

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОНСТРУКЦИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ

|  |  |
|--|--|
| Направление/специальность подготовки       | 15.03.03 Прикладная механика                           |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Цифровое моделирование механических систем и процессов |
| Уровень высшего образования                | Бакалавриат  |
| Форма обучения                             | Очная  |
| Факультет                                  | Е Оружие и системы вооружения                          |
| Выпускающая кафедра                        | Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА               |
| Кафедра-разработчик рабочей программы      | Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА               |

| КУРС | СЕМЕСТР | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ<br>(ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) |                    |        |                           |                         |                        |                 |                 |                               | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО<br>КОНТРОЛЯ |
|------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
|      |         |   | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ              | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ |        |                           |                         | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА |                 |                 |                               |                                |
|      |         |   |                                 | ВСЕГО              | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ<br>ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ<br>ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО                  | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ<br>САМОСТ. РАБОТЫ |                                |
| 4    | 7       | 3                                       | 108                             | 51                 | 17     | 0                         | 34                      | 57                     | 0               | 0               | 57                            | диф.<br>зач.                   |

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**15.03.03 Прикладная механика**

год набора группы: 2025

Программу составили:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Санников Владимир Антонович, д.т.н., доцент, профессор

\_\_\_\_\_

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Воронов Алексей Сергеевич, преподаватель

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОНСТРУКЦИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-8.1 — Способен применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-8.1**

*знания:*

основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

*умения:*

интерпретировать результаты и делать выводы, использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

*навыки:*

применения современного математического инструментария для решения технических задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **КОНСТРУКЦИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ** является дисциплиной **части**, формируемой участниками образовательных отношений блока 1, программы подготовки по направлению 15.03.03 Прикладная механика.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА, ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕХАНИКА, ТЕОРИЯ ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-11 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии
- ПК-8.1 — Способен применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

| КУРС                       | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц   | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме |        |                      | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % |
|----------------------------|---------|--|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|
|                            |         |  |       | ВСЕГО                                 | Лекции | Практические занятия |                                  | ПК-8.1                     |
| 4                          | 7       | <b>Раздел 1. Многоцикловая усталостная прочность.</b> 1. Основные характеристики цикла - среднее напряжение, амплитуда напряжений, максимальное и минимальное напряжение, коэффициент асимметрии цикла; 2. Факторы, влияющие на усталостную прочность - масштабный фактор, коэффициент концентрации напряжений, качество обработки поверхности; 3. Усталостная прочность при одноосном напряженном состоянии. Коэффициент запаса по усталостной прочности; 4. Усталостная прочность при чистом сдвиге; 5. Усталостная прочность при плоском напряженном состоянии. Формула Гафа-Полларда;. | 37    | 22                                    | 6      | 16                   | 15                               | 25                         |
| 4                          | 7       | <b>Раздел 2. Концентрация напряжений и контактные напряжения.</b> 1. Понятие концентрации напряжений; 2. Концентрация напряжений в деталях машин; 3. Теоретический и реальный коэффициенты концентрации напряжений; 4. Методы понижения коэффициента концентрации напряжений.  | 23    | 8                                     | 4      | 4                    | 15                               | 25                         |
| 4                          | 7       | <b>Раздел 3. Малоцикловая усталостная прочность.</b> 1. Понятие малоциклового усталости; 2. Размах напряжений и размах деформаций. Деформационные критерии; 3. Предельное состояние. Образование макротрещин; 4. Экспериментальные данные.   | 27    | 12                                    | 4      | 8                    | 15                               | 25                         |
| 4                          | 7       | <b>Раздел 4. Длительная прочность.</b> 1. Предел длительной прочности; 2. Понятие ползучести и релаксации; 3. Влияние температуры; 4. Формула Ларсона-Миллера.   | 21    | 9                                     | 3      | 6                    | 12                               | 25                         |
| <b>Всего за 7 семестр</b>  |         |  | 108   | 51                                    | 17     | 34                   | 57                               | 100                        |
| <b>Всего по дисциплине</b> |         |  | 108   | 51                                    | 17     | 34                   | 57                               | 100                        |

#### 3.2. Аудиторный практикум

| № п/п                     | Номер и наименование раздела дисциплины                    | Тема практического занятия   | Объем, ауд. часов |
|---------------------------|--|--|-------------------|
| 1                         | Раздел 1. Многоцикловая усталостная прочность.             | Расчет на усталостную прочность деталей машин  | 8                 |
| 2                         |  | Численные методы расчета деталей машин на усталостную прочность                                      | 8                 |
| 3                         | Раздел 2. Концентрация напряжений и контактные напряжения. | Экспериментальная оценка коэффициента концентрации напряжений около отверстия в растягиваемой полосе | 2                 |
| 4                         |  | Концентрация напряжений в деталях машин  | 2                 |
| 5                         | Раздел 3. Малоцикловая усталостная прочность.              | Расчет деталей машин на малоцикловую прочность   | 8                 |
| 6                         | Раздел 4. Длительная прочность.                            | Расчет на длительную прочность элементов вращающихся машин   | 6                 |
| <b>Всего за 7 семестр</b> |  |  | 34                |

