

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ДИНАМИКА МАШИН

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	7	3	108	51	17	17	17	57	0	0	57	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 составили:

Кафедра НЗ Механика деформируемого твердого тела
Титух Игорь Николаевич, к.т.н., доцент, доцент

Кафедра НЗ Механика деформируемого твердого тела
Воронов Алексей Сергеевич, ассистент

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 ДИНАМИКА МАШИН

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-9.2 — 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

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-9.2

знания:

Виды механических колебаний инженерных систем;

умения:

Проведение экспериментальных исследований по колебаниям;

навыки:

Формировать адекватные математические и компьютерные модели колебаний инженерных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ДИНАМИКА МАШИН** 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, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, УСТОЙЧИВОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА, ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕХАНИКА**.

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
- ПК-9.1 — 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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-9.2
4	7	Раздел 1. Раздел 1. Собственные колебания. 1. Понятие собственных колебаний. 2. Собственные колебания одномассовых систем. 3. Собственные колебания двумассовых систем. 4. Собственные колебания систем со многими степенями свободы. 5. Собственные колебания систем с распределенными инерционно-жесткостными параметрами. Продольные колебания стержня. Крутильные колебания вала. Изгибные колебания балок. 6. Энергетический метод определения собственных частот и форм колебаний. 7. Конечно-элементное решение задач на определение собственных форм и частот колебаний инженерных систем.	52	24	8	8	8	28	50
4	7	Раздел 2. Раздел 2. Гармонические колебания. 1. Понятие вынужденных колебаний. 2. Вынужденные колебания одномассовых систем. 3. Амплитудно-фазовая характеристика. Амплитудно-частотная характеристика. 4. Влияние демпфирования. Коэффициент демпфирования. Коэффициент динамичности. 5. Конечно-элементное решение задач на вынужденные колебания. 6. Движение деформируемых тел при действии аperiodической нагрузки. Интеграл Дюамеля.	56	27	9	9	9	29	50
Всего за 7 семестр			108	51	17	17	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд- часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Собственные колебания.	Собственные колебания стержней, валов и балок	1
2		Собственные колебания рам с одной степенью свободы	1
3		Собственные колебания валов деталей машин	2
4		Собственные колебания рам с несколькими степенями свободы	2
5		Собственные колебания систем с распределенными параметрами	2
6	Раздел 2. Раздел 2. Гармонические колебания.	Гармонические колебания плоской рамы с одной степенью свободы. Численное моделирование.	3
7		Гармонические колебания балок с одной степенью свободы. Построение амплитудно-частотной и фазово-частотной характеристики. Численное моделирование.	3
8		АЧХ систем с несколькими степенями свободы. Численное моделирование.	3
Всего за 7 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Собственные колебания.	Численное определение собственных форм и частот колебаний стержней и стержневых систем	8
2	Раздел 2. Раздел 2. Гармонические колебания.	Построение амплитудно-частотных характеристик стержней и стержневых систем методом конечных элементов	9
Всего за 7 семестр			17

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Собственные колебания.	Выполнение и оформление индивидуального практического задания	10
2		Изучение литературы по тематике дисциплины	10
3		Оформление отчеты о лабораторной работе. Подготовка к защите	8
4	Раздел 2. Раздел 2. Гармонические колебания.	Выполнение индивидуального практического задания	10
5		Изучение литературы по тематике дисциплины. Подготовка к экзамену	10
6		Оформление отчеты о лабораторной работе. Подготовка к защите	9
Всего за 7 семестр			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						ДР	ИПЗ	ЛР		ДР			ИПЗ	ЛР		ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. Г. Атапин. . Сопротивление материалов. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
2. И. И. Вульфсон. . Динамика машин. Колебания. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
3. И. Н. Титух, С. П. Яковлев. . Устойчивость механических систем. Динамика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 68 экз.
4. С. П. Тимошенко. . Колебания в инженерном деле. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1967, 12 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Б. Л. Абрамян, Н. Х. Арутюнян, И. А. Биргер. Прочность, устойчивость, колебания. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , 3 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

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

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 - 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;
2. Mathcad Prime 3.1.

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;
3. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
4. Mathcad Prime 3.1.

