

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Направление/специальность подготовки	15.03.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровой инжиниринг высокотехнологичных систем и процессов
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Н Робототехника и инновационная инженерия
Выпускающая кафедра	Н3 Механика деформируемого твердого тела
Кафедра-разработчик рабочей программы	Н3 Механика деформируемого твердого тела

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	3	108	52	0	26	26	56	0	0	56	ЭКЗ.

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: 2026

Программу составил:

Кафедра НЗ Механика деформируемого твердого тела
Шевчук Роман Эдуардович, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **НЗ Механика деформируемого твердого тела**

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

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

НЗ Механика деформируемого твердого тела

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

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-9.1 — 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-9.1

знания:

Теоретические и практические основы автоматизированного проектирования в системах CAD (Computer-Aided Design) и инженерного анализа в системах CAE (Computer-Aided Engineering).;

умения:

Выполнять компьютерный расчет напряженно-деформированного состояния (НДС) элементов конструкций в программных комплексах.;

навыки:

Практическое владение профессиональным ПО для КЭ моделирования и инженерного анализа..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

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

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ДИНАМИКА МАШИН, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В МЕХАНИКЕ, ПРАКТИКУМ ПО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКЕ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические 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
- ОПК-12 — Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности
- ОПК-14 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- ОПК-2 — Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации
- ОПК-4 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-6 — Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий
- ПК-9.2 — Способен учитывать особенности цифрового анализа технических систем при ударном, вибрационном, температурном нагружениях, наличии концентрации напряжений, контактных взаимодействиях, потери несущей способности, а также при усталостных разрушениях

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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-9.1
4	8	Раздел 1. Конечно-элементное моделирование фланцевых соединений. Нелинейные контактные расчеты. Типы контактов, моделирование предварительной затяжки болтов. Сгущение КЭ сетки в зонах концентрации напряжений. Определение нагрузок и ГУ. Критерии оценки: раскрытие стыка, напряжения в теле фланца и в шпильках, проверка условия герметичности.	56	26	0	26	30	60
4	8	Раздел 2. Задачи нелинейной механики. Моделирование ползучести деталей, работающих в условиях высоких температур. Оценка сопротивления хрупкому разрушению. Выполнение расчетов на внешнее динамическое воздействие.	52	26	26	0	26	40
Всего за 8 семестр			108	52	26	26	56	100
Всего по дисциплине			108	52	26	26	56	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Конечно-элементное моделирование фланцевых соединений.	Особенности моделирования фланцевых соединений	26
Всего за 8 семестр			26

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Задачи нелинейной механики.	Задачи нелинейной механики	26
Всего за 8 семестр			26

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Конечно-элементное моделирование фланцевых соединений.	Выполнение РГР на тему "Конечно-элементное моделирование фланцевых соединений"	30
2	Раздел 2. Задачи нелинейной механики.	Выполнение РГР на тему "Задачи нелинейной механики"	26
Всего за 8 семестр			56

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8						ДР	РГР			ДР		Отч. по ЛР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- РГР – расчетно-графическая работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР.

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

- диагностическая работа;
- расчетно-графическая работа;
- отчет по ЛР.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

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, 63 экз.
2. И. И. Аргатов, Н. Н. Дмитриев. . Основы теории упругого дискретного контакта. СПб.: Политехника, 2003, 49 экз.
3. Н. Н. Малинин. . Прикладная теория пластичности и ползучести. Москва: Юрайт, 2023, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. К. Джонсон. . Механика контактного взаимодействия. М.: Мир, 1989, 2 экз.
2. С. М. Айзикович, В. М. Александров, А. В. Белоконь. Контактные задачи теории упругости для неоднородных сред. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006, 2 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук;
2. Проблемы машиностроения и автоматизации.

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

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://ura.it.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <https://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
3. <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 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

5.6. Информационные технологии:

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска.

