





|  |
| --- |
| **1** **Цели** **освоения** **дисциплины** **(модуля)**  |
| Целями освоения дисциплины «Динамика машин» являются: формирование у студентов знаний, умений, навыков исследования механических свойств машин ОМД с плоскими и пространственными структурами, навыков решения сложных задач механики подобных систем и в частности их динамических свойств. Задачи изучения дисциплины: развитие логического и алгоритмического мышления; формирование устойчивых знаний методов анализа и синтеза механических систем многодвигательных машин.   |
| **2** **Место** **дисциплины** **(модуля)** **в** **структуре** **образовательной** **программы**  |
| Дисциплина Динамика машин входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы. Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:  |
| Начертательная геометрия и компьютерная графика  |
| Физика  |
| Сопротивление материалов  |
| Математика  |
| Детали машин  |
| Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:  |
| Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена  |
| Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы  |
| Производственная – преддипломная практика  |
|  |  |
| **3** **Компетенции** **обучающегося,** **формируемые** **в** **результате** **освоения** **дисциплины** **(модуля)** **и** **планируемые** **результаты** **обучения**  |
| В результате освоения дисциплины (модуля) «Динамика машин» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:  |
| Структурный элемент компетенции  | Планируемые результаты обучения  |
| **ПК-4 способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности** |
| Знать | - основные понятия и методы анализа и расчета механических систем машин ОМД,- состав, характеристики и области применения многодвигательных машин различного назначения,- структуру и собственные свойства машин ОМД |
| Уметь | - конструировать узлы механических систем многодвигательных машин,- составлять расчетные схемы, проводит силовой анализ и решать дифференциальные уравнения движения машин ОМД,- применять методы решения прикладных за-дач анализа и синтеза, кинематики, кинетостатики и динамики машин ОМД |
| Владеть | - практическими навыками в проведении исследований динамических (колебательных) процессов машин ОМД |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **4.** **Структура,** **объём** **и** **содержание** **дисциплины** **(модуля)**  |
| Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе: – контактная работа – 37 акад. часов: – аудиторная – 36 акад. часов; – внеаудиторная – 1 акад. часов - самостоятельная работа – 35 акад. часов– в форме практической подготовки – 2 акад. часов; Форма аттестации - зачет  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Раздел/ тема дисциплины  | Семестр  | Аудиторная контактная работа (в акад. часах)  | Самостоятельная работа студента  | Вид самостоятельной работы  | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации  | Код компетенции  |
| Лек.  | лаб. зан.  | практ. зан.  |
| 1. Тема 1  |  |
| 1.1 Введение, цели и задачи изучения дисциплины «Динамика машин ОМД», виды разрушения деталей машин. Колебательные процессы в машинах ОМД. Основные понятия, определения  | 7  | 2  |  | 2  | 4  | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №1  | ПК-4  |
| Итого по разделу  | 2  |  | 2  | 4  |  |  |  |
| 2. Тема 2  |  |
| 2.1 Методика составления приведенных расчетных схем для определения динамических нагрузок колебательного характера.  | 7  | 2  |  | 2  | 4  | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №1  | ПК-4  |
| Итого по разделу  | 2  |  | 2  | 4  |  |  |  |
| 3. Тема 3  |  |
| 3.1 Определение динамических нагрузок и управление нагруженностью деталей машин изменением параметров их колебательных систем и внешних возбуждений  | 7  | 2  |  | 2  | 4  | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №2  | ПК-4  |
| Итого по разделу  | 2  |  | 2  | