



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Казанский государственный аграрный университет»  
(ФГБОУ ВО Казанский ГАУ)**

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра общинженерные дисциплины



Рабочая программа дисциплины

**СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки  
35.03.06 Агроинженерия

Направленность (профиль) подготовки  
Электрооборудование и электротехнологии

Уровень  
бакалавриата

Форма обучения  
очная, заочная

Год поступления обучающихся: 2020

Казань - 2020

Составитель: Пикмуллин Г.В., к.т.н., доцент

Рабочая программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры  
«Общинженерные дисциплины» 27 апреля 2020 года (протокол № 11)

Заведующий кафедрой, к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Пикмуллин Г.В.

Рассмотрена и одобрена на заседании методической комиссии Института  
механизации и технического сервиса 12 мая 2020 г. (протокол №8)

Пред. метод. комиссии, к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Шайхутдинов Р.Р.

Согласовано:  
Директор Института механизации  
и технического сервиса,  
д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ Яхин С.М.

Протокол Ученого совета ИМ и ТС № 10 от 14 мая 2020 г.

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

В результате освоения ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, по дисциплине «Сопротивления материалов», обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения:

Таблица 1.1 – Требования к результатам освоения дисциплины

| Код индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                   | Индикатор достижения компетенции                                                                                                                                 | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b>                                             |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>УК-1.3</b>                                                                                                                                                                           | Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.                                                                           | <b>Знать:</b> возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.<br><b>Уметь:</b> рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.<br><b>Владеть:</b> навыками рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>УК-1.5.</b>                                                                                                                                                                          | Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи.                                                                                                     | <b>Знать:</b> методы определения и оценивания последствия возможных решений задачи.<br><b>Уметь:</b> определять и оценивать последствия возможных решений задачи<br><b>Владеть:</b> навыками определять и оценивать последствия возможных решений задачи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационных технологий</b> |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>ОПК-1.1</b>                                                                                                                                                                          | Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в агроинженерии | <b>Знать:</b> основные законы математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач курса сопротивления материалов<br><b>Уметь:</b> применять основные законы математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области сопротивления материалов<br><b>Владеть:</b> навыками демонстрации знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области сопротивления материалов |

| <b>ОПК-5. Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности</b> |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-5.1</b>                                                                                                 | Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области агроинженерии | <b>Знать:</b> методы проведения экспериментальных исследований расчетов на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций<br><b>Уметь:</b> проводить экспериментальные исследования расчетов на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций под руководством специалиста более высокой квалификации<br><b>Владеть:</b> навыками проведения экспериментальных исследований расчетов на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций |
| <b>ОПК-5.2</b>                                                                                                 | Использует классические и современные методы исследования в агроинженерии                                                             | <b>Знать:</b> классические и современные методы исследования расчетов на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций<br><b>Уметь:</b> применять классические и современные методы исследования расчетов на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций<br><b>Владеть:</b> навыками исследования расчетов на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций с использованием классических и современных методов                    |

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина относится к обязательной части, блока 1 «Дисциплины». Изучается в 3, 4 семестре, на 2 курсе при очной форме обучения и на 2 курсе при заочной форме обучения.

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана: математика, физика, теоретическая механика, материаловедение и ТКМ. Дисциплина является основополагающей, при изучении следующих дисциплин: «Гидравлика», «Теплотехника», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Автоматика», «Детали машин и основы конструирования».

