

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Филиал «Протвино»**  
**федерального государственного бюджетного образовательного учреждения**  
**высшего образования**  
**«Университет «Дубна»**  
(филиал «Протвино» государственного университета «Дубна»)  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов и производств»

УТВЕРЖДАЮ

Директор

\_\_\_\_\_/Евсиков А.А./  
подпись                      Фамилия И.О.

« 16 » мая 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Соппротивление материалов**

*наименование дисциплины (модуля)*

Направление подготовки

**15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

*код, наименование*

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

*бакалавриат, магистратура, специалитет*

Направленность (профиль) образовательной программы

**«Автоматизация технологических процессов и производств»**

Форма обучения

**очная, заочная**

*очная, очно-заочная, заочная*

Протвино, 2025

Автор(ы) программы:

Маков П.В., доцент, к.т.н., доцент,

кафедра «Автоматизация технологических процессов и производств»

*Фамилия И.О., должность, ученая степень (при наличии),  
ученое звание (при наличии), кафедра;*

\_\_\_\_\_ *подпись*

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению  
подготовки высшего образования

15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

\_\_\_\_\_ *(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Программа рассмотрена на заседании кафедры

«Автоматизация технологических процессов и производств»

\_\_\_\_\_ *(название кафедры)*

Протокол заседания № 7 от «24» апреля 2025 г.

Заведующий кафедрой Евсиков А.А.

*(Фамилия И.О., подпись)*

Эксперт (рецензент):

\_\_\_\_\_  
*(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность; если текст рецензии не прикладывается –  
подпись эксперта (рецензента), заверенная по месту работы)*

## Оглавление

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| 1 Цели и задачи освоения дисциплины .....                      | 4  |
| 2 Место дисциплины в структуре ОПОП .....                      | 4  |
| 3 Планируемые результаты обучения по дисциплине .....          | 4  |
| 4 Объем дисциплины .....                                       | 4  |
| 5. Содержание дисциплины .....                                 | 5  |
| 6 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине..... | 8  |
| 7 Фонды оценочных средств по дисциплине .....                  | 8  |
| 8 Ресурсное обеспечение.....                                   | 9  |
| Приложение к рабочей программе дисциплины.....                 | 13 |

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Сопротивление материалов» **имеет целью** сформировать у обучающихся профессиональную УК-1 компетенцию в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» с учетом направленности бакалаврской программы – «Автоматизация технологических процессов и производств».

Студенты **получают навыки** расчёта элементов инженерных конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость; составления расчётной модели конструктивных элементов и анализа расчётных результатов; исследования напряженно-деформированного состояния конструкций.

**Задачи дисциплины** заключаются в изучении основных теоретических положений сопротивления материалов, дающих представление о работе элементов различных конструкций от внешнего воздействия, а также в подготовке к выбору правильных методов расчета и проектирования, к поиску рациональных и оптимальных вариантов конструкций и развитию инженерного мышления.

Специфика курса учитывает особенности информационных технологий для студентов с ограниченными возможностями здоровья. Преподавание данного курса происходит с использованием адаптированной компьютерной техники.

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

- продукция и оборудование различного служебного назначения предприятий и организаций, производственные и технологические процессы ее изготовления.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Сопротивление материалов» Б1.В.ДВ.03.01 относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина преподается в IV семестре II курса.

Приступая к изучению дисциплины «Сопротивление материалов», студент имеет знания и навыки по дисциплинам: «Математический анализ», «Теоретическая механика», «Физика», «Материаловедение».

## 3 Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Формируемые компетенции<br>(код и наименование)                                                                                             | Индикаторы<br>достижения компетенций<br>(код и формулировка) | Планируемые результаты<br>обучения по дисциплине                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1. <i>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</i> | УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие  | Уметь проводить анализ задачи, выделять ее базовые составляющие и формулировать результаты, которые необходимо достигнуть. |

