

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор Белорусско-Российского  
университета

 Ю.В. Машин

«22» 04 2022г.

Регистрационный № УД-150303/Б.1.0.14/р

**СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

(название учебной дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Направление подготовки** 15.03.03 Прикладная механика

**Направленность (профиль)** Компьютерный инжиниринг и реновация деталей машин

**Квалификация** Бакалавр

|   | Форма обучения |
|---|----------------|
|   | Очная          |
| Курс  | 2              |
| Семестр                                     | 3,4            |
| Лекции, часы                                | 50             |
| Практические занятия, часы                  | 68             |
| Лабораторные занятия, часы                  | 32             |
| Зачёт, семестр                              | 4              |
| Экзамен, семестр                            | 3              |
| Контактная работа по учебным занятиям, часы | 150            |
| Самостоятельная работа, часы                | 102            |
| Всего часов / зачетных единиц               | 252/7          |

Кафедра-разработчик программы: «Технологии металлов»  
(название кафедры)

Составитель: Е.Г. Кривоногова старший преподаватель  
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилев, 2022

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.03 «Прикладная механика» № 729 от 09.08.2021 г. и учебным планам № 150303-2 от 28.01.2022 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Технологии металлов»  
«16» марта 2022 г., протокол № 11.

Зав. кафедрой  Д.И. Якубович

(подпись)

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом  
Белорусско-Российского университета

20.04.2022 г., протокол № 5.

Зам. председателя  
Научно-методического совета

 С.А. Сухоцкий

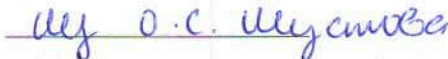
Рецензент:

Рецензент: Даниил Сергеевич Галюжин, директор ООО «СКБ ДалС», к.т.н  
(И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание рецензента)

Рабочая программа согласована  
Зав.кафедрой ОПМ

 А.П. Прудников

Ведущий библиотекарь

 О.С. Мухвишвили

Начальник учебно-методического  
отдела

 В.А. Кемова

# 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## 1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является формирование специалистов, умеющих обоснованно и результативно применять существующие и осваивать новые методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость.

## 1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

### знать:

- методы экспериментального определения механических свойств и упругих постоянных материала, напряжений, деформаций и перемещений;
- основные закономерности расчета бруса на прочность, жесткость и устойчивость в области упругих и упруго-пластических деформаций;
- особенности расчета бруса при статическом, динамическом и повторно-переменном нагружении;
- принципы расчета статически неопределимых стержневых систем;
- возможности современных ЭВМ и программного обеспечения для решения прочностных задач.

### уметь:

- составлять расчетные схемы для реальных элементов конструкций;
- строить эпюры внутренних силовых факторов, по которым определять положение опасных сечений бруса;
- выбирать рациональные формы поперечных сечений бруса и определять их геометрические характеристики;
- проводить расчеты бруса на прочность, жесткость и устойчивость в области упругих деформаций при статическом нагружении;
- проводить элементарные расчеты бруса на прочность в области упруго-пластических деформаций;
- проводить элементарные расчеты при динамическом (ударном) и повторно-переменном нагружении;
- экспериментально определять механические характеристики материалов;
- использовать методы сопротивления материалов при проектировании конструкций требуемой надежности и экономичности.

### владеть:

- методами теоретического и экспериментального анализа конструкций на прочность, жесткость и устойчивость с учетом свойств конструкционных материалов;
- методами расчета конструкций для их оптимального использования.

## 1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (Обязательная часть Блока 1).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- МАТЕМАТИКА;
- ХИМИЯ;
- ФИЗИКА;
- ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА;
- ИНФОРМАТИКА;

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- Детали машин и основы конструирования;

Кроме того, результаты, полученные при изучении дисциплины на практических и лабораторных занятиях будут применены при прохождении технологической (проектно-технологической) практики, преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности.

#### 1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

| Коды формируемых компетенций | Наименования формируемых компетенций   |
|------------------------------|--|
| ОПК-1                        | Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности   |
| ОПК-11                       | Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии |

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Содержание учебной дисциплины