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5 зачетных единиц, 180 часов.**

Таблица 3.1 - Распределение фонда времени по семестрам и видам занятий

| Вид учебных занятий                                                | Очное обучение             |            | Заочное обучение           |                 |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------|----------------------------|-----------------|
|                                                                    | Распределение по семестрам |            | Распределение по семестрам |                 |
|                                                                    | 3 сем.                     | 4 сем.     | 2 курс, 3сессия            | 2 курс, 4сессия |
| <b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего, час)</b> | <b>35</b>                  | <b>53</b>  | <b>13</b>                  | <b>15</b>       |
| в том числе:                                                       |                            |            |                            |                 |
| - лекции, час                                                      | 16                         | 18         | 4                          | 4               |
| - лабораторные занятия, час                                        | 18                         | 16         | 8                          | 6               |
| - практические занятия, час                                        | -                          | 18         | -                          | 4               |
| - зачет, час                                                       | 1                          | -          | 1                          | -               |
| - экзамен, час                                                     | -                          | 1          | -                          | 1               |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся (всего, час)</b>             | <b>37</b>                  | <b>55</b>  | <b>55</b>                  | <b>93</b>       |
| в том числе:                                                       |                            |            |                            |                 |
| - подготовка к лабораторным занятиям, час                          | 16                         | 17         | 30                         | 40              |
| - работа с тестами и вопросами для самоподготовки, час             | 17                         | 20         | 21                         | 44              |
| - выполнение курсового проекта, час                                | -                          | -          | -                          | -               |
| - подготовка к зачету, час                                         | 4                          | -          | 4                          | -               |
| - подготовка к экзамену, час                                       | -                          | 18         | -                          | 9               |
| <b>Общая трудоемкость час</b>                                      | <b>72</b>                  | <b>108</b> | <b>72</b>                  | <b>108</b>      |
| <b>зач. ед.</b>                                                    | <b>2</b>                   | <b>3</b>   | <b>2</b>                   | <b>3</b>        |

**4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам и темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий в академических часах**

Таблица 4.1 - Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий в академических часах

| № темы | Раздел дисциплины                                                                                                           | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, в часах |        |             |        |                |        |                  |        |                |        |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------|--------|----------------|--------|------------------|--------|----------------|--------|
|        |                                                                                                                             | лекции                                                                                |        | лаб. работы |        | практ. занятия |        | всего ауд. часов |        | самост. работа |        |
|        |                                                                                                                             | очно                                                                                  | заочно | очно        | заочно | очно           | заочно | очно             | заочно | очно           | заочно |
| 1      | Понятие о сопротивлении материалов. Основные гипотезы и принципы сопротивления материалов. Растяжение-сжатие. Основы теории | 16                                                                                    | 4      | 18          | 10     | 10             | 4      | 44               | 18     | 32             | 50     |

5

|              |                                                                                                                                                                                                                                                     |           |          |           |           |           |          |           |           |           |            |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|              | напряженного и деформированного состояний. Геометрические характеристики плоских сечений. Кручение. Изгиб.                                                                                                                                          |           |          |           |           |           |          |           |           |           |            |
| 2            | Определение перемещений энергетическими методами (Кастилиано, Максвелла – Мора, Верещагина). Расчет статически неопределимых стержневых систем. Сложное сопротивление.                                                                              | 10        | 2        | 8         | 2         | 6         | -        | 24        | 4         | 30        | 54         |
| 3            | Расчет элементов конструкций, работающих за пределом упругости. Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени. Устойчивость равновесия деформируемых систем. Расчет толстостенных труб и кривых стержней. Упругие колебания и удар. | 8         | 2        | 8         | 2         | 2         | -        | 18        | 4         | 30        | 44         |
| <b>Итого</b> |                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>34</b> | <b>8</b> | <b>34</b> | <b>14</b> | <b>18</b> | <b>4</b> | <b>86</b> | <b>26</b> | <b>92</b> | <b>148</b> |

**4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам**

Таблица 4.2 - Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

| №        | Содержание раздела (темы) дисциплины                                                                                                         | Время, ак. час |        |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|
|          |                                                                                                                                              | очно           | заочно |
| <b>1</b> | <b>Раздел 1. Понятие о сопротивлении материалов. Основные гипотезы и принципы сопротивления материалов. Растяжение-сжатие. Основы теории</b> |                |        |