## 4 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, всего 216 академических часов.

**5. Содержание дисциплины**  
очная форма обучения

| Наименование разделов и тем дисциплины                                                                                                                                                          | Всего (академ. часы) | в том числе:                                                               |                                    |                      |      |     |       | Самостоятельная работа обучающегося |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------|------|-----|-------|-------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                 |                      | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <sup>1</sup> |                                    |                      |      |     |       |                                     |
|                                                                                                                                                                                                 |                      | Лекции                                                                     | Практические (семинарские) занятия | Лабораторные занятия | КРП* | ... | Всего |                                     |
| IV семестр                                                                                                                                                                                      |                      |                                                                            |                                    |                      |      |     |       |                                     |
| Раздел 1. Введение.                                                                                                                                                                             | 4                    | 2                                                                          | 2                                  |                      |      |     | 4     |                                     |
| Раздел 2. Физические основы понятий деформаций и напряжений.<br>Тема 2.1. Перемещения и деформации.<br>Тема 2.2. Напряжения.                                                                    | 8                    | 4                                                                          | 4                                  |                      |      |     | 8     |                                     |
| Раздел 3. Растяжение – сжатие.<br>Тема 3.1. Внутренние силы и напряжения.<br>Тема 3.2. Статически определимые и статически неопределимые стержневые системы.<br>Тема 3.3. Диаграмма растяжения. | 21                   | 4                                                                          | 4                                  |                      |      |     | 8     | 13                                  |
| Раздел 4. Чистый сдвиг и кручение.<br>Тема 4.1. Чистый сдвиг.<br>Тема 4.2. Кручение стержня с круглым поперечным сечением.                                                                      | 21                   | 4                                                                          | 4                                  |                      |      |     | 8     | 13                                  |
| Раздел 5. Геометрические характеристики плоских сечений.<br>Тема 5.1. Статические моменты сечения.<br>Тема 5.2. Моменты инерции сечения.<br>Тема 5.3. Главные оси и главные моменты инерции.    | 18                   | 4                                                                          | 4                                  |                      |      |     | 8     | 10                                  |
| Раздел 6. Изгиб.<br>Тема 6.1. Внутренние силовые факторы.<br>Тема 6.2. Напряжения при чистом и поперечном изгибе.<br>Тема 6.3. Центр изгиба.<br>Тема 6.4. Косой изгиб.                          | 21                   | 4                                                                          | 4                                  |                      |      |     | 8     | 13                                  |

<sup>1</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

|                                                                                                                                                                                                                                                      |                 |    |    |  |  |  |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----|----|--|--|--|----|----|
| <b>Раздел 7. Напряженное и деформированное состояния при сложном нагружении.</b><br>Тема 7.1. Напряженное состояние в точке.<br>Тема 7.2. Главные оси и главные напряжения.<br>Тема 7.3. Круговая диаграмма.<br>Тема 7.4. Деформированное состояние. | 8               | 4  | 4  |  |  |  | 8  |    |
| <b>Раздел 8. Потеря устойчивости.</b><br>Тема 8.1. Определение критических нагрузок.<br>Тема 8.2. Задача Эйлера.                                                                                                                                     | 8               | 4  | 4  |  |  |  | 8  |    |
| <b>Раздел 9. Критерии пластичности и разрушения.</b><br>Тема 9.1. Основные положения теории пластичности и разрушения.<br>Тема 9.2. Теория Мора.                                                                                                     | 8               | 4  | 4  |  |  |  | 8  |    |
| Промежуточная аттестация:<br>- экзамен                                                                                                                                                                                                               | 27 <sup>2</sup> | X  |    |  |  |  |    |    |
| <b>Итого по дисциплине</b>                                                                                                                                                                                                                           | 144             | 34 | 34 |  |  |  | 68 | 49 |

\*КРП - часы контактной работы на курсовую работу (проект) по дисциплине. Часы относятся к внеаудиторной контактной работе, выполняются вне расписания учебных занятий по дисциплине. Указываются, если предусмотрены учебным планом.

\_\_\_\_\_ **заочная** \_\_\_\_\_ **форма обучения**

| Наименование разделов и тем дисциплины                                                                                       | Всего (академ. часы) | в том числе:                                                               |                                    |                      |      |     |       | Самостоятельная работа обучающегося |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------|------|-----|-------|-------------------------------------|
|                                                                                                                              |                      | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <sup>3</sup> |                                    |                      |      |     |       |                                     |
|                                                                                                                              |                      | Лекции                                                                     | Практические (семинарские) занятия | Лабораторные занятия | КРП* | ... | Всего |                                     |
| V семестр                                                                                                                    |                      |                                                                            |                                    |                      |      |     |       |                                     |
| Раздел 1. Введение.                                                                                                          |                      |                                                                            |                                    |                      |      |     |       |                                     |
| Раздел 2. Физические основы понятий деформаций и напряжений.<br>Тема 2.1. Перемещения и деформации.<br>Тема 2.2. Напряжения. | 5                    |                                                                            |                                    |                      |      |     |       | 5                                   |

<sup>2</sup> Часы на промежуточную аттестацию (зачет, дифференцированный зачет, экзамен и др.) указываются в случае выделения их в учебном плане.