| Номера тем | Наименование тем  | Содержание  | Коды формируемых компетенций |
|------------|---|---|------------------------------|
| 1          | <b>Введение.</b>  | Соппротивление материалов (сопротивление материалов) – как раздел механики деформируемого твердого тела. Предмет и задачи дисциплины, рекомендуемая литература.   | ОПК-1<br>ОПК-11              |
| 2          | <b>Основные понятия и допущения.</b>                            | Реальная конструкция и ее расчетная схема. Модель материала и ее основные свойства: сплошность, однородность, изотропность, упругость. Модель формы: брус, пластина, оболочка, массивное тело. Модель нагружения: растяжение-сжатие, кручение, сдвиг, изгиб. Внешние силы и их классификация: активные и реактивные; объемные и поверхностные; сосредоточенные и распределенные; постоянные и временные; статические, динамические и повторно-переменные. Типы опор. Основные гипотезы о деформируемом теле. Перемещения и деформации. Деформации линейные и угловые, абсолютные и относительные, упругие и пластические, большие и малые). | ОПК-1<br>ОПК-11              |
| 3          | <b>Основные геометрические характеристики плоских сечений</b>   | Статические моменты площади сечения. Осевые, полярные и центробежные моменты инерции сечения для параллельных осей. Изменение осевых моментов инерции в зависимости от угла поворота координатных осей. Главные оси инерции и главные моменты инерции. Определение положения главных осей и вычисление главных моментов инерции различных сечений.  | ОПК-1                        |
| 4          | <b>Построение внутренних силовых факторов.</b>                  | Общие правила построения эпюр. Эпюры внутренних силовых факторов, необходимость их построения и анализа для выявления опасных сечений. Построение и контроль эпюр нормальных сил, крутящих моментов в прямом бросе. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов в прямом бросе. Правила знаков., Построение эпюр продольных сил, поперечных сил и изгибающих моментов в статически определимых плоских рамах.  | ОПК-1<br>ОПК-11              |
| 5          | <b>Основные характеристики механических свойств материалов.</b> | Диаграммы упругопластического деформирования материалов при растяжении и сжатии (условная и истинная). Основные механические характеристики материалов. Особенности деформирования и разрушения материалов в пластичном и хрупком состояниях. Расчет на прочность.  | ОПК-1<br>ОПК-11              |
| 6          | <b>Центральное растяжение-сжатие прямого бруса.</b>             | Определение нормальных напряжений в поперечном сечении бруса. Закон Гука и упругие постоянные при растяжении-сжатии. Продольные и поперечные деформации стержня. Эпюры перемещений, удлинение стержня.. Типы расчетов на прочность: проверочный, проектировочный и определение допускаемой нагрузки. Расчет на жесткость. Условие жесткости.  | ОПК-1<br>ОПК-11              |

|    |  |  |                 |
|----|--|--|-----------------|
| 7  | <b>Основы напряженно-деформированного состояния теории</b> | Понятие о напряженном состоянии в точке. Закон парности касательных напряжений. Тензор напряжений. Вектор полного напряжения на произвольной площадке, проходящей через данную точку, компоненты напряжений (нормальное и касательные). Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженных состояний: линейное, плоское и объемное. Линейное напряженное состояние. Плоское напряженное состояние. Деформированное состояние в точке. Компоненты деформированного состояния. Тензор деформаций. Обобщенный закон Гука для изотропного тела. Удельная потенциальная энергия деформации и ее составляющие: энергия изменения объема и энергия изменения формы. Теории прочности. Назначение критериев. Эквивалентное напряжение.  | ОПК-1<br>ОПК-11 |
| 8  | <b>Изгиб прямого бруса.</b>                                | Виды изгиба: чистый, поперечный, продольно-поперечный; прямой и косой. Определение напряжений при чистом прямом изгибе. Зависимость между изгибающим моментом и кривизной оси прямого бруса. Формула Навье. Эпюра нормальных напряжений. Условие прочности по нормальным напряжениям. Виды расчетов. Рациональные сечения балок. Определение напряжений при прямом поперечном изгибе. Условие прочности по касательным напряжениям. Определение перемещений при изгибе методом начальных параметров. Расчет балок на жесткость.  | ОПК-1<br>ОПК-11 |
| 9  | <b>Сдвиг. Кручение.</b>                                    | Чистый сдвиг. Анализ напряженного состояния при чистом сдвиге. Главные напряжения, положение главных площадок, закон Гука при сдвиге. Модуль упругости второго рода (модуль сдвига), его связь с модулем упругости первого рода. Абсолютный и относительный сдвиг. Сдвиг как вид нагружения бруса. Определение касательных напряжений. Закон Гука при кручении. Расчеты на прочность, виды расчетов. Определение абсолютных и относительных углов закручивания стержня. Жесткость стержня при кручении. Расчеты по условиям жесткости.   | ОПК-1<br>ОПК-11 |
| 10 | <b>Сложное сопротивление бруса.</b>                        | Общий случай действия сил на брус. Косой изгиб. Определение напряжений, положения нейтральной оси и опасных точек поперечного сечения. Эпюра напряжений. Определение прогибов и углов поворота. Условие прочности. Расчет брусев круглого поперечного сечений на прочность при совместном действии изгиба и кручения. Определение опасных сечений и максимальных эквивалентных напряжений по теориям прочности. Условие прочности. Проверочный и проекторочный расчет. Внецентренное растяжение-сжатие брусев большой жесткости. Определение положения нейтральной линии и опасных точек в поперечном сечении. Проверочный, проекторочный расчеты и определение несущей способности по условию прочности. Построение эпюры нормальных напряжений для сложных сечений при внецентренном приложении продольной силы. Определение размеров ядра сечения (области допускаемых эксцентриситетов). | ОПК-1<br>ОПК-11 |
| 11 | <b>Энергетические методы определения перемещений.</b>      | Работа внешних сил. Обобщенная сила и обобщенное перемещение. Потенциальная энергия упругой деформации бруса в общем случае нагружения и ее выражение через внутренние силовые факторы. Теорема о взаимности работ и взаимности перемещений. Определение перемещений методом Максвелла-Мора. Интеграл Мора для вычисления перемещений произвольно нагруженных брусев. Графический способ решения интеграла Мора (способ Верещагина). Рациональные приемы перемножения эпюр.  | ОПК-1<br>ОПК-11 |
| 12 | <b>Устойчивость сжатых стержней.</b>                       | Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия. Критические нагрузки. Продольный изгиб. Устойчивость сжатых стержней в упругой стадии: формула Эйлера, границы ее применимости, учет различных случаев опорных закреплений стержней, понятие о гибкости стержня и предельной гибкости материала. Потеря устойчивости при напряжениях,  | ОПК-1           |

|    |  |   |                 |
|----|--|---|-----------------|
|    |  | превышающих предел пропорциональности. График зависимости критических напряжений от гибкости стержня, формула Ясинского. Практический расчет сжатых стержней на устойчивость. Использование коэффициента снижения допускаемых напряжений (коэффициента продольного изгиба). Виды расчетов по условию устойчивости. Коэффициент запаса на устойчивость. Рациональные формы поперечных сечений, включая составные сечения. Расчет гибкости относительно свободных и материальных осей. Продольно поперечный изгиб. Неприменимость принципа суперпозиций (независимости действия сил). Условие прочности. Приближенная формула для расчета прогибов.   | ОПК-11          |
| 13 | <b>Расчет статически неопределимых стержневых систем.</b>            | Анализ структуры простейших стержневых систем: степень свободы, связи, геометрическая и кинематическая неизменяемость. Степень статической неопределимости. Сущность метода сил: основная и эквивалентная системы. Канонические уравнения метода сил.   | ОПК-1<br>ОПК-11 |
| 14 | <b>Принципы расчета конструкций при динамическом воздействии.</b>    | Типы динамических нагрузок на элементы строительных конструкций и детали машин. Понятие о динамическом коэффициенте. Подъем и опускание груза с ускорением. Использование принципа Даламбера. Расчет вращающегося кольца. Понятие об ударе. Ударная вязкость. Приближенная теория удара. Динамический коэффициент при ударе. Расчеты на прочность и жесткость (продольный, поперечный и крутящий удар).   | ОПК-1<br>ОПК-11 |
| 15 | <b>Прочность при напряжениях циклически изменяющихся во времени.</b> | Общие понятия и определения: цикл, период цикла, максимальное и минимальное напряжение в цикле, средние и амплитудные значения напряжений, коэффициент асимметрии цикла, виды циклов (знакопостоянные и знакопеременные, отнулевые, симметричные и несимметричные). Понятия об усталости, выносливости, пределе выносливости, современные представления о прочности материалов при напряжениях, циклически изменяющихся во времени, механизм усталостного разрушения. Кривые усталости при симметричном (кривая Вёлера) и несимметричном (диаграммы предельных амплитуд и предельных напряжений) циклах, определение предела выносливости материала. Влияние различных факторов на предел выносливости. | ОПК-1<br>ОПК-11 |

## 2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

| № недели        | Лекции<br>(наименование тем)                              | Часы | Практически<br>е<br>(семинарские<br>) занятия              | Часы | Лабораторные занятия   | Часы | Самостоятел<br>ьная работа,<br>часы | Форма<br>контроля знаний | Баллы (max)  |
|-----------------|---|------|--|------|--|------|-------------------------------------|--------------------------|--------------|
| 3 семестр       |   |      |  |      |  |      |                                     |                          |              |
| <b>Модуль 1</b> |   |      |  |      |  |      |                                     |                          |              |
| 1               | №1 Введение.  | 2    | №1 Основные геометрические характеристики плоских сечений. | 2    |  |      | 2                                   |                          |              |
| 2               | №2 Основные понятия и допущения.                          | 2    | №1 Основные геометрические характеристики плоских сечений. | 2    | Л.р.№1 Испытательное оборудование и измерительные приборы                        | 2    | 2                                   |                          |              |
| 3               | №3 Основные геометрические характеристики плоских сечений | 2    | №1 Основные геометрические характеристики плоских сечений. | 2    |  |      | 2                                   |                          |              |
| 4               | №4 Построение эпюр внутренних силовых факторов.           | 2    | №2 Построение эпюр внутренних силовых факторов.            | 2    | Л.р.№2 Определение механических характеристик стали при испытании на растяжение. | 2    | 2                                   | ЗЛР<br>КР<br>ЗИЗ         | 3<br>5<br>10 |

|   |   |   |   |   |  |   |   |            |          |
|---|---|---|---|---|--|---|---|------------|----------|
| 5 | №4 Построение эпюр внутренних силовых факторов              | 2 | №2 Построение эпюр внутренних силовых факторов. | 2 |  |   | 2 |            |          |
| 6 | №5 Основные характеристики механических свойств материалов. | 2 | №2 Построение эпюр внутренних силовых факторов. | 2 | Л.р.№3. Определение модуля упругости первого рода и коэффициента Пуассона стали. | 2 | 2 | ЗЛР        | 2        |
| 7 | №5 Основные характеристики механических свойств материалов. | 2 | №3 Центральное растяжение-сжатие прямого бруса. | 2 |  |   | 2 |            |          |
| 8 | №6 Центральное растяжение-сжатие прямого бруса              | 2 | №3 Центральное растяжение-сжатие прямого бруса. | 2 | Л.р.№ 4 Испытание стали и чугуна на сжатие                                       | 2 | 2 | ЗИЗ<br>ПКУ | 10<br>30 |

### Модуль 2

|              |   |           |   |           |  |           |           |                  |              |
|--------------|---|-----------|---|-----------|--|-----------|-----------|------------------|--------------|
| 9            | №7 Основы теории напряженно-деформированного состояния. | 2         | №3 Центральное растяжение-сжатие прямого бруса. | 2         |  |           | 2         | ЗЛР              | 2            |
| 10           | №7 Основы теории напряженно-деформированного состояния. | 2         | №4 Изгиб прямого бруса.                         | 2         | Л.р.№ 5 Испытание на кручение. стальных образцов   | 2         | 2         | ЗЛР              | 2            |
| 11           | №8 Изгиб прямого бруса.                                 | 2         | №4 Изгиб прямого бруса.                         | 2         |  |           |           |                  |              |
| 12           | №8 Изгиб прямого бруса.                                 | 2         | №4 Изгиб прямого бруса.                         | 2         | Л.р.№ 6 Испытание на удар. Определение ударной вязкости.   | 2         | 2         | ЗЛР              | 2            |
| 13           | №8 Изгиб прямого бруса.                                 | 2         | №4 Изгиб прямого бруса.                         | 2         |  |           |           |                  |              |
| 14           | №8 Изгиб прямого бруса.                                 | 2         | №4 Изгиб прямого бруса.                         | 2         | Л. р. № 7 Испытание материалов на срез   | 2         |           | ЗЛР<br>КР<br>ЗИЗ | 2<br>5<br>10 |
| 15           | №8 Изгиб прямого бруса.                                 | 2         | №4 Изгиб прямого бруса.                         | 2         |  |           |           |                  |              |
| 16           | №9 Сдвиг. Кручение.                                     | 2         | №5 Сдвиг. Кручение.                             | 2         | Л.р.№ 8 Опытная проверка теории изгиба на примере испытания балки, свободно лежащей на двух опорах | 2         | 2         | КР               | 5            |
| 17           | №9 Сдвиг. Кручение.                                     | 2         | №5 Сдвиг. Кручение.                             | 2         |  |           |           | ЗЛР<br>ПКУ       | 2<br>30      |
| 18-21        |   |           |   |           |  |           | 36        | ПА<br>(экзамен)  | 40           |
| <b>Итого</b> |   | <b>34</b> |   | <b>34</b> |  | <b>16</b> | <b>60</b> |                  | <b>100</b>   |

### 4 семестр

### Модуль 1

|   |  |   |   |   |  |   |   |            |         |
|---|--|---|---|---|--|---|---|------------|---------|
| 1 | №10 Сложное сопротивление бруса.                   | 2 | №6 Сложное сопротивление.                         | 2 |  |   |   |            |         |
| 2 |  |   | №6 Сложное сопротивление.                         | 2 | Л. р. №9. Методика испытаний материалов на прочность при переменных напряжениях. | 2 | 2 |            |         |
| 3 | №10 Сложное сопротивление бруса.                   | 2 | №6 Сложное сопротивление.                         | 2 |  |   | 2 | КР<br>ЗИЗ  | 5<br>10 |
| 4 |  |   | №6 Сложное сопротивление.                         | 2 | Л. р. №10. Опытная проверка теории косоугольного изгиба.                         | 2 | 2 |            |         |
| 5 | №11 Энергетические методы определения перемещений. | 2 | №7 Энергетические методы определения перемещений. | 2 |  |   | 2 | ЗЛР        | 3       |
| 6 |  |   | №7 Энергетические методы определения перемещений. | 2 | Л. р. №10. Опытная проверка теории косоугольного изгиба.                         | 2 | 2 |            |         |
| 7 | №11 Энергетические методы определения перемещений. | 2 | №7 Энергетические методы определения перемещений. | 2 |  |   | 2 | ЗИЗ        | 10      |
| 8 |  |   | №7 Энергетические методы определения перемещений. | 2 | Л. р. №11. Опытная проверка теории вращательного растяжения                      | 2 | 2 | ЗЛР<br>ПКУ | 2<br>30 |

### Модуль 2

|   |                                   |   |                                  |   |  |  |   |  |  |
|---|-----------------------------------|---|----------------------------------|---|--|--|---|--|--|
| 9 | №12 Устойчивость сжатых стержней. | 2 | №8 Устойчивость сжатых стержней. | 2 |  |  | 2 |  |  |
|---|-----------------------------------|---|----------------------------------|---|--|--|---|--|--|

|              |   |           |  |           |   |           |           |                  |              |
|--------------|---|-----------|--|-----------|---|-----------|-----------|------------------|--------------|
| 10           |   |           | №8 Устойчивость сжатых стержней.   | 2         | Л. р. №12. Определение удлинения и жесткости винтовой цилиндрической пружины                                  | 2         | 2         | ЗЛР              | 3            |
| 11           | №13 Расчет статически неопределимых стержневых систем             | 2         | №8 Устойчивость сжатых стержней.   | 2         |   |           | 2         |                  |              |
| 12           |   |           | №9 Расчет статически неопределимых стержневых систем. Расчеты на жесткость статически неопределимых плоских балок. | 2         | Лаб.р №13. Опытная проверка теории продольного изгиба. (Определение критической силы при потере устойчивости) | 2         | 2         | ЗЛР<br>КР<br>ЗИЗ | 2<br>5<br>10 |
| 13           | №14 Принципы расчета конструкций при динамическом воздействии     | 2         | №9 Расчет статически неопределимых стержневых систем. Расчеты на жесткость статически неопределимых плоских балок. | 2         |   |           | 4         |                  |              |
| 14           |   |           | №9 Расчет статически неопределимых стержневых систем. Расчеты на жесткость статически неопределимых плоских балок. | 2         | Л. р.№ 14 Определение опорного момента в статически неопределимой балке                                       | 2         | 4         | ЗЛР              | 3            |
| 15           | №15 Прочность при напряжениях циклически изменяющихся во времени. | 2         | №9 Расчет статически неопределимых стержневых систем. Расчеты на жесткость статически неопределимых плоских балок. | 2         |   |           | 4         | КР               | 5            |
| 16           |   |           | №10 Принципы расчета конструкций при динамическом воздействии.   | 2         | Лаб. р.№ 15 Опытная проверка теоремы о взаимности работ и перемещений   | 2         | 4         |                  |              |
| 17           |   |           | №10 Принципы расчета конструкций при динамическом воздействии.   | 2         |   |           | 4         | ЗЛР<br>ПКУ       | 2<br>30      |
| 17           |   |           |  |           |   |           |           | ПА<br>(зачет)    | 40           |
| <b>Итого</b> |   | <b>16</b> |  | <b>34</b> |   | <b>16</b> | <b>42</b> |                  | <b>100</b>   |

Принятые обозначения:

КР – контрольная работа;

ЗИЗ – защита индивидуального задания;

ЗЛР – защита лабораторных работ;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ТА – текущая аттестации.

ПА-зачет

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Зачет

|        |         |            |
|--------|---------|------------|
| Оценка | Зачтено | Не зачтено |
| Баллы  | 51-100  | 0-50       |

Экзамен, дифференцированный зачет

|        |         |        |                   |                     |
|--------|---------|--------|-------------------|---------------------|
| Оценка | Отлично | Хорошо | Удовлетворительно | Неудовлетворительно |
| Баллы  | 87-100  | 65-86  | 51-64             | 0-50                |

### 3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.



| № п/п | Форма проведения занятия* | Вид аудиторных занятий** |                      |                      | Всего часов *** |
|-------|---------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-----------------|
|       |                           | Лекции                   | Практические занятия | Лабораторные занятия |                 |
| 1     | Традиционные              | №1-3,<br>№13-15          | №1-10                | №1-15                | 112             |
| 2     | Мультимедиа               | №4-12                    |                      |                      | 38              |
|       | <b>ИТОГО</b>              | <b>50</b>                | <b>68</b>            | <b>32</b>            | <b>150</b>      |

#### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

| № п/п | Вид оценочных средств                     | Количество комплектов |
|-------|---|-----------------------|
| 1     | Вопросы к экзамену                        | 1                     |
| 2     | Вопросы к зачету                          | 1                     |
| 3     | Экзаменационные билеты                    | 1                     |
| 4     | Задания для защиты индивидуальных заданий | 6                     |
| 5     | Задания для защиты лабораторных работ     | 15                    |
| 6     | Задания для контрольных работ             | 6                     |

#### 5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

##### 5.1 Уровни сформированности компетенций

| № п/п   | Уровни сформированности компетенции | Содержательное описание уровня*   | Результаты обучения**   |
|---|-------------------------------------|---|---|
| ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности                  |                                     |   |   |
| ИОПК-1.1 Применяет знания природы и свойств материалов, способов их упрочнения, влияния технологических методов получения и обработки заготовок на качество деталей |                                     |   |   |
| 1   | Пороговый уровень                   | Понимает основные положения курса сопротивления материалов  | Знание определений, гипотез сопротивления материалов, теории прочности.<br>Понимание причин возникновения напряжений и деформаций.<br>Понимание критериев прочности, жесткости, устойчивости      |
| 2   | Продвинутый уровень                 | Уверенно применяет методы расчета к исследованию напряженно-деформированного состояния деталей и конструкций. | Владение и понимание основных положений сопротивления материалов.<br>Применение основных уравнений сопротивления материалов к оценке напряженно-деформированного состояния деталей и конструкций. |