6

|                             |                                                                                                                                                                                                                         |           |           |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
|                             | напряженного и деформированного состояний. Геометрические характеристики плоских сечений. Кручение. Изгиб.                                                                                                              |           |           |
| <b>Лекционный курс</b>      |                                                                                                                                                                                                                         | <b>16</b> | <b>4</b>  |
| 1.1                         | Понятие о сопротивлении материалов. Основные гипотезы и принципы сопротивления материалов.                                                                                                                              | 2         | 2         |
| 1.2                         | Растяжение-сжатие.                                                                                                                                                                                                      | 2         |           |
| 1.3                         | Основы теории напряженного и деформированного состояний.                                                                                                                                                                | 4         |           |
| 1.4                         | Геометрические характеристики плоских сечений.                                                                                                                                                                          | 2         |           |
| 1.5                         | Кручение.                                                                                                                                                                                                               | 2         | 2         |
| 1.6                         | Изгиб.                                                                                                                                                                                                                  | 4         |           |
| <b>Лабораторные работы</b>  |                                                                                                                                                                                                                         | <b>18</b> | <b>10</b> |
| 1.7                         | Испытательные машины и измерительные приборы                                                                                                                                                                            | 2         | 2         |
| 1.8                         | Испытание металла на растяжение                                                                                                                                                                                         | 2         |           |
| 1.9                         | Испытание металла на сжатие                                                                                                                                                                                             | 2         | 2         |
| 1.10                        | Испытания древесины на сжатие и скалывание                                                                                                                                                                              | 2         |           |
| 1.11                        | Определение модуля продольной упругости стали                                                                                                                                                                           | 2         |           |
| 1.12                        | Испытание металла на перерезывание.                                                                                                                                                                                     | 2         |           |
| 1.13                        | Испытание металла на кручение до разрушения.                                                                                                                                                                            | 2         | 2         |
| 1.14                        | Испытание древесины на изгиб до разрушения.                                                                                                                                                                             | 2         |           |
| 1.15                        | Определение модуля сдвига G.                                                                                                                                                                                            | 2         | -         |
| <b>Практические занятия</b> |                                                                                                                                                                                                                         | <b>10</b> | <b>4</b>  |
| 1.16                        | Растяжение и сжатие стержней                                                                                                                                                                                            | 2         | 2         |
| 1.17                        | Геометрические характеристики сечений.                                                                                                                                                                                  | 2         | -         |
| 1.18                        | Сдвиг и кручение.                                                                                                                                                                                                       | 2         | -         |
| 1.19                        | Плоский изгиб стержня.                                                                                                                                                                                                  | 4         | 2         |
| 2                           | <b>Раздел 2.</b> Определение перемещений энергетическими методами (Кастилиано, Максвелла – Мора, Верещагина). Расчет статически неопределимых стержневых систем. Сложное сопротивление.                                 |           |           |
| <b>Лекционный курс</b>      |                                                                                                                                                                                                                         | <b>10</b> | <b>2</b>  |
| 2.1                         | Определение перемещений энергетическими методами (Кастилиано, Максвелла – Мора, Верещагина).                                                                                                                            | 2         | -         |
| 2.3                         | Расчет статически неопределимых стержневых систем.                                                                                                                                                                      | 4         | -         |
| 2.3                         | Сложное сопротивление.                                                                                                                                                                                                  | 4         | 2         |
| <b>Лабораторные работы</b>  |                                                                                                                                                                                                                         | <b>8</b>  | <b>-</b>  |
| 2.4                         | Определение напряжений при кручении.                                                                                                                                                                                    | 2         | -         |
| 2.5                         | Исследование прогибов балки.                                                                                                                                                                                            | 2         | 2         |
| 2.6                         | Исследование перемещений при косом изгибе.                                                                                                                                                                              | 2         | 2         |
| 2.7                         | Внецентренное растяжение образца.                                                                                                                                                                                       | 2         | -         |
| <b>Практические занятия</b> |                                                                                                                                                                                                                         | <b>6</b>  | <b>-</b>  |
| 2.8                         | Напряженное и деформированное состояние.                                                                                                                                                                                | 2         | -         |
| 2.9                         | Раскрытие статической неопределимости.                                                                                                                                                                                  | 2         | -         |
| 2.10                        | Сложное сопротивление стержня.                                                                                                                                                                                          | 2         | -         |
| 3                           | <b>Раздел 3.</b> Расчет элементов конструкций, работающих за пределом упругости. Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени. Устойчивость равновесия деформируемых систем. Упругие колебания и удар. |           |           |
| <b>Лекционный курс</b>      |                                                                                                                                                                                                                         | <b>8</b>  | <b>2</b>  |
| 3.1                         | Расчет элементов конструкций, работающих за пределом упругости.                                                                                                                                                         | 2         | -         |