6.3. Лабораторные занятия:

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

6.4. 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 **ДИНАМИКА МАШИН** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *Н Робототехника и инновационная инженерия* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Н3 Механика деформируемого твердого тела*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

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.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с расчетами на прочность и жесткость механических систем при действии динамических нагрузок.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- индивидуальное практическое задание;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 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.
Раздел 1. Раздел 1. Собственные колебания.		
Выполнение и оформление индивидуального практического задания	И. Н. Титух, С. П. Яковлев. . Устойчивость механических систем. Динамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1-2) И. И. Вульфсон. . Динамика машин. Колебания: Москва: Юрайт, 2020 (1-5)	10
Изучение литературы по тематике дисциплины	С. П. Тимошенко. . Колебания в инженерном деле: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1967 (1-8)	10
Оформление отчеты о лабораторной работе. Подготовка к защите	Б. Л. Абрамян, Н. Х. Арутюнян, И. А. Биргер. Прочность, устойчивость, колебания: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (1-2) В. Г. Атапин. . Сопротивление материалов: Москва: Юрайт, 2022 (1-5)	8
Итого по разделу 1		28
Раздел 2. Раздел 2. Гармонические колебания.		
Выполнение индивидуального практического задания	И. И. Вульфсон. . Динамика машин. Колебания: Москва: Юрайт, 2020 (1-10)	10
Изучение литературы по тематике дисциплины. Подготовка к экзамену		10
Оформление отчеты о лабораторной работе. Подготовка к защите		9
Итого по разделу 2		29

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к экзамену;
- лабораторная работа;
- индивидуальное практическое задание;
- 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.

Вопросы к экзамену

Вопросы к экзамену размещены в соответствующем курсе ЭИОС Moodle.

Примерный перечень вопросов:

1. Понятие устойчивости. Устойчивое и неустойчивое положение конструкции;
2. Критическая сила потери устойчивости сжатого стержня. Определение. Формула Эйлера;
3. Влияние условий закрепления на критическую силу;
4. Гибкость стержня. Пределы применимости формулы Эйлера;
5. Расчеты на устойчивость за пределами упругости;
6. Энергетический метод расчета на устойчивость;
7. Конечно-элементное уравнение для определения критической силы потери устойчивости и формы, соответствующей ей;
8. Понятие собственных колебаний. Уравнение для одномассовой системы;
9. Собственные колебания систем с двумя степенями свободы;
10. Собственные колебания систем со многими степенями свободы;
11. Собственные колебания стержня (продольные);
12. Собственные колебания вала (крутильные);
13. Собственные колебания балки (изгибные);
14. Вынужденные колебания. Определение. Уравнение для одномассовой системы;
15. АЧХ и ФЧХ. Вид для одномассовой системы;
16. Виды демпфирования;
17. Решение уравнения вынужденных колебаний одномассовой системы. Интеграл Дюамеля;
18. Уравнение движения при действии гармонической нагрузки. Сущность метода суперпозиций и полного метода;
19. Методы численного решения уравнения движения деформируемых систем;
20. Случайные вибрации. Определение. Спектральная плотность мощности.

Лабораторная работа

Тематики лабораторных работ - экспериментальное и численное исследование устойчивости и динамики стержневых систем.

После получения экспериментальных/численных данных обучающиеся самостоятельно их обрабатывают и оформляют отчет о лабораторной работе.

После подготовки отчета лабораторная работа защищается. Под защитой понимается устный ответ на вопросы преподавателя по тематике лабораторной работе

Индивидуальное практическое задание

Индивидуальное практическое задание размещено в соответствующем курсе в ЭИОС Moodle.

Тематика ИПЗ - расчет стержневой системы на прочность при действии гармонической нагрузки. Построение амплитудно-частотной характеристики.

Для того, чтобы индивидуальное практическое задание было принято в нем должны отсутствовать существенные ошибки и неточности, приводящие к неверным итоговым результатам.

Экзамен

Экзамен проходит в формате письменного и устного ответа на вопросы, размещенные в УМК дисциплины.

Каждому обучающемуся предоставляется 3 вопроса в билете.

Критерии оценивания:

Верный ответ на 1 вопрос - "Удовлетворительно"

Верные ответы на 2 вопроса - "Хорошо"

Верные ответы на все 3 вопроса - "Отлично"

В течении семестра действует балльно-рейтинговая система (БРС) оценки знаний. Обучающийся имеет право на получение оценки в соответствии с БРС без дополнительной сдачи экзамена в формате, описанном выше.