<sup>3</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

|                                                                                                                                                                                                                                                      |                |   |   |  |  |  |   |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---|---|--|--|--|---|-----|
| <b>Раздел 3. Растяжение – сжатие.</b><br>Тема 3.1. Внутренние силы и напряжения.<br>Тема 3.2. Статически определимые и статически неопределимые стержневые системы.<br>Тема 3.3. Диаграмма растяжения.                                               | 22             | 1 | 1 |  |  |  | 2 | 20  |
| <b>Раздел 4. Чистый сдвиг и кручение.</b><br>Тема 4.1. Чистый сдвиг.<br>Тема 4.2. Кручение стержня с круглым поперечным сечением.                                                                                                                    | 22             | 1 | 1 |  |  |  | 2 | 20  |
| <b>Раздел 5. Геометрические характеристики плоских сечений.</b><br>Тема 5.1. Статические моменты сечения.<br>Тема 5.2. Моменты инерции сечения.<br>Тема 5.3. Главные оси и главные моменты инерции.                                                  | 22             | 1 | 1 |  |  |  | 2 | 20  |
| <b>Раздел 6. Изгиб.</b><br>Тема 6.1. Внутренние силовые факторы.<br>Тема 6.2. Напряжения при чистом и поперечном изгибе.<br>Тема 6.3. Центр изгиба.<br>Тема 6.4. Косой изгиб.                                                                        | 22             | 1 | 1 |  |  |  | 2 | 20  |
| <b>Раздел 7. Напряженное и деформированное состояния при сложном нагружении.</b><br>Тема 7.1. Напряженное состояние в точке.<br>Тема 7.2. Главные оси и главные напряжения.<br>Тема 7.3. Круговая диаграмма.<br>Тема 7.4. Деформированное состояние. | 10             |   |   |  |  |  |   | 10  |
| <b>Раздел 8. Потеря устойчивости.</b><br>Тема 8.1. Определение критических нагрузок.<br>Тема 8.2. Задача Эйлера.                                                                                                                                     | 16             |   |   |  |  |  |   | 16  |
| <b>Раздел 9. Критерии пластичности и разрушения.</b><br>Тема 9.1. Основные положения теории пластичности и разрушения.<br>Тема 9.2. Теория Мора.                                                                                                     | 16             |   |   |  |  |  |   | 16  |
| Промежуточная аттестация:<br>- экзамен                                                                                                                                                                                                               | 9 <sup>4</sup> |   |   |  |  |  |   |     |
| <b>Итого по дисциплине</b>                                                                                                                                                                                                                           | 144            | 4 | 4 |  |  |  | 8 | 127 |

\*КРП - часы контактной работы на курсовую работу (проект) по дисциплине. Часы относятся к внеаудиторной контактной работе, выполняются вне расписания учебных занятий по дисциплине. Указываются, если предусмотрены учебным планом.

<sup>4</sup> Часы на промежуточную аттестацию (зачет, дифференцированный зачет, экзамен и др.) указываются в случае выделения их в учебном плане.

## Содержание дисциплины

При реализации дисциплины (модуля) организуется практическая подготовка путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка при изучении дисциплины реализуется:

- непосредственно в университете (филиале);

### 6 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

Для обеспечения реализации программы дисциплины разработаны:

- методические материалы к практическим (семинарским) занятиям;

Методические материалы по дисциплине (модулю) и образовательной программе в целом представлены на официальном сайте образовательной организации (раздел «Сведения об образовательной организации» – Образование – Образовательные программы).

### 7 Фонды оценочных средств по дисциплине

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы по дисциплине разработаны фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения (знания, умения, навыки) и сформированные (формируемые) компетенции.

Эти фонды включают теоретические вопросы, типовые практические задания, домашние работы, тесты, используемые при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении к рабочей программе.