|                             |                                                                 |          |          |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------|----------|
| 3.2                         | Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени.  | 2        | 1        |
| 3.3                         | Устойчивость равновесия деформируемых систем.                   | 2        | 1        |
| 3.4                         | Упругие колебания и удар.                                       | 2        | -        |
| <b>Лабораторные работы</b>  |                                                                 | <b>8</b> | <b>2</b> |
| 3.5                         | Исследование напряженного состояния при изгибе с кручением.     | 4        | -        |
| 3.6                         | Определение удельной ударной вязкости при изгибе.               | 2        | -        |
| 3.7                         | Деформация балки под действием свободно падающего груза (удар). | 2        | 2        |
| <b>Практические занятия</b> |                                                                 | <b>2</b> | <b>-</b> |
| 3.8                         | Устойчивость деформируемых систем.                              | 2        | -        |

#### 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Пикмуллин, Г.В. Методическое указание и контрольные задания по сопротивлению материалов для студентов заочной формы обучения - бакалавриат /Г.В.Пикмуллин, В.Н.Михайлов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2012. - 86с.
2. Пикмуллин, Г.В. Методические указания для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по сопротивлению материалов (часть 1) /Г.В.Пикмуллин, А.А.Мустафин. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2015. - 40 с.
3. Пикмуллин, Г.В. Методические указания для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по сопротивлению материалов (часть 2) / Г.В.Пикмуллин, А.А.Мустафин. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2016. - 36 с.
4. Пикмуллин, Г.В. Учебное пособие «Сопротивление материалов» /Г.В. Пикмуллин, А.А. Мустафин, С.М. Яхин, Р.Х. Марданов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2016. - 176 с. ISBN 978-5-905201-37-0.
5. Пикмуллин, Г.В. Методические указания для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по сопротивлению материалов (часть 3) /Г.В.Пикмуллин, А.А.Мустафин. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2017.-36 с.
6. Пикмуллин, Г.В. Методические указания для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по сопротивлению материалов (часть 4) /Г.В.Пикмуллин, А.А.Мустафин. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018.- 28 с.
7. Пикмуллин, Г.В. Лабораторный практикум для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по сопротивлению материалов /Г.В.Пикмуллин, А.А.Мустафин, Р.Х. Марданов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. - 24 с.
8. Пикмуллин, Г.В. Методические указания и контрольные задания по сопротивлению материалов /Г.В. Пикмуллин, А.А Мустафин, Марданов Р.Х. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. - 44 с.

#### Примерная тематика курсовых проектов:

Не предусмотрено

## Примерная тематика рефератов:

Не предусмотрено

### 6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Представлен в приложении в рабочей программе дисциплины «Сопротивления материалов».

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

##### а) основная литература

1. Степин П. А. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 320 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3179](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3179)
3. Серазутдинов М.И. Прикладная механика: учебник/ М.И.Серазутдинов, Э.Н. Островская, Н.П.Петухов, С.Г.Сидорин: под ред.М.Н. Серазутдинова-Казань ООО Веда, 2011. – 322 с.
4. Биргер И.А. Сопротивление материалов: учеб. пособие для машино- строит. и авиац. вузов. - 2-е изд. - М.: Ленанд, 2015. - 560 с. : ил.
5. Березина Е.В. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.В. Березина. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2010. - 208 с.
6. Волосухин В.А. Сопротивление материалов [электронный ресурс]: Учебник / В.А. Волосухин, В.Б. Логвинов, С.И. Евтушенко. - 5-е изд. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 543 с.