|   |                     |   |  |
|---|---------------------|---|--|
| 3   | Высокий уровень     | Способен выполнить оценку причинно-следственных связей напряженно-деформированного состояния деталей и конструкций, изготовленных из различных материалов       | Выполнение анализа напряжённо-деформированного состояния конструкций и деталей из различных материалов при статических и динамических нагрузках.               |
| ОПК-11 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии |                     |   |  |
| ИОПК-11.1 Выявляет естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности  |                     |   |  |
| 1   | Пороговый уровень   | Понимает основные принципы и методы лабораторных испытаний  | Знание основных видов нагружения. Понимание процессов, происходящих при деформировании различных материалов  |
| 2   | Продвинутый уровень | Уверенно применяет результаты испытаний к исследованию напряженно-деформированного состояния деталей и конструкций, изготовленных из различных материалов       | Использование свойств материалов при расчетах на прочность и жесткость при различных видах нагружения.   |
| 3   | Высокий уровень     | Способен выполнить оценку причинно-следственных связей при анализе поведения различных материалов во время испытаний при статическом и динамическом нагружении. | Выполнение анализа напряжённо-деформированного состояния конструкций и деталей, изготовленных из различных материалов при статических и динамических нагрузках |

## 5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

| Результаты обучения   | Оценочные средства*  |
|---|--|
| ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности  |  |
| Понимает основные положения курса сопротивления материалов  | Задания для защиты индивидуальных заданий<br>Задания для защиты лабораторных работ<br>Экзаменационные билеты |
| Уверенно применяет методы расчета к исследованию напряженно-деформированного состояния деталей и конструкций.   | Задания для защиты индивидуальных заданий<br>Задания для защиты лабораторных работ<br>Экзаменационные билеты |
| Способен выполнить оценку причинно-следственных связей напряженно-деформированного состояния деталей и конструкций, изготовленных из различных материалов   | Задания для защиты индивидуальных заданий<br>Задания для защиты лабораторных работ<br>Экзаменационные билеты |
| ОПК-11 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии |  |
| Понимает основные принципы и методы лабораторных испытаний  | Задания для защиты лабораторных работ  |
| Уверенно применяет результаты испытаний к исследованию напряженно-деформированного состояния деталей и конструкций, изготовленных из различных материалов   | Задания для защиты лабораторных работ  |

|   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| Способен выполнить оценку причинно-следственных связей при анализе поведения различных материалов во время испытаний при статическом и динамическом нагружении. | Задания для защиты лабораторных работ |
|---|---------------------------------------|

### 5.3 Критерии оценки лабораторных работ

**Студент за защиту лабораторных работ получает 3 балла**

|         |   |
|---------|---|
| 3 балла | Самостоятельная работа при подготовке отчета, участие в проведении эксперимента. Даны правильные ответы на все вопросы для защиты.  |
| 2 балла | При подготовке отчета требовались консультации, участие в проведении эксперимента. Даны правильные ответы на большинство вопросов для защиты.   |
| 1 балл  | При подготовке отчета требовались консультации, косвенное участие в проведении эксперимента. Даны правильные ответы на большинство вопросов для защиты. Также оценка выставляется за повторную попытку защиты работы. |

**Студент за защиту лабораторных работ получает 2 балла**

|         |   |
|---------|---|
| 2 балла | Самостоятельная работа при подготовке отчета, участие в проведении эксперимента. Даны правильные ответы на все вопросы для защиты.  |
| 1 балл  | При подготовке отчета требовались консультации, косвенное участие в проведении эксперимента. Даны правильные ответы на большинство вопросов для защиты. Также оценка выставляется за повторную попытку защиты работы. |

### 5.4 Критерии оценки практических работ

**Критерии оценки контрольных работ**

**Студент за контрольную работу получает 5 баллов**

|            |  |
|------------|--|
| Оценка 5   | Самостоятельная работа при решении задач. Получение правильного результата без арифметических ошибок.                          |
| Оценка 4-3 | Самостоятельная работа при решении задач. Получение правильного результата с небольшими ошибками, не повлиявшими на результат. |
| Оценка 2   | При решении задач требовались консультации, косвенное участие в проведении расчетов. Задача решена частично верно.             |
| Оценка 1   | Задача решена неверно, с арифметическими ошибками.   |

**Критерии оценки индивидуальных заданий**

**Студент за индивидуальное задание получает 10 баллов**

|             |  |
|-------------|--|
| Оценка 10-8 | Индивидуальное задание выполнено верно, согласно требованиям. Сдано и защищено в установленный срок, все имеющиеся замечания исправлены.                                       |
| Оценка 8-7  | Индивидуальное задание выполнено верно, согласно требованиям. Сдано и защищено в установленный срок, все имеющиеся замечания исправлены. При защите допущены ошибки, оговорки. |
| Оценка 6    | Индивидуальное задание выполнено верно, согласно требованиям. Сдано и защищено в после истечения установленного срока, все имеющиеся замечания исправлены.                     |
| Оценка 5-1  | Индивидуальное задание выполнено неверно, или не соответствует требованиям. Имеющиеся замечания не исправлены. Защита не проводилась   |

### 5.5 Критерии оценки экзамена

Экзаменационный билет содержит 1 вопрос по теории курса и три задачи.