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п                     | Номер и наименование раздела дисциплины                    | Содержание учебного задания   | Объем, часов |
|---------------------------|--|---|--------------|
| 1                         | Раздел 1. Многоцикловая усталостная прочность.             | Решение индивидуального практического задания                                       | 8            |
| 2                         |  | Изучение литературы по тематике дисциплины  | 7            |
| 3                         | Раздел 2. Концентрация напряжений и контактные напряжения. | Решение индивидуального практического задания                                       | 8            |
| 4                         |  | Изучение литературы по тематике дисциплины  | 7            |
| 5                         | Раздел 3. Малоцикловая усталостная прочность.              | Решение индивидуального практического задания                                       | 8            |
| 6                         |  | Изучение литературы по тематике дисциплины  | 7            |
| 7                         | Раздел 4. Длительная прочность.                            | Изучение литературы по тематике дисциплины. Подготовка к дифференцированному зачету | 12           |
| <b>Всего за 7 семестр</b> |  |   | 57           |

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| СЕМЕСТР | НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА |   |   |   |      |    |   |   |   |    |              |    |    |              |    |    |                                     |
|---------|-----------------|---|---|---|------|----|---|---|---|----|--------------|----|----|--------------|----|----|-------------------------------------|
|         | 1               | 2 | 3 | 4 | 5    | 6  | 7 | 8 | 9 | 10 | 11           | 12 | 13 | 14           | 15 | 16 | 17                                  |
| 7       |                 |   |   |   | Тест | ДР |   |   |   | ДР | ИПЗ,<br>Тест |    |    | ИПЗ,<br>Тест |    | ДР | Вопр.Диф.Зач, Отч. по ПЗ, диф. зач. |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- Тест – тест;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- тест;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
2. Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 63 экз.
3. С. И. Каратушин, И. Н. Титух. . Конструкционная прочность. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 12 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

не требуется.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **КОНСТРУКЦИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-8.1 Способен применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с расчетами конструкций на многоцикловую и малоцикловую усталостную прочность, а также с учетом эффектов, происходящих в конструкционных материалах при действии высоких температур.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- тест;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

| Наименование работы   | Рекомендуемая литература  | Трудоемкость, час. |
|---|---|--------------------|
| <b>Раздел 1. Многоцикловая усталостная прочность.</b>                               |   |                    |
| Решение индивидуального практического задания                                       | С. И. Каратушин, И. Н. Титух. .<br>Конструкционная прочность: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1)   | 8                  |
| Изучение литературы по тематике дисциплины  | Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-3)  | 7                  |
| Итого по разделу 1  |   | 15                 |
| <b>Раздел 2. Концентрация напряжений и контактные напряжения.</b>                   |   |                    |
| Решение индивидуального практического задания                                       | С. И. Каратушин, И. Н. Титух. .<br>Конструкционная прочность: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-2)   | 8                  |
| Изучение литературы по тематике дисциплины  | Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-2)  | 7                  |
| Итого по разделу 2  |   | 15                 |
| <b>Раздел 3. Малоцикловая усталостная прочность.</b>                                |   |                    |
| Решение индивидуального практического задания                                       | Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-3)  | 8                  |
| Изучение литературы по тематике дисциплины  | С. И. Каратушин, И. Н. Титух. .<br>Конструкционная прочность: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-3)   | 7                  |
| Итого по разделу 3  |   | 15                 |
| <b>Раздел 4. Длительная прочность.</b>  |   |                    |
| Изучение литературы по тематике дисциплины. Подготовка к дифференцированному зачету | С. И. Каратушин, И. Н. Титух. .<br>Конструкционная прочность: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-4)<br>Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-6) | 12                 |
| Итого по разделу 4  |   | 12                 |

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы к дифференцированному зачету;
- индивидуальное практическое задание;
- тест;
- отчет по практическому заданию;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Варианты вопросов к дифф. зачету размещены в составе УМК по дисциплине

#### Индивидуальное практическое задание

Индивидуальное практическое задание (ИПЗ)

ИПЗ 1. Анализ распределения ОН после снятия заданного воздействия

ИПЗ 2. Анализ трещиностойкости в в условиях плоской деформации.

#### Тест

Варианты тестовых вопросов размещены в составе УМК по дисциплины

#### Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию (ПЗ) представляется в печатном или рукописном виде. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя по теме ПЗ.

#### Дифференцированный зачет

Дифф. зачет проходит в тестовой форме и включает в себя ответы на теоретические вопросы (25 шт.).

Критерии оценивания по количеству правильных ответов на вопросы:

23 – 25 - «зачтено - отлично»;

19 – 24 - «зачтено - хорошо»;

13 - 18 «зачтено - удовлетворительно»;

12 и менее - «не зачтено».

Паспорт фонда оценочных средств

| КУРС                       | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц                      | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме |        |                      | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % | НАИМЕНОВАНИЕ<br>ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА   |
|----------------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|---|
|                            |         |   |       | ВСЕГО                                 | Лекции | Практические занятия |                                  | ПК-8.1                     |   |
| 4                          | 7       | <b>Раздел 1. Многоцикловая усталостная прочность.</b>             | 37    | 22                                    | 6      | 16                   | 15                               | 25                         | Вопросы к дифференцированному зачету,<br>Индивидуальное практическое задание          |
| 4                          | 7       | <b>Раздел 2. Концентрация напряжений и контактные напряжения.</b> | 23    | 8                                     | 4      | 4                    | 15                               | 25                         | Вопросы к дифференцированному зачету,<br>Индивидуальное практическое задание,<br>Тест |
| 4                          | 7       | <b>Раздел 3. Малоцикловая усталостная прочность.</b>              | 27    | 12                                    | 4      | 8                    | 15                               | 25                         | Вопросы к дифференцированному зачету,<br>Индивидуальное практическое задание,<br>Тест |
| 4                          | 7       | <b>Раздел 4. Длительная прочность.</b>                            | 21    | 9                                     | 3      | 6                    | 12                               | 25                         | Вопросы к дифференцированному зачету,<br>Отчет по практическому заданию               |
| <b>Всего за 7 семестр</b>  |         |   | 108   | 51                                    | 17     | 34                   | 57                               | 100                        |   |
| <b>Всего по дисциплине</b> |         |   | 108   | 51                                    | 17     | 34                   | 57                               | 100                        |   |

**ПК-8.1 - Способен применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач**

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

**Матричное уравнение для определения собственных частот колебаний многомассовой дискретной модели конструкции имеет вид...**

1.  $(-\omega^2 [M] + [K])\{v\} = 0$
2.  $(-\omega^2 [K] + [M])\{v\} = 0$
3.  $(\omega^2 [M] + [K])\{v\} = 0$
4.  $(\omega^2 [K] + [M])\{v\} = 0$

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Уравнение изгибных колебаний стержня с распределенной массой имеет вид

$$\begin{aligned} 1 \quad & a^4 \frac{\partial^4 u}{\partial x^4} + \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0 \\ 2 \quad & a^4 \frac{\partial^4 u}{\partial x^4} = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \\ 3 \quad & a \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial t} \\ 4 \quad & a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \end{aligned}$$

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Уравнение  $m\ddot{x} + kx = 0$

описывает \_\_\_\_\_ колебания одномассовой системы без демпфирования,

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Уравнение  $m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 0$

Описывает

1. собственные колебания одномассовой системы без демпфирования,
2. свободные колебания одномассовой системы с демпфированием,
3. вынужденные колебания одномассовой системы без демпфирования,
4. вынужденные колебания одномассовой системы с демпфированием

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

$$\begin{aligned} 1 \quad & a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \\ 2 \quad & a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \\ 3 \quad & a \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial t} \\ 4 \quad & a^4 \frac{\partial^4 u}{\partial x^4} + \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0. \end{aligned}$$

**Уравнение продольных колебаний стержня с распределенной массой имеет вид...**

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие

**Данное уравнение  $m\ddot{x} + kx = F(t)$  является уравнением \_\_\_\_\_**

**колебаний одномассовой системы без демпфирования вынужденных**

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Что показывают изолинии напряжений?

1. Область распределения величины искривления формы
2. Величину деформации пластичности
3. Позволяют оценить максимальные значения напряжений, выполнить оценку условия прочности
4. Уровни распределения поля напряжений в пространстве материала элемента или конструкции
5. Область распределения величин перемещений и оценить возможность потери устойчивости
6. Позволяют определить зоны концентрации напряжений

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Расположите указанные характеристики по мере возрастания

- 1 предел текучести
- 2 предел пропорциональности
- 3 предел прочности
- 4 предел упругости

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

**Стержень, закрепленный шарнирно одним концом, вращаются вокруг оси, проходящей через точку закрепления. Объемная распределенная нагрузка...**

1. • линейно зависит от радиуса
2. • имеет квадратичную зависимость от радиуса
3. • обратно пропорциональна радиусу,
4. • обратно пропорциональна квадрату радиуса

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

**Волновой параметр  $a$  в уравнении изгибных колебаний балки с распределенной массой определяется...**

1.  $a = \sqrt[4]{(EJ/\rho F)}$
2.  $a = \sqrt[4]{(\rho F/EJ)}$
3.  $a = \sqrt{(E/\rho)}$
4.  $a = \sqrt{(EJ/\rho F)}$

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

**Волновой параметр  $a$  в уравнении продольных колебаний стержня с распределенной массой определяется...**

1.  $a = \sqrt{E/\rho}$
2.  $a^2 = \sqrt{E/\rho}$
3.  $a = \sqrt[4]{EJ/\rho F}$
4.  $a = \sqrt{\rho/E}$

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

**Чем вызвана диссипация (рассеяние) энергии в процессе колебаний?**

1. внутренним трением в материале,
2. сопротивлением среды,
3. трением в соединениях,
4. все ответы верны