##### б) дополнительная литература

1. Александров А.В. Сопротивление материалов. / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П.Державин.М.: Высшая школа, 2010. –560 с.
2. Стородубцева, Т.Н. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Воронеж : ВГЛУ, 2015. — 196 с.
3. Сидорин С.Г. Сопротивление материалов: теория, тестовые задания, примеры решения: учеб. пособие / С.Г. Сидорин, Ф.С. Хайруллин. — М. : РИОР : ИНФРА-М, 2018. — 184 с.
4. Паршин Л.К. и др. Сборник задач по сопротивлению материалов. - М.: Наука, 2011. –432 с.
5. Атаров Н.М. Сопротивление материалов в примерах и задачах [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Н.М. Атаров. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 407 с.
6. Евтушенко С.И. Сопротивление материалов [электронный ресурс]: Сборник задач с решениями: Учебное пособие / С.И. Евтушенко, Т.А. Дукмасова, Н.А. Вильбицкая. - М.: ИЦРИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 210 с.

Задачники и пособия по решению задач:

1. Миролюбов И.Н. Сопротивление материалов: пособие по решению задач / И.Н. Миролюбов [и др.]. - 9-е изд., испр. - СПб.: Лань, 2014. -512 с.
2. Муморцев А.Н. Сборник задач по сопротивлению материалов [Электронный

ресурс]: Учебное пособие / А.Н. Муморцев, Е.А. Фролов. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 112 с.

3. Кудрявцев С. Г. Сопротивление материалов. Интернет-тестирование базовых знаний [Электронный ресурс]: / Кудрявцев С. Г., Сердюков В. Н. Москва: Лань, 2013. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5247](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5247).

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

##### Интернет ресурсы:

- 1 <http://www.isopromat.ru/> - сайт помощи студентам в изучении дисциплины сопротивления материалов в рамках большого раздела инженерной механики, содержащий лекционный материал, подробное описание решений типовых задач, учебники и пособия, а также публикующий новости технической механики.
  2. <http://sopromato.ru/> - сайт, содержащий только важные сведения по сопротивлению материалов, имеющий удобную навигацию, содержащий много справочной информации, полезной студентам технических направлений подготовки.
  3. <http://sopromat.org/> - сайт со свободным программным обеспечением для расчета балок, плоских ферм, геометрических характеристик плоских сечений онлайн, на мобильном телефоне, для Android.
  4. <http://soprotmat.ru/> - электронный учебный курс для студентов очной и заочной формы обучения.
  5. <http://window.edu.ru/> - информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
- Электронная библиотечная система «Znanium.Com» Издательство «ИНФРА-М».
- Электронная библиотечная система «e.lanbook.com».

#### 9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Основными видами учебных занятий для студентов по данному курсу учебной дисциплины являются: лекции, лабораторные занятия и самостоятельная работа студентов.

**Методические указания к лекционным занятиям.** В лекциях излагаются основные теоретические сведения, составляющие научную концепцию курса. Для успешного освоения лекционного материала рекомендуется:

- после прослушивания лекции прочитать её в тот же день;
- выделить маркерами основные положения лекции;
- структурировать лекционный материал с помощью пометок на полях в соответствии с примерными вопросами для подготовки.

В процессе лекционного занятия студент должен выделять важные моменты, выводы, основные положения, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удаётся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии. Студенту рекомендуется во время лекции участвовать в обсуждении проблемных вопросов, высказывать и аргументировать своё мнение. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От того, насколько эффективно это будет сделано, зависит и прочность усвоения знаний. Рекомендуется перечитать текст лекции, выявить основные моменты в каждом вопросе,

затем ознакомиться с изложением соответствующей темы в учебниках, проанализировать дополнительную учебно-методическую и научную литературу по теме, расширив и углубив свои знания. В процессе рекомендуется выписывать из изученной литературы и подбирать свои примеры к изложенным на лекции положениям.

**Методические рекомендации студентам к лабораторным занятиям.** При подготовке к лабораторным занятиям рекомендуется следующий порядок действий:

1. Внимательно проанализировать поставленные теоретические вопросы, определить объем теоретического материала, который необходимо усвоить.
2. Изучить лекционные материалы, соотнося их с вопросами, вынесенными на обсуждение.
3. Прочитать рекомендованную обязательную и дополнительную литературу, дополняя лекционный материал (желательно делать письменные заметки).
4. Отметить положения, которые требуют уточнения, зафиксировать возникшие вопросы.

5. После усвоения теоретического материала необходимо приступить к выполнению лабораторного задания. Лабораторное задание рекомендуется выполнять письменно.

**Методические рекомендации студентам к самостоятельной работе.** Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний. Самостоятельная работа обучающихся регламентируется Положением об организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, основной и дополнительной литературы; подготовку к лабораторным занятиям в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.

Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углубленного изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на лекциях, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на лабораторных занятиях, контроль знаний студентов.

При подготовке к лабораторным занятиям и выполнении контрольных заданий студентам следует использовать литературу из приведенного в данной программе списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.

Перед каждым лабораторным занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:

- проработать конспект лекций;
- проанализировать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);
- изучить решения типовых задач *(при наличии)*;
- решить заданные домашние задания;
- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

В конце каждого практического занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.

Перечень методических указаний по дисциплине:

1. Пикмуллин, Г.В. Методическое указание и контрольные задания по сопротивлению материалов для студентов заочной формы обучения - бакалавриат /Г.В.Пикмуллин, В.Н.Михайлов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2012. - 86с.
  2. Пикмуллин, Г.В. Методические указания для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по сопротивлению материалов (часть 1) /Г.В.Пикмуллин, А.А.Мустафин. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2015. - 40 с.
  3. Пикмуллин, Г.В. Методические указания для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по сопротивлению материалов (часть 2) / Г.В.Пикмуллин, А.А.Мустафин. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2016. - 36 с.
  4. Пикмуллин, Г.В. Учебное пособие «Сопротивление материалов» /Г.В. Пикмуллин, А.А. Мустафин, С.М. Яхин, Р.Х. Марданов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2016. - 176 с. ISBN 978-5-905201-37-0.
  5. Пикмуллин, Г.В. Методические указания для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по сопротивлению материалов (часть 3) /Г.В.Пикмуллин, А.А.Мустафин. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2017.-36 с.
  6. Пикмуллин, Г.В. Методические указания для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по сопротивлению материалов (часть 4) /Г.В.Пикмуллин, А.А.Мустафин. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018.- 28 с.
  7. Пикмуллин, Г.В. Лабораторный практикум для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по сопротивлению материалов /Г.В.Пикмуллин, А.А.Мустафин, Р.Х. Марданов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. - 24 с.
- Пикмуллин, Г.В. Методические указания и контрольные задания по сопротивлению материалов /Г.В. Пикмуллин, А.А. Мустафин, Марданов Р.Х. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. - 44 с.