**Теоретический вопрос оценивается в 10 баллов**

|            |  |
|------------|--|
| 10-8 балла | Вопрос раскрыт полностью. Студент дает исчерпывающие пояснения, четкие определения, верно записаны расчетные формулы.                |
| 7-5 балла  | Вопрос раскрыт недостаточно полно. Допущены неточности при записи формул, в определениях, пояснениях.                                |
| 4-2 балла  | Вопрос раскрыт частично. Допущены ошибки при записи формул, в определениях, пояснениях.  |
| 1 балл     | Вопрос раскрыт недостаточно. Допущены ошибки при записи формул, в определениях. Студент не может пояснить формулы, дать определения. |
| 0 баллов   | Нет ответа. Приведенные формулы и определения не соответствуют поставленному вопросу.  |

#### **Задача оценивается**

|            |   |
|------------|---|
| 10 баллов  | Выбрана методика расчета, соответствующая виду нагружения. Задача решена полностью, без ошибок.   |
| 8-9 баллов | Задача в основном решена правильно, в соответствии с методикой, принятой для данного вида нагружения. Но при этом недочеты в основном связаны с незначительными расчетными ошибками или недочетами в построении эпюр. |
| 6-7 баллов | Выбрана необходимая методика расчета, соответствующая данному виду нагружения. Но при этом студент в недостаточной мере владеет методикой, допуская ошибки.   |
| 4-5 баллов | Верно определен вид нагружения, названа методика расчета. Но при этом применить саму методику студент не может, т.к. допущены ошибки при построении расчетных схем, эпюр.   |
| 1-3 балла  | Верно определен вид нагружения, названа методика расчета. Но при этом применить саму методику студент не может, т.к. не построены необходимые расчетные схемы и эпюры.  |
| 0 баллов.  | Отсутствует решение задачи. Также расчет не соответствует данному виду нагружения или решение вообще не соответствует условию задачи.   |

#### **5.6 Критерии оценки зачета**

Задание для зачета содержит 1 вопрос по теории курса и три задачи.

#### **Теоретический вопрос оценивается в 10 баллов**

|            |  |
|------------|--|
| 10-8 балла | Вопрос раскрыт полностью. Студент дает исчерпывающие пояснения, четкие определения, верно записаны расчетные формулы.                |
| 7-5 балла  | Вопрос раскрыт недостаточно полно. Допущены неточности при записи формул, в определениях, пояснениях.                                |
| 4-2 балла  | Вопрос раскрыт частично. Допущены ошибки при записи формул, в определениях, пояснениях.  |
| 1 балл     | Вопрос раскрыт недостаточно. Допущены ошибки при записи формул, в определениях. Студент не может пояснить формулы, дать определения. |

|          |   |
|----------|---|
| 0 баллов | Нет ответа. Приведенные формулы и определения не соответствуют поставленному вопросу. |
|----------|---|

### Задача оценивается

|            |   |
|------------|---|
| 10 баллов  | Выбрана методика расчета, соответствующая виду нагружения. Задача решена полностью, без ошибок.   |
| 8-9 баллов | Задача в основном решена правильно, в соответствии с методикой, принятой для данного вида нагружения. Но при этом недочеты в основном связаны с незначительными расчетными ошибками или недочетами в построении эпюр. |
| 6-7 баллов | Выбрана необходимая методика расчета, соответствующая данному виду нагружения. Но при этом студент в недостаточной мере владеет методикой, допуская ошибки.   |
| 4-5 баллов | Верно определен вид нагружения, названа методика расчета. Но при этом применить саму методику студент не может, т.к. допущены ошибки при построении расчетных схем, эпюр.   |
| 1-3 балла  | Верно определен вид нагружения, названа методика расчета. Но при этом применить саму методику студент не может, т.к. не построены необходимые расчетные схемы и эпюры.  |
| 0 баллов.  | Отсутствует решение задачи. Также расчет не соответствует данному виду нагружения или решение вообще не соответствует условию задачи.   |

## 6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- выполнение индивидуальных заданий;
- изучение нормативных документов;
- конспектирование;
- обзор литературы;
- ответы на контрольные вопросы;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- подготовка к экзамену;
- подготовка к предметным (межпредметным) олимпиадам;
- подготовка научных публикаций (тезисов докладов, статей);
- проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- работа с журналом лабораторных работ;
- работа со справочной литературой и словарями;
- решение задач и упражнений по образцу;
- составление схем, таблиц для систематизации учебного материала;
- составление плана и тезисов ответа;
- участие в научных и практических конференциях;
- чтение текста (первоисточника, учебника, дополнительной литературы);
- конспектирование текста.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

| № п/п | Библиографическое описание  | Гриф***  | Количество экземпляров |
|-------|---|--|------------------------|
| 1     | Кривошапко, С. Н. Сопротивление материалов: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / С. Н. Кривошапко. — М.: Юрайт, 2016. — 413с. — (Профессиональное образование). | Рек.УМО ВО РБ в качестве учеб. пособия для студентов ВУЗов | 10                     |

### 7.2 Дополнительная литература

| № п/п | Библиографическое описание   | Гриф  | Количество экземпляров |
|-------|--|---|------------------------|
| 1     | Скопинский В.Н. Практическое руководство к расчетам по сопротивлению материалов: Учеб. пособие./ В.Н. Скопинский. — М.: МГИУ, 2007.-240 с.   | Допущено УМО ВУЗов по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов ВУЗов | 10                     |
| 2     | Буланов, Э. А. Решение задач по сопротивлению материалов: учеб. пособие для ВУЗов/ Э. А. Буланов. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Бинум: Лаборатория, 2010. — 215 с. — (Механика).                | —   | 1                      |
| 3     | Сиренко Р.Н. Сопротивление материалов: учеб. пособие / Р. Н. Сиренко [и др.]. — М.: РИОР: 2007. — 157с.: ил. — (Высшее образование).   | —   | 2                      |
| 4     | Дарков А. В. Сопротивление материалов : учебник / А. В. Дарков, Г. С. Шпиро. - 5-е изд., перераб. и доп., репринт. изд. - М. : Альянс, 2018. - 624с. : ил. - 86р.                                | Гриф: Доп. Гос. комитетом СССР по нар. образованию в качестве учебника для студ. вузов                              | 15                     |
| 5     | Подскребко М.Д. Сопротивление материалов. Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики разрушения: учебн. пособие для ВУЗов/ М.Д. Подскребко. — Мн.: Вышэйш. шк., 2009. — 670 с. | Допущено Мин-вом образования РБ в качестве учебного пособия для студентов ВУЗов                                     | 50                     |

### 7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

[www.sopromat.ru](http://www.sopromat.ru); [www.MySopromat.ru](http://www.MySopromat.ru); [www.sopromatguru.ru](http://www.sopromatguru.ru); [www.soprotmat.ru](http://www.soprotmat.ru)

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в учебном процессе техническим средствам

#### 7.4.1 Методические рекомендации

1. Кривоногова Е.Г., Сопротивление материалов. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 15.03.03 «Прикладная механика» Могилев, БРУ-2020 (электронный вариант).

2. Кривоногова Е.Г., Сопротивление материалов. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов направления подготовки 15.03.03 «Прикладная механика» Могилев, БРУ-2020 (электронный вариант).

#### 7.4.2 Информационные технологии

### **Плакаты**

1. Диаграммы растяжения и сжатия различных материалов (лабораторные работы №2,3,4).
2. Коэффициенты приведения длины для сжатых стержней (лабораторная работа №13).

### **Мультимедийные презентации**

1. Мультимедийные презентации (лекции №4-12 согласно пункта 2).

## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории кафедры «Технологии металлов», рег. номер ПУЛ-4-502-09/1-21.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ УВО

по учебной дисциплине СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ  
направления подготовки 15.03.03 «Прикладная механика»  
на 2023-2024 учебный год

| №№<br>пп | Дополнения и изменения  | Основание                     |
|----------|---|-------------------------------|
| 1        | <p><b>В пункт 7.4.1 Методические рекомендации внести изменения</b></p> <p>1. Катькало А.А., Кузменко И.М., Кривоногова Е.Г. Сопротивление материалов. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов для студентов направлений подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», 15.03.03 Прикладная механика, 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» дневной формы обучения, Могилев, БРУ-2023.</p> <p>2. Механика материалов, Сопротивление материалов, Сопротивление материалов и теория упругости. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех технических специальностей и всех направлений подготовки Часть 1/ В.А. Попковский; И. М. Кузменко; А. А. Катькало; И. А. Леонович; С. В. Гонорова, Е.Г. Кривоногова - Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2023-45с.</p> <p>3. Механика материалов, Сопротивление материалов, Сопротивление материалов и теория упругости. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов всех технических специальностей и всех направлений подготовки Часть 2/ В.А. Попковский; И. М. Кузменко; А. А. Катькало; И. А. Леонович; С. В. Гонорова, Е.Г. Кривоногова - Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2023-39с.</p> | Сводный план изданий 2023 год |

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технологии металлов»  
(название кафедры-разработчика программы)  
(протокол № 11 от «03» апреля 2023 г.)

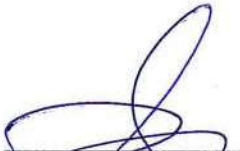
Заведующий кафедрой

К.Т.Н., доцент  
(ученая степень, ученое звание)

 Д.И. Якубович

УТВЕРЖДАЮ

Декан автомеханического факультета  
(название факультета, выпускающего по данной специальности)

 А.С. Мельников

К.Т.Н., доцент  
(ученая степень, ученое звание)

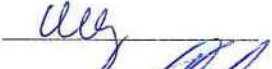
«06» 06 2023

СОГЛАСОВАНО:


Зав. кафедрой ОПМ  
(название выпускающей кафедры данной специальности)

 А.П. Прудников

Ведущий библиотекарь

 О.С. Шустова

Начальник учебно-методического  
отдела

 О.Е. Печковская

«05» 06 2023