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются оценочными материалами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

*Для лиц с нарушениями зрения:*

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

*Для лиц с нарушениями слуха:*

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

*Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:*

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.



## 8 Ресурсное обеспечение

### Перечень литературы

#### *Основная учебная литература*

1. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности : Учебник / Г. С. Варданян [и др.] ; Под ред. Г.С. Варданяна и Н.М. Атарова. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ИНФРА-М, 2014. - 512с. : ил. - ISBN 978-5-16-009587.  
Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности: Учебник / Варданян Г.С., Андреев В.И., Атаров Н.М.; Под ред. Варданяна Г.С., - 2-е изд., испр. и доп. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 512 с. - (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-009587-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/987797> (дата обращения: 04.05.2023). – Режим доступа: по подписке.
2. Волосухин, В. А. Сопротивление материалов : учебник / В. А. Волосухин, В. Б. Логвинов, С. И. Евтушенко. — 5-е изд. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2020. — 543 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01159-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1092631> (дата обращения: 04.05.2023). – Режим доступа: по подписке.
3. Межецкий, Г. Д. Сопротивление материалов : учебник / Г. Д. Межецкий, Г. Г. Загребин, Н. Н. Решетник ; под общ. ред. Г. Д. Межецкого, Г. Г. Загребина. — 5-е изд. — Москва : Дашков и К, 2016. — 432 с. - ISBN 978-5-394-02628-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/414836> (дата обращения: 04.05.2023). – Режим доступа: по подписке.

#### *Дополнительная учебная литература*

1. Атаров, Н. М. Сопротивление материалов в примерах и задачах : учебное пособие / Н.М. Атаров. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 407 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-003871-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1862061> (дата обращения: 04.05.2022). – Режим доступа: по подписке.
2. Евтушенко, С. И. Сопротивление материалов: сборник задач с решениями : учебное пособие / С. И. Евтушенко, Т. А. Дукмасова, Н. А. Вильбицкая. — 2-е изд. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2020. — 344 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01659-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1060847> (дата обращения: 04.05.2023). – Режим доступа: по подписке.
3. Ицкович Г.М. и др. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов: Учеб. пособие для вузов/ Г.М. Ицкович, Л.С. Минин, А.И. Винокуров. Под ред. Л. С. Минина. - М.: ВШ, 2001. - 592 с.: ил.
4. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов. - 10-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. - 592 с.

#### • Периодические издания

- Обработка металлов (Технология, оборудование, инструменты): рецензируемый научно-теоретический и производственный журнал. / Учредители: Новосибирский государственный технический университет; ОАО НПП и ЭИ «Оргстанкинпром»; ООО НПКФ «Машсервисприбор»; гл. ред.: Батаев А.А. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, – журнал выходит 4 раза в год. - Основан в 1999. - ISSN: 1994-6309 – Текст : непосредственный (подписка на печатное издание)
- Робототехника и техническая кибернетика: Научно-технический журнал. / Учредитель: ЦНИи опытно конструкторский институт робототехники и технической кибернетики; гл. ред. Юревич Е.И. СПб.: ЦНИи опытно конструкторский институт робототехники и технической кибернетики. – журнал выходит 4 раза в год. - Основан в 2013 г. - ISSN: 2310-5305 – Текст: непосредственный
- Современные технологии автоматизации: профессиональный научно-технический журнал. / Учредитель: ООО «СТА-ПРЕСС»; гл. ред. Сорокин С.А. - М.: Издательство

«СТА-ПРЕСС», - журнал выходит 4 раза в год. - Основан в 1996 г. - ISSN 0206-975X.  
– Текст : непосредственный (подписка на печатное издание).

• **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

*Электронно-библиотечные системы и базы данных*

1. ЭБС «Znaniy.com»: <https://znaniy.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <https://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.рф/>
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

*Научные поисковые системы*

1. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций. <https://scholar.google.ru/>
3. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>

*Профессиональные ресурсы сети «Интернет»*

1. Открытое образование <https://openedu.ru/>

• **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы**

Проведение практических занятий по дисциплине предполагает использование задачников.

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определённом порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы Open office, свободная лицензия, код доступа не требуется).

• **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости)**

Проведение лекционных занятий предполагает использование комплектов слайдов и программных презентаций по рассматриваемым темам.

Проведение практических занятий по дисциплине предполагается использование специализированных аудиторий, оснащенных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть и имеющих доступ к ресурсам глобальной сети Интернет.

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определённом порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы Open office, свободная лицензия, код доступа не требуется).

В филиале «Протвино» государственного университета «Дубна» созданы условия для обучения людей с ограниченными возможностями: использование специальных образовательных программ и методов обучения, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающим обучающимся необходимую техническую помощь, обеспечение доступа в здания организации.

Имеется универсальное средство для подъема и перемещения инвалидных колясок – пандус-платформа складной.

Компьютерные классы оборудованы столами для инвалидов с ДЦП, также здесь оборудованы рабочие места для лиц с ОВЗ: установлены специальный программно-технологический комплекс позволяющий работать на них студентам с нарушением опорно-двигательного аппарата, слабовидящим и слабослышащим. Имеются гарнитуры компактные, беспроводная клавиатура с большими кнопками, беспроводной компьютерный джостик с двумя выносными кнопками, беспроводной ресивер, беспроводная выносная большая кнопка, портативное устройство для чтения печатных материалов.

Специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, в том числе в формате печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы) имеются в ЭБС, на которые подписан филиал.

Наличие на сайте справочной информации о расписании учебных занятий в адаптированной форме доступной для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, являющихся слепыми или слабовидящими.

#### • **Описание материально-технической базы**

Лаборатория технологий машиностроения: стенд «Ременные механические передачи»; стенд «Механическая передача винт-гайка»; стенд «Двухступенчатый цилиндрический редуктор»; стенд «Пятиступенчатая коробка передач»; стенд «Червячный редуктор»; секундомер – 4 шт.; штангенциркуль 4 шт.

Компьютерный класс (15 ПК) (оборудование в собственности).

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья могут использовать специализированное программное и материально-техническое обеспечение:

- обучающиеся с нарушениями опорно-двигательного аппарата при необходимости могут использовать адаптивные технические средства: специально оборудованные джойстики, увеличенные выносные кнопки, клавиатуры с большими клавишами.
- обучающиеся с ограничениями по зрению могут прослушать доступный аудиоматериал или прочитать тексты, увеличив шрифт на экране монитора компьютера. Рекомендуется использовать экранную лупу и другие визуальные вспомогательные средства, чтобы изменить шрифт текста, межстрочный интервал, синхронизацию с речью и т.д., программы экранного доступа (скринридеры для прочтения текстовой информации через синтезированную речь) и/или включить функцию «экранного диктора» на персональном компьютере с операционной системой Windows 7, 8, 10.
- обучающиеся с ограничениями по слуху могут воспользоваться компьютерной аудиогарнитурой при прослушивании необходимой информации и портативной индукционной системой серии «ИСТОК».

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами (образовательная программа, учебные пособия и др.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

- в форме аудиофайла.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

## Фонды оценочных средств

В результате освоения дисциплины «Сопротивление материалов» программы бакалавров по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» с учетом направленности бакалаврской программы – «Автоматизация технологических процессов и производств» выпускник должен обладать следующими компетенциями:

Компетенция **УК-1** - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

*код и формулировка компетенции*

### Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания

Компетенция **УК-1** - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

| ИНДИКАТОР ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ<br>(код и наименование)    | КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ<br>по практике<br>ШКАЛА оценивания |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                             | 1                                                                          | 2                                                                                                                                                                                                 | 3                                                                                                                                                                                                           | 4                                                                                                                                                                                | 5                                                                                                                                                                                           |
| УК-1.1: Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие | Отсутствие умения                                                          | Демонстрирует частичное умение проводить анализ задачи, выделять ее базовые составляющие и формулировать результаты, которые необходимо достигнуть.<br><br>Допускает множественные грубые ошибки. | Демонстрирует достаточно устойчивое умение проводить анализ задачи, выделять ее базовые составляющие и формулировать результаты, которые необходимо достигнуть.<br><br>Допускает отдельные негрубые ошибки. | Демонстрирует устойчивое умение проводить анализ задачи, выделять ее базовые составляющие и формулировать результаты, которые необходимо достигнуть.<br><br>Не допускает ошибок. | Демонстрирует свободное и уверенное умение проводить анализ задачи, выделять ее базовые составляющие и формулировать результаты, которые необходимо достигнуть.<br><br>Не допускает ошибок. |

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов. Итоговой формой контроля в IV семестре является экзамен. На экзамене студент может набрать максимально **30** баллов.

