac{\delta_0}{2l}}\right)$ </p> | |
| | <p>Наибольшего значения нормальные напряжения при кручении вала достигают по сечениям, наклоненным к оси вала под углом ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - 45° - 0° - 90° - 30° | ОПК-1.У.2 |
| | <p>Сумма нормальных напряжений, действующих по двум взаимно перпендикулярным площадкам, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - постоянна и равна сумме главных напряжений - постоянна и равна разности главных напряжений - постоянна и равна удвоенной сумме главных напряжений - не постоянна и не равна сумме главных напряжений | ОПК-1.3.1 |
| | <p>Под чистым сдвигом понимают такой вид напряженного состояния, при котором по граням выделенного из материала элемента возникают ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - только касательные напряжения - только нормальные напряжения - и нормальные и касательные напряжения - не возникает никаких напряжений | ОПК-1.3.1 |
| | <p>При косом изгибе нейтральная ось N ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - не зависит от величины приложенной силы P и не перпендикулярна линии ее действия | ОПК-1.3.1 |

| | | |
|--|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> – зависит от величины приложенной силы P и перпендикулярна линии ее действия – не зависит от величины приложенной силы P и перпендикулярна линии ее действия – зависит от величины приложенной силы P и не перпендикулярна линии ее действия | |
|--|---|--|

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
| | Не предусмотрено |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- соответствует темам лекций п. 4.2.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Практические занятия по дисциплине «Сопротивление материалов» проводятся в аудитории общего назначения.

Цель практических занятий – обобщение и систематизация знаний, полученных обучающимися в ходе изучения дисциплины «Сопротивление материалов».

Практические занятия проводятся в не интерактивной форме.

Практические занятия включают в себя

- изучение основных теоретических положений механики материалов в приложении к вопросам расчета на прочность, жесткость и устойчивость деталей и узлов механизмов, используемых в системах управления летательными аппаратами;
- решение обучающимися типовых задач по расчету на прочность, жесткость и устойчивость деталей и узлов механизмов;
- ответы преподавателем на вопросы обучающихся (с возможным дальнейшим обсуждением), возникающие при выполнении ими практических заданий, а также самостоятельного изучения теоретического материала.

На практических занятиях осуществляется текущий контроль результатов изучения дисциплины «Сопротивление материалов».

Учебно-методическая литература:

1. 539 О-60 Опалихина, О.В. Расчеты на прочность и жесткость элементов конструкций/ О. В. Опалихина; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 98 с. Имеются экземпляры в отделах: фонд учебного корпуса Гастелло (21), студ. отдел (БМ) (3).

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

В ходе выполнения самостоятельной работы обучающийся изучает теоретический материал дисциплины, решает типовые задачи, размещенные в личном кабинете: <http://pro.guap.ru/exters/>

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости обучающихся проводится в соответствии с СТО ГУАП СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов ГУАП, обучающихся по образовательным программам высшего образования».

По дисциплине «Сопротивление материалов» предусматриваются следующие возможные методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

- устный опрос на занятиях;
- проверка практических задач и домашних заданий;
- тестирование.

В течение семестра обучающиеся загружают в ИСО ГУАП отчетные материалы, а преподаватели оценивают загруженные материалы в соответствии с установленными СТО ГУАП СМК 3.76 требованиями к прохождению текущего контроля успеваемости. В ИСО ГУАП фиксируется общее количество баллов, полученных обучающимися к моменту проведения промежуточной аттестации: <http://pro.guap.ru/> , <https://lms.guap.ru/>.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Вариантом промежуточной аттестации наряду с зачетом по сопротивлению материалов может быть письменное тестирование.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |