

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Игнатенко Виталий Иванович

Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодёжному образованию

Дата подписания: 19.04.2023 08:34:05

Уникальный программный ключ:

a49ae343af5448d45d7e3e1e499659da8109ba78

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Заочный государственный университет им. Н.М. Федоровского»

(ЗГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

\_\_\_\_\_ Игнатенко В.И.

## Динамика и прочность металлургических машин рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Технологические машины и оборудование</b>	
Учебный план	28.04.2022. бак.-очн. 15.03.02_ММ-2021.plx Направления подготовки 15.03.02 "Технологические машины и оборудование" Профиль подготовки "Металлургические машины и оборудование"	
Квалификация	<b>бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>4 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	144	Виды контроля в семестрах: зачеты с оценкой 8
в том числе:		
аудиторные занятия	36	
самостоятельная работа	90	
часов на контроль	18	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	6			
Неделя	уп	рп	уп	рп
Лекции	18	18	18	18
Практические	18	18	18	18
В том числе инт.	16	16	16	16
Итого ауд.	36	36	36	36
Контактная работа	36	36	36	36
Сам. работа	90	90	90	90
Часы на контроль	18	18	18	18
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*профессор Брусков А.Л.* \_\_\_\_\_

Согласовано:

*к.т.н. Зав.кафедрой Пилипенко С. С.* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Динамика и прочность металлургических машин**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 20.10.2015 г. № 1170)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Технологические машины и оборудование**

Протокол от 19.05.2021г. № 8

Срок действия программы: 2021-2022 уч.г.

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Фёдоров А.А.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., доцент Фёдоров А.А.           \_\_ \_\_\_\_\_ 2022 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры  
**Технологические машины и оборудование**

Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент Фёдоров А.А.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., доцент Фёдоров А.А.           \_\_ \_\_\_\_\_ 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры  
**Технологические машины и оборудование**

Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент Фёдоров А.А.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., доцент Фёдоров А.А.           \_\_ \_\_\_\_\_ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры  
**Технологические машины и оборудование**

Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент Фёдоров А.А.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., доцент Фёдоров А.А.           \_\_ \_\_\_\_\_ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры  
**Технологические машины и оборудование**

Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент Фёдоров А.А.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	Цель изучения дисциплины - формирование у студентов понимания явлений определяющих динамическое нагружение деталей машин и формирование навыков решения практических задач, связанных с оценкой динамичности инерционных, ударных и колебательных нагрузок.
-----	---

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Электрический привод металлургических машин
2.1.2	Сопротивление материалов
2.1.3	Теория механизмов и машин
2.1.4	Теоретическая механика
2.1.5	Математический анализ
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Металлургические машины и оборудование
2.2.2	Динамика и прочность металлургических машин
2.2.3	Государственная итоговая аттестация

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ПК-5: способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования**

**Знать:**

Уровень 1	основные методы испытаний машиностроительных конструкций и их технологического оборудования.
Уровень 2	особенности проведения испытаний на усталостную прочность машиностроительных конструкций.
Уровень 3	проводить расчеты основных параметров машин по заданным условиям.

**Уметь:**

Уровень 1	проводить испытания машиностроительных конструкций оформлять отчеты о результатах работы.
Уровень 2	проводить испытания на усталостную прочность машиностроительных конструкций.
Уровень 3	правильно определять прочную характеристику конструкций.

**Владеть:**

Уровень 1	методикой проведения испытаний конструкций и их элементов машин, оформления отчетов о результатах работы.
Уровень 2	методикой обобщения результатов испытаний и расчетов.
Уровень 3	современными методами испытаний, проектирования и расчетов машиностроительных конструкций.

**ПК-7: умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений****Знать:**

Уровень 1	основные параметры, технические характеристики и технологические возможности металлургического оборудования.
-----------	--

**Уметь:**

Уровень 1	рационально выбирать вид и типоразмер металлургических машин, с учетом особенностей технологического процесса производства работ и технико-экономических показателей работы машин в конкретных эксплуатационных условиях.
-----------	---

**Владеть:**

Уровень 1	информацией о структуре и парке металлургического оборудования, их конструктивных параметрах и технологических возможностях.
-----------	--

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные методы испытаний машиностроительных конструкций и их технологического оборудования.
3.1.2	особенности проведения испытаний на усталостную прочность машиностроительных конструкций.
3.1.3	проводить расчеты основных параметров машин по заданным условиям.
3.1.4	основные параметры, технические характеристики и технологические возможности металлургического оборудования.