6.2. Лабораторные занятия:

1. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

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 **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *И Робототехника и инновационная инженерия* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *НЗ Механика деформируемого твердого тела*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-9.1 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 постановкой и проведением вычислительных экспериментов, построением физических, математических и компьютерных моделей, разработкой, развитием и применением рациональных математических и механических моделей машин, конструкций, сооружений и приборов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- расчетно-графическая работа;
- отчет по ЛР.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**26 ч.**), лабораторный практикум (**26 ч.**), самостоятельная работа студента (**56 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 52 ч. аудиторных занятий, и 56 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.
Раздел 1. Конечно-элементное моделирование фланцевых соединений.		
Выполнение РГР на тему "Конечно-элементное моделирование фланцевых соединений"	К. Джонсон. . Механика контактного взаимодействия: М.: Мир, 1989 (1-3, 7, 10) И. И. Аргатов, Н. Н. Дмитриев. . Основы теории упругого дискретного контакта: СПб.: Политехника, 2003 (3) С. М. Айзикович, В. М. Александров, А. В. Белоконов. Контактные задачи теории упругости для неоднородных сред: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006 (2)	30
Итого по разделу 1		30
Раздел 2. Задачи нелинейной механики.		
Выполнение РГР на тему "Задачи нелинейной механики"	Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (5, 11, 14) Н. Н. Малинин. . Прикладная теория пластичности и ползучести: Москва: Юрайт, 2023 (11-16)	26
Итого по разделу 2		26

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- расчетно-графическая работа;
- отчет по ЛР;
- экзамен.

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.

Расчетно-графическая работа

1. Шкала оценивания: «отлично». Критерии оценивания: Обучающийся выполнил РГР в полном объеме. Работа характеризуется полнотой проработки всех разделов содержательной части. Пояснительная записка индивидуального практического задания оформлена с соблюдением установленных правил. Обучающийся свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании. На все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения. 2. Шкала оценивания: «хорошо». Критерии оценивания: Обучающийся выполнил РГР в полном объеме. Работа характеризуется глубиной проработки всех разделов содержательной части. Пояснительная записка индивидуального практического задания оформлена с соблюдением установленных правил. Обучающийся владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя. На большинство вопросов дает правильные ответы. Защищает свою точку зрения достаточно обоснованно. 3. Шкала оценивания: «удовлетворительно». Критерии оценивания: Обучающийся выполнил РГР в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов. Обучающийся усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и самостоятельности) применяет его практически. На вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки. Неуверенно защищает свою точку зрения. 4. Шкала оценивания: «неудовлетворительно». Критерии оценивания: Обучающийся не может защитить свои решения, допускает грубые ошибки при ответах на вопросы или не отвечает на них. Шкалы оценивания «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» соответствуют отметке «зачтено». Шкала оценивания «не удовлетворительно» соответствует отметке «не зачтено».

Отчет по ЛР

1. Шкала оценивания: «отлично». Критерии оценивания: Обучающийся выполнил ЛР в полном объеме. Работа характеризуется полнотой проработки всех разделов содержательной части. Обучающийся свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании. На все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения. 2. Шкала оценивания: «хорошо». Критерии оценивания: Обучающийся выполнил ЛР в полном объеме. Работа характеризуется глубиной проработки всех разделов содержательной части. Обучающийся владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя. На большинство вопросов дает правильные ответы. Защищает свою точку зрения достаточно обоснованно. 3. Шкала оценивания: «удовлетворительно». Критерии оценивания: Обучающийся выполнил ЛР в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов. Обучающийся усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и самостоятельности) применяет его практически. На вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки. Неуверенно защищает свою точку зрения. 4. Шкала оценивания: «неудовлетворительно». Критерии оценивания: Обучающийся не может защитить свои решения, допускает грубые ошибки при ответах на вопросы или не отвечает на них. Шкалы оценивания «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» соответствуют отметке «зачтено». Шкала оценивания «не удовлетворительно» соответствует отметке «не зачтено».