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания:

85 - 100 «отлично»

75 – 84 «хорошо»

60 - 74 «удовлетворительно»

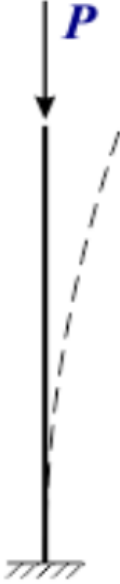

менее 60 «неудовлетворительно»

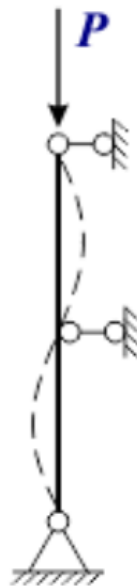
КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-9.2	
4	7	Раздел 1. Раздел 1. Собственные колебания.	52	24	8	8	8	28	50	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к экзамену, Лабораторная работа
4	7	Раздел 2. Раздел 2. Гармонические колебания.	56	27	9	9	9	29	50	Индивидуальное практическое задание, Вопросы к экзамену, Лабораторная работа
Всего за 7 семестр			108	51	17	17	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100	

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

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между схемой закрепления сжимаемого стержня и коэффициентом приведения длины, который ей соответствует. Каждой позиции левого столбца сопоставьте позицию в правом столбце.

Литера	Схема закрепления	Коэффициент № приведения длины
А		1 0.5
Б		2 1
В		3 2



Г

4

- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Закончите определение. Коэффициент, который показывает, во сколько раз амплитуда измеряемой величины при гармонических колебаниях выше амплитуды измеряемой величины при статическом нагружении - это...
- № 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Зачастую, при анализе прочности конструкций при действии динамических нагрузок уровень диссипации энергии описывается с помощью одного коэффициента - ... Ответ дайте в именительном падеже
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
В каком модуле в ANSYS Workbench проводится анализ переходных процессов?
1. Modal;
 2. Static Structural;
 3. Harmonic Response;
 4. Transient structural;
 5. Random vibration
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какое количество первых собственных частот у НЕЗАКРЕПЛЕННОГО тела равно нулю?
1. Три;
 2. Шесть;
 3. Все;

4. Одна

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Чему численно равен коэффициент относительного демпфирования?

1. Отношение фактического коэффициента демпфирования к критическому;
2. Отношение критического коэффициента демпфирования к фактическому;
3. Отношение первых двух собственных частот;
4. Отношение максимальной амплитуды колебаний при действии ГВ к амплитуде статического перемещения

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между уравнением метода конечных элементов и задачей, для решения которой оно используется. Каждой позиции левого столбца сопоставьте позицию в правом.

Литера	Решаемая задача	№ Уравнение МКЭ
А	Определение собственных частот колебаний системы	1 $\{u\} = [K]^{-1}\{P\}$
Б	Анализ переходных процессов	2 $[M]\{\ddot{u}\} + [K]\{u\} = \{0\}$
В	Статика деформируемых систем	3 $[M]\{\ddot{u}\} + [C]\{\dot{u}\} + [K]\{u\} = \{P\}$
Г	Воздействие гармонической вибрации на конструкцию	4

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность этапов проведения анализа устойчивости конструкции в ANSYS Workbench

1. Анализ результатов;
2. Проведение анализа статической прочности;
3. Импорт/создание геометрии и конечно-элементной модели;
4. Импорт результатов Static Structural в модуль Eigenvalue Buckling;
5. Задание граничных условий;
6. Решение задачи об устойчивости системы.

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность этапов расчета механической системы на прочность при действии гармонической вибрации в ANSYS Workbench с учетом преднапряжения от статических нагрузок

1. Проведение анализа статической прочности;
2. Импорт/создание геометрической и конечно-элементных моделей;
3. Проведение модального анализа;
4. Проведение анализа прочности при действии ГВ;
5. Анализ результатов;
6. Импорт результатов Static Structural в модуль Modal;
7. Импорт результатов Modal в Harmonic Response;

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

Из предложенного списка выберите уравнения для определения собственных частот колебаний одномассовой системы

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

2

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

3

$$m\ddot{x} + kx = P(t)$$

4

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = P(t)$$

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
От каких физико-механических параметров зависят собственные частоты колебаний механических систем?

1. Плотность;
2. Модуль Юнга;
3. Коэффициент линейного температурного расширения;
4. Предел прочности

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие из представленных задач являются задачами динамики деформируемого твердого тела?

1. Расчет на усталостную прочность вала при действии знакопеременных нагрузок;
2. Расчет напряженно-деформированного состояния вращающегося диска турбомшины;
3. Анализ прочности печатной платы в составе ракеты, запускаемой в космос;
4. Расчет напряженно-деформированного состояния рессоры трактора при движении по неровностям