В течение IV семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

| № | Вид работы                     | Сумма баллов |
|---|--------------------------------|--------------|
| 1 | Аудиторные занятия (посещение) | 17           |
| 2 | РГР-1 (ПР-9)                   | 14           |
| 3 | РГР-2 (ПР-9)                   | 12           |
| 4 | РГР-3 (ПР-9)                   | 15           |
| 5 | РГР-4 (ПР-9)                   | 12           |
|   | Итого:                         | 70           |

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к экзамену.

#### Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок экзамена

| Общая сумма баллов за семестр | Итоговая оценка                                                 |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 86-100                        | Отлично                                                         |
| 71-85                         | Хорошо                                                          |
| 51-70                         | Допуск к экзамену                                               |
| в том числе:<br>61-70         | Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно» |
| 51-60                         | Только допуск к экзамену                                        |
| 0-50 *                        | Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)             |

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе выполнения практических и самостоятельных работ в соответствии с ниже приведенным графиком.

#### График выполнения самостоятельных работ студентами во IV семестре

| Виды работ | Недели учебного процесса |    |   |    |    |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------|--------------------------|----|---|----|----|---|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
|            | 1                        | 2  | 3 | 4  | 5  | 6 | 7  | 8  | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| ПР-9       |                          | ВЗ |   | ЗЗ |    |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ПР-9       |                          |    |   |    | ВЗ |   | ЗЗ |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| ПР-9       |                          |    |   |    |    |   |    | ВЗ |   | ЗЗ |    |    |    |    |    |    |    |
| ПР-9       |                          |    |   |    |    |   |    |    |   |    | ВЗ |    | ЗЗ |    |    |    |    |

ВЗ – выдача задания; ЗЗ – защита задания

ПР-7 – учебные задачи

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- в печатной форме,
- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

При необходимости обучающемуся инвалиду и лицу с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене. У обучающегося

инвалида и лица с ОВЗ имеется возможность выбора формы контроля на практических занятиях, зачетах, экзаменах, подходящая конкретно для него.

### **Методические указания к практическим занятиям**

Во время практических занятий студенты в аудитории решают задачи по соответствующим темам.

После решения задач проходит защита этих задач.

По результатам защиты выставляются баллы.

### **Методическое обеспечение инновационных форм учебных занятий**

Разбор различных моделей представления знаний, задач моделирования интеллектуальной деятельности.

### **Методические указания для самостоятельной работы обучающихся и прочее**

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>№ раздела дисциплины</b> | <b>Содержание самостоятельной работы</b> | <b>Трудоемкость</b> |
|------------------|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------|
| 1                | 3                           | ПР-7.1 Решение учебных задач             | 13                  |
| 2                | 4                           | ПР-7.2 Решение учебных задач             | 13                  |
| 3                | 5                           | ПР-7.3 Решение учебных задач             | 10                  |
| 4                | 6                           | ПР-7.4 Решение учебных задач             | 13                  |

*Перечень обязательных видов учебной работы студента:*

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;
- решение практических задач и заданий на практических занятиях;

### **Инновационные формы проведения учебных занятий**

| <b>Семестр</b> | <b>Вид учебных занятий</b> | <b>Используемые инновационные формы проведения учебных занятий</b>                                 | <b>Количество академ. часов</b> |
|----------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| IV             | Практические занятия       | Разбор конкретных ситуаций при проектировании деталей и механизмов для машиностроительных отраслей | 4                               |
| Всего:         |                            |                                                                                                    | 4                               |

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с «Положением балльно-рейтинговой системе оценки и текущем контроле успеваемости студентов», а также «Положением о промежуточной аттестации» университета «Дубна».

Адаптированная рабочая программа учебной дисциплины (модуля) разработана в отношении разноназологической учебной группы обучающихся, имеющих документально подтвержденные нарушения слуха, зрения, опорно-двигательного аппарата, соматические заболевания и поддающиеся коррекции нервно-психические нарушения или сочетанные нарушения.

### **Список вопросов к экзамену**

1. Основные понятия и гипотезы сопротивления материалов.
2. Метод сечений для определения внутренних сил в брус. Напряжения и деформации в деформируемом твердом теле.
3. Напряжения, деформация, осевые перемещения при растяжении. Напряжения в наклон-

ных площадках при растяжении и сжатии. Потенциальная энергия в брус при растяжении и сжатии. Плотность потенциальной энергии.

4. Испытание материалов на растяжение и сжатие. Виды диаграмм деформирования. Закон разгрузки. Основные механические характеристики материала. Виды расчетов на прочность при растяжении и сжатии. Три основные задачи сопротивления материалов на примере растяжения и сжатия.

5. Расчет статически-неопределимых конструкций на растяжение и сжатие при действии силовой и тепловой нагрузок. Расчет статически-неопределимых конструкций с учетом неточности изготовления.

6. Напряжения, деформация, угловые перемещения при кручении тонкостенной цилиндрической трубки. Чистый сдвиг. Закон парности касательных напряжений. Плотность потенциальной энергии. Напряжения в наклонных площадках при чистом сдвиге.

7. Напряжения, угловые перемещения, потенциальная энергия при кручении бруса с круглым поперечным сечением. Расчет на прочность и жесткость при кручении. Три основные задачи сопротивления материалов на примере кручения.

8. Напряжения, угловые перемещения, потенциальная энергия при кручении бруса с тонкостенным замкнутым поперечным сечением.

9. Напряжения, угловые перемещения, потенциальная энергия при кручении бруса с прямоугольным поперечным сечением. Напряжения, перемещения при кручении бруса с тонкостенным незамкнутым поперечным сечением.

10. Расчет статически-неопределимых конструкций на кручение при действии силовой нагрузки.

11. Определение центра тяжести поперечного сечения произвольной формы. Центр тяжести треугольного сечения. Вычисление моментов инерции простейших фигур. Преобразование моментов инерции при параллельном переносе осей координат.

12. Преобразование моментов инерции при повороте осей координат. Главные моменты и главные оси инерции.

13. Изгиб. Дифференциальные и интегральные зависимости между интенсивностью распределенной нагрузки и внутренними силами в прямом брус. Построение эпюр внутренних сил в балке при изгибе и их контроль.

14. Чистый изгиб. Основные гипотезы. Вычисление нормальных напряжений при чистом изгибе. Расчет балок на прочность. Три основные задачи сопротивления материалов на примере изгиба.

15. Поперечный изгиб. Основные гипотезы. Вычисление нормальных и касательных напряжений при поперечном изгибе. Потенциальная энергия деформации при поперечном изгибе балки.

16. Основное дифференциальное уравнение и его интегрирование. Универсальное уравнение упругой линии балки. Вычисление начальных параметров при различных случаях закрепления балки.

17. Вывод формулы Мора для определения перемещений. Вычисление интеграла Мора (правило Верещагина, метод Симпсона).

18. Расчет плоских рам на прочность и жесткость.

19. Определение нормальных напряжений при косом изгибе.

20. Определение положения нулевой линии при косом изгибе. Определение перемещений при косом изгибе.

21. Внецентренное действие продольной силы. Формула нормальных напряжений.

22. Нулевая линия при внецентренном действии продольной силы.

23. Ядро сечения и его построение.

24. Деформации и перемещения упругих систем. Действительная и возможная работа внешних и внутренних сил.

25. Доказательство теоремы о взаимности возможных работ.