Экзамен

Экзамен предполагает письменные ответы студента на экзаменационный билет, включающий 2 теоретических вопроса. Дополнительные вопросы студенты отмечают в экзаменационных листах и письменно отвечают на них. По каждому вопросу выставляется оценка по пятибалльной шкале. Общая оценка выставляется по пятибалльной шкале с учетом оценок по каждому вопросу и с учетом ответов на дополнительные вопросы. Обучающийся имеет право получить оценку по дисциплине по сумме набранных за семестр баллов в соответствии с действующей БРС, а при несогласии с оценкой по БРС имеет право сдать экзамен. Оценка "отлично" - даны правильные ответы на 2 вопроса, оценка "хорошо" - правильный ответ на один вопрос, оценка "удовлетворительно" - частично, более чем наполовину, правильный ответ на один из вопросов.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-9.1	
4	8	Раздел 1. Конечно-элементное моделирование фланцевых соединений.	56	26	0	26	30	60	Расчетно-графическая работа
4	8	Раздел 2. Задачи нелинейной механики.	52	26	26	0	26	40	Отчет по ЛР
Всего за 8 семестр			108	52	26	26	56	100	
Всего по дисциплине			108	52	26	26	56	100	

Оценочные материалы по дисциплине ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

ПК-9.1 - Способен применять CAD/CAE технологии при моделировании поведения элементов механических систем, необходимом для решения производственных проектно-конструкторских задач

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
При решении задач теплопередачи в ansys отсутствие граничных условий на какой-либо границе означает для этой границы
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие свойства материала необходимо задать для решения динамической структурной задачи о теле под воздействием переменного ускорения:
- плотность
 - КЛТР
 - коэффициент теплопроводности
 - модуль упругости
 - коэффициент Пуассона
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие свойства материала необходимо задать для решения статической структурной задачи о теле под воздействием теплового поля:
- плотность
 - КЛТР
 - коэффициент теплопроводности
 - модуль упругости
 - коэффициент Пуассона
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Элементами фланцевого соединения являются:
- прокладка
 - гайки
 - фланец
 - 2 фланца
 - болты/шпильки
- № 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Числовые значения перемещений, задаваемых в качестве граничных условий на верхней и нижней границах ячейки периодичности, в задаче о растяжении ячейки вдоль оси Y, равны
- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие
Выберите соответствие между понятием и числом определяющих констант материала:
1. анизотропный А) 2
 2. изотропный Б) 9
 3. ортотропный В) 21
- № 7 Прочитайте текст и установите соответствие
Выберите соответствие между физической величиной и единицей измерения:
1. Модуль А) Па

- упругости
 2. КЛТР Б) Вт/м²
 3. Коэффициент теплопроводности В) -
 4. Коэффициент Пуассона Г) 1/°C
 5. Плотность теплового потока Д) Вт/(м·°C)

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Составьте в возрастающей последовательности вычислительные затраты при условии одинаковой сетки КЭ модели с разными моделями материала:

ортотропный, анизотропный, изотропный, кубический

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Составьте в возрастающей последовательности типы элементов по количеству степеней свободы в узле:

плоская безынерционная точечная масса, линейная пружина, балка, осесимметричная оболочка, трехмерный тепловой элемент

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

Средняя деформация в задаче о чистом сдвиге может быть определена аналитически

- Верно

- Неверно

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

Данное уравнение является уравнением

$$m\ddot{x} + kx = 0$$

- уравнением собственных колебаний одномассовой системы без демпфирования

- уравнением собственных колебаний одномассовой системы с демпфированием

- уравнением вынужденных колебаний одномассовой системы без демпфирования

- уравнением вынужденных колебаний одномассовой системы с демпфированием

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

Данное уравнение является уравнением

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

- уравнением собственных колебаний одномассовой системы без демпфирования

- уравнением собственных колебаний одномассовой системы с демпфированием

- уравнением вынужденных колебаний одномассовой системы без демпфирования

- уравнением вынужденных колебаний одномассовой системы с демпфированием

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

Собственная частота колебаний

- пропорциональна жесткости конструкции

- пропорциональна квадратному корню жесткости конструкции

- обратно пропорциональна жесткости конструкции
- обратно пропорциональна квадратному корню жесткости конструкции
- не зависит от жесткости конструкции

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

Волновой параметр a в уравнении продольных колебаний стержня с распределенной массой определяется как

$$a = \sqrt{c/m}$$

$$a = \sqrt{E/\rho}$$

$$a = 4\sqrt{(EI_p)/\rho G}$$

$$a = 4\sqrt{EJ/\rho F}$$

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

Какие свойства материала необходимо задать для решения статической структурной задачи о теле под воздействием внешнего давления:

- плотность
- КЛТР
- коэффициент теплопроводности
- модуль упругости
- коэффициент Пуассона