<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	проводить испытания машиностроительных конструкций оформлять отчеты о результатах работы.
3.2.2	проводить испытания на усталостную прочность машиностроительных конструкций.
3.2.3	правильно определять прочную характеристику конструкций.
3.2.4	рационально выбирать вид и типоразмер металлургических машин, с учетом особенностей технологического процесса производства работ и технико-экономических показателей работы машин в конкретных эксплуатационных условиях.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методикой проведения испытаний конструкций и их элементов машин, оформления отчетов о результатах работы.
3.3.2	методикой обобщения результатов испытаний и расчетов.
3.3.3	современными методами испытаний, проектирования и расчетов машиностроительных конструкций.
3.3.4	информацией о структуре и парке металлургического оборудования, их конструктивных параметрах и технологических возможностях.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1.</b>						
1.1	Понятия о колебательной системе. Приведение силовых и геометрических параметров при построении динамических моделей. Составление уравнений движения /Лек/	8	3	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.3	2	
1.2	Свободные незатухающие и затухающие колебания одномассовой системы. Определение параметров свободных колебаний /Лек/	8	3	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.3	1	
1.3	Вынужденные колебания одномассовой системы без учёта трения при действии импульсной нагрузки и произвольной возмущающей силы /Лек/	8	3	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	1	
1.4	Вынужденные колебания одномассовой системы без учёта трения при действии внезапной нагрузки линейно-возрастающей и ограниченной линейно-возрастающей силы /Лек/	8	3	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.3Л2.1	1	
1.5	Вынужденные колебания одномассовой системы без учёта трения при действии гармонической и периодической негармонической нагрузки /Лек/	8	1	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.3Л2.1	0	
1.6	Вынужденные колебания одномассовой системы с учётом вязкого сопротивления при действии импульсной нагрузки и произвольной возмущающей силы /Лек/	8	3	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.3Л2.1	1	
1.7	Вынужденные колебания одномассовой системы с учётом вязкого сопротивления при действии внезапной нагрузки и при действии гармонического нагружения /Лек/	8	1	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	1	
1.8	Расчёты на прочность при действии переменных нагрузок /Лек/	8	1	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.3Л2.2Л3. 1	1	
1.9	Инерционные нагрузки. Оценка расчётных ускорений /Пр/	8	2	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.3	1	
1.10	Инерционные нагрузки при равномерно ускоренном движении прямого бруса и при равномерно-ускоренном подъёме груза /Пр/	8	2	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.3	0	
1.11	Инерционные нагрузки при равно-ускоренном движении и равномерном вращении ломонного бруса /Пр/	8	2	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.3	1	

1.12	Инерционные нагрузки при равномерном вращении: массивного бруса; листового диска; замкнутых контуров /Пр/	8	3	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2 Л1.3	1	
1.13	Ударные нагрузки. Коэффициенты жёсткости системы, воспринимающий удар /Пр/	8	3	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.3	2	
1.14	Коэффициенты приведённой массы элементов, воспринимающих удар /Пр/	8	2	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.3	1	
1.15	Растягивающий (сжимающий) удар; изгибающий удар /Пр/	8	2	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.3	1	
1.16	Крутящий удар и удар вращающейся массой /Пр/	8	2	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.3	1	
1.17	Инерционные нагрузки. оценки расчётных ускорений /Ср/	8	4	ПК-5 ПК-7	Л1.1	0	
1.18	Характерные виды напряжённого состояния деталей машин при действии инерционных нагрузок - Равномерно-замедленное движение прямого бруса - Равноускоренный подъём груза - Равноускоренное движение ломанного бруса - Равномерное вращение массивного стержня - Равномерное вращение кривого бруса - Равномерное вращение замкнутых контуров /Ср/	8	8	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2	0	
1.19	Ударные нагрузки. Виды и фазы ударов. Коэффициенты жёсткости элементов системы воспринимающей удар /Ср/	8	4	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2	0	
1.20	коэффициенты приведений массы элементов системы, воспринимающей удар /Ср/	8	4	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2	0	
1.21	Характерные виды ударов: - растягивающий (сжимающий) удар - изгибающий удар - крутящий удар - удар вращающейся массой - удар стержневых систем - внецентренный удар /Ср/	8	24	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2	0	
1.22	Понятия о колебательной системе. Приведение силовых и геометрических параметров при построении динамических моделей. Составление уравнений движения /Ср/	8	4	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0	
1.23	Свободные колебания одномассовой системы (затухающие и незатухающие) /Ср/	8	4	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0	
1.24	Вынужденные колебания одномассовой системы без учёта сил трения при действии: - импульсной нагрузкой - произвольной силы; - гармонической нагрузки; - внезапной нагрузки; - линейно-возвращающей силы /Ср/	8	24	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0	
1.25	Вынужденные колебания одномассовой системы с учётом сил трения при действии: - импульсной нагрузки; - произвольной силы; - внезапной нагрузки; - гармонической нагрузки /Ср/	8	14	ПК-5 ПК-7	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Содержание дисциплины. Особенности динамики металлургических машин. Статические и динамические нагрузки.
2. Инерционные нагрузки. Оценка расчетных ускорений.
3. Исследование одноосного напряженного состояния бруса под действием осевой инерционной нагрузки.
4. Исследование напряженного состояния стержня при вращении вокруг оси перпендикулярной оси стержня.
5. Исследование напряженного состояния массивного гонкого\* обода вращающегося вокруг центральной оси перпендикулярной оси обода.
6. Исследование напряженного состояния диска вращающегося вокруг центральной оси перпендикулярной плоскости диска.
7. Исследование напряженного состояния спарника двух колес.
8. Ударные нагрузки. Виды и фазы ударов. Допущения при расчете ударных нагрузок.
9. Коэффициенты жесткости упругих элементов систем при различных видах деформации.
10. Коэффициенты жесткости упругой системы при параллельном и последовательном соединении элементов.
11. Коэффициенты приведенной массы системы воспринимающей удар.
12. Коэффициент динамичности при растягивающем ударе.
13. Коэффициент динамичности при изгибающем ударе.
14. Коэффициент динамичности при крутящем ударе.
15. Исследование ударных нагрузок при ударе вращающейся массой.
16. Классификация кинематических схем механизмов. Основания для построения динамических моделей (расчетных схем) механизмов.
17. Определение и приведение масс и моментов инерции масс при построении динамических моделей.
18. Определение и приведение коэффициентов жесткости упругих связей при построении расчетных схем.
19. Приведение сил и моментов сил при построении расчетных схем.
20. Составление и преобразование уравнений движения в соответствии с расчетной схемой.
21. Понятие о колебательной системе. Виды колебаний.
22. Свободные колебания без затухания и с затуханием (на примере одномассовой системы).
23. Вынужденные колебания. Основные виды внешних нагрузений.
24. Уравнение вынужденных колебаний одномассовой системы при отсутствии трения. Решение уравнения при действии импульсной нагрузки и при действии произвольной нагрузки.
25. Характер движения одномассовой системы при действии внезапной нагрузки.
26. Характер движения одномассовой системы при действии периодической негармонической нагрузки.
27. Уравнение вынужденных колебаний одномассовой системы при наличии вязкого трения. Решение уравнения при действии импульсной нагрузки и при действии произвольной нагрузки.
28. Характер движения одномассовой системы при наличии вязкого сопротивления и при действии гармонической нагрузки.
29. Многомассовые системы. Определение частот и форм свободных колебаний.
30. Упрощение расчетных схем. Методы упрощения. Метод эквивалентного преобразования парциальных систем.

### 5.2. Темы письменных работ

### 5.3. Фонд оценочных средств

Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования по тесту второго типа: тестовые задания по дисциплине содержат 25 вопросов;

- оценка "отлично" выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 80% тестовых заданий;
- оценка "хорошо" выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 60% тестовых заданий;
- оценка "удовлетворительно" выставляется при условии правильного ответа студента не менее 45%

Критерии оценки ответов на контрольные вопросы:

- оценка "отлично" ставится, если выполнены все требования: точно даны определения и понятия; полностью раскрыты сущность вопроса; даны правильные и полные ответы на все вопросы; логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы;
- оценка "хорошо" - основные требования выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; имеются упущения в ответах;
- оценка "удовлетворительно" - имеются существенные отступления от требований. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании ответов на вопросы; отсутствуют выводы; отсутствуют положения к формулам, рисункам;
- оценка "неудовлетворительно" - тема не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы; даны не полные ответы менее чем на 45% вопросов.

### 5.4. Перечень видов оценочных средств

- Оценочные средства по категории "Знать": контрольные вопросы, тесты.
- Оценочные средства по категории "Уметь": контрольные вопросы, тесты.
- Оценочные средства по категории "Владеть": контрольные вопросы, тесты.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Иванченко Ф.К., Красношапка В.А.	Динамика металлургических машин	М.: Металлургия, 1983	70
Л1.2	Когаев В.П., Дроздов Ю.Н.	Прочность и износостойкость деталей машин: учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов	М.: Высш. шк., 1991	13
Л1.3	Кожевников С.Н.	Динамика нестационарных процессов в машинах	Киев: Наукова думка, 1986	1
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Бидерман В.Л.	Теория механических колебаний: учебник для вузов по спец. "Динамика и прочность машин	М.: Высш. шк., 1980	2
Л2.2	Иванченко Ф.К. [ и др. ]	Динамика и прочность прокатного оборудования: учеб. пособие для металлург. и машиностроит. вузов и фак.	М.: Металлургия, 1970	8
<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	сост. Ю.В.Михайлов; Норильский индустр. ин-т	Динамика и прочность металлургических машин: учебная программа дисциплины и метод. указания к контрольным работам для студентов спец. 170300	Норильск, 2001	4
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	MS Windows 7 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)			
6.3.1.2	MS Office Standard 2007 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)			
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>				

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
7.1	25 – лаборатория «Металлургические машины и оборудование», «Шихтоподготовительные и дробильно-сортировочные машины»
7.2	Установка для центрирования валов
7.3	Установка для статической балансировки вращающихся узлов
7.4	Установка для динамической балансировки вращающихся узлов
7.5	Ультразвуковой дефектоскоп УД-11ПУ
7.6	Редуктор для определения дефекта монтажа зубчатых зацеплений.

<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	