26. Вывод формулы о взаимности перемещений.
27. Напряжённое состояние в точке. Определение главных напряжений и главных площадок в общем случае нагружения.
28. Графическое определение главных напряжений и положения главных площадок для двухосного напряжённого состояния (построение круга Мора).
29. Обобщённый закон Гука.
30. Потенциальная энергия деформации для трёхосного напряжённого состояния.
31. Гипотезы прочности. Энергетическая гипотеза прочности.
32. Гипотезы прочности. Гипотеза максимальных касательных напряжений.
33. Гипотезы прочности. Гипотеза Мора.
34. Расчёт на прочность стержней прямоугольного поперечного сечения при одновременном действии изгибающих и крутящих моментов, продольной и поперечной сил.
35. Вывод формулы Мора для определения перемещений. Вычисление интеграла Мора по правилу Верещагина.
36. Основы расчёта статически неопределимых систем методом сил. Канонические уравнения.
37. Расчёт симметричных рамных систем по методу сил (статически неопределимые системы). Разложение нагрузки на симметричную и кососимметричную составляющие.
38. Расчёт многопролётных балок (статически неопределимая система).
39. Устойчивость центрально-сжатых стержней. Вывод формулы Эйлера для стержня с шарнирно-опёртыми концами.
40. Гибкость стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Предельная гибкость.
41. Продольный изгиб за пределом упругости. Построение графика критических напряжений.
42. Продольно-поперечный изгиб. Точное и приближенное решение. Вывод формулы для приближенного определения изгибов.
43. Краевое напряжение при продольно-поперечном изгибе.
44. Вывод формулы динамического коэффициента при горизонтальном ударе.
45. Вывод формулы динамического коэффициента при вертикальном ударе.
46. Расчёты на прочность при циклически изменяющихся напряжениях. Виды циклов. Предел выносливости (усталости).
47. Влияние различных факторов на усталостную прочность.
48. Диаграмма предельных амплитуд. Определение коэффициента запаса при несимметричных циклах.

### **Вариант учебной задачи (ПР-7.1)**

#### **Расчетно-графическая работа № 1 «Геометрические характеристики поперечных сечений стержней»**

Для несимметричных сечений по схеме изображенной на рисунке при размерах, указанных в таблице 1, требуется:

- определить положение центра тяжести;
- вычислить осевые и центробежные моменты инерции относительно центральных осей;
- определить положение главных центральных осей инерции и величины главных моментов инерции;
- построить круг инерции и определить графически величины главных моментов инерции и направления главных центральных осей;
- сравнить результаты аналитического и графического расчетов.



Рис. 1.

Таблица 1.

| №<br>п/п | Номер<br>двутавра | Номер<br>швеллера | Равнобокий<br>уголок, мм | Неравнобокий<br>уголок, мм | Лист, $b \times \delta$ , мм | $a$ ,<br>см |
|----------|-------------------|-------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------|
| 1        | 10                | 5                 | 80×80×6                  | 90×56×6                    | 160×10                       | 4           |
| 2        | 12                | 6,5               | 90×90×6                  | 100×63×6                   | 160×12                       | 6           |
| 3        | 14                | 8                 | 90×90×8                  | 100×63×8                   | 180×10                       | 8           |
| 4        | 16                | 10                | 100×100×8                | 110×70×8                   | 180×12                       | 10          |
| 5        | 18                | 12                | 100×100×12               | 125×80×7                   | 200×10                       | 12          |
| 6        | 20                | 14                | 110×110×7                | 125×80×8                   | 200×12                       | 14          |
| 7        | 22                | 16                | 110×110×8                | 125×80×10                  | 200×16                       | 16          |
| 8        | 24                | 18                | 125×125×8                | 140×90×8                   | 220×12                       | 18          |
| 9        | 27                | 20                | 125×125×10               | 140×90×10                  | 220×14                       | 4           |
| 10       | 30                | 22                | 140×140×12               | 160×100×10                 | 240×16                       | 6           |
| 11       | 33                | 24                | 160×160×10               | 180×110×10                 | 240×20                       | 8           |
| 12       | 36                | 27                | 160×160×14               | 180×110×12                 | 300×16                       | 10          |
| 13       | 40                | 30                | 160×160×16               | 200×125×11                 | 320×16                       | 12          |
| 14       | 45                | 33                | 200×200×12               | 250×160×12                 | 340×16                       | 14          |
| 15       | 50                | 36                | 200×200×14               | 250×160×16                 | 400×20                       | 16          |
| 16       | 55                | 40                | 220×220×16               | 250×160×20                 | 500×20                       | 18          |

### Содержание экзаменационного билета

1 вопрос – фундаментальная теория (знать).

2 вопрос – практическая комплексная задача (уметь).

### Пример практического задания.

Построить эпюры нормальных (продольных) сил  $N$  и определить величину удлинения  $\Delta l$  (или укорочения) круглого стержня изображенного на рисунке.

При расчёте принять:  $P_1 = 70$  кН;  $P_2 = 40$  кН;  $P_3 = 140$  кН;  $l_1 = 0,4$  м;  $l_2 = 0,45$  м;  $l_3 = 0,3$  м;  $F = 2 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>.