#### 10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем *(при необходимости)*

| Форма проведения занятия, самостоятельной работы | Используемые информационные технологии                                    | Перечень информационных справочных систем (при необходимости) | Перечень программного обеспечения                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекционный курс                                  | Мультимедийные технологии в сочетании с технологией проблемного изложения | нет                                                           | 1. Операционная система Microsoft Windows 7 Enterprise для образовательных.<br>2. Офисное ПО из состава пакета Microsoft Office Standart 2016.<br>3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса.<br>4. LMS Moodle (модульная объектно-ориентированная динамическая среда |
| Лабораторная работа                              |                                                                           |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Практическая работа                              |                                                                           |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Самостоятельная работа                           |                                                                           |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|  |  |                                                                                                                                            |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | обучения).<br>5. «Антиплагиат. ВУЗ». ЗАО «Анти-Плагат».<br>6. Автоматизированная система контроля и обучения теоретическим знаниям «Аист». |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Форма проведения занятия, СР | Аудитория с лабораторными установками, мультимедийным оборудованием                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Лекция                       | Учебная аудитория № 415 для проведения занятий лекционного типа.<br>Стулья, парты, доска аудиторная, трибуна, видеопроектор, экран, ноутбук, набор учебно-наглядных пособий.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Лабораторная работа          | Специализированная лаборатория № 104 сопротивления материалов.<br>1. Маятниковый копер МК-5- 1 шт.;<br>2. Маятниковый копер МК-30 – 1 шт.;<br>3. Испытательная машина УИМ-50 – 1 шт.;<br>4. Испытательная машина Р-10 – 1 шт.;<br>5. Испытательная машина АМ- 1 – 1 шт.;<br>6. Испытательная машина К-5 – 1 шт.<br>7. Испытательная машина МР-00-5 – 1 шт.<br>8. Испытательная машина МТР-170 – 1 шт.<br>9. Испытательная машина МУИ-600 – 1 шт.;<br>10. Испытательная машина РМУ-005–1 шт;<br>11. Устройство лабораторное СМ21М – 1 шт;<br>12. Устройство лабораторное СМ2М– 1 шт;<br>13. Устройство лабораторное СМ4М–1 шт;<br>14. Устройство лабораторное СМ18М–1 шт;<br>15. Устройство лабораторное СМ2 – 1 шт;<br>16. Устройство лабораторное СМ4А – 1 шт;<br>17. Стулья, парты, доска аудиторная, трибуна, набор учебно-наглядных пособий. |
| Практические занятия         | Учебная аудитория № 415 для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.<br>Стулья, парты, доска аудиторная, трибуна, набор учебно-наглядных пособий.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Самостоятельная работа       | Учебная аудитория № 502 помещение для самостоятельной работы.<br>Стулья, парты, доска аудиторная, трибуна, видеопроектор, экран, ноутбук, набор учебно-наглядных пособий.<br>1. Операционная система Microsoft Windows 7 Enterprise для образовательных организаций.<br>2. Офисное ПО из состава пакета Microsoft Office Standart 2016.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | 3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса 4. Программное обеспечение: КОМПАС-3DV14 – система трёхмерного моделирования, универсальная система автоматизированного 2D-проектирования КОМПАС-График, модуль проектирования спецификаций, текстовый редактор.<br>5. «Антиплагиат. ВУЗ». ЗАО «Анти-Плагат».<br>6. Информационно-правовое обеспечение «Гарант-аэро» - сетевая версия.<br>7. LMS Moodle - модульная объектно-ориентированная динамическая среда обучения (Software free General Public License (GPL)).<br>Учебная аудитория № 518 помещение для самостоятельной работы.<br>Стулья, парты, доска аудиторная, трибуна, видеопроектор, экран, ноутбук, набор учебно-наглядных пособий.<br>1. Операционная система Microsoft Windows 7 Enterprise для образовательных организаций.<br>2. Офисное ПО из состава пакета Microsoft Office Standart 2016.<br>3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса<br>4. Программное обеспечение: КОМПАС-3DV14 – система трёхмерного моделирования, универсальная система автоматизированного 2D-проектирования КОМПАС-График, модуль проектирования спецификаций, текстовый редактор.<br>5. «Антиплагиат. ВУЗ». ЗАО «Анти-Плагат».<br>6. Информационно-правовое обеспечение «Гарант-аэро» - сетевая версия.<br>7. LMS Moodle - модульная объектно-ориентированная динамическая среда обучения (Software free General Public License (GPL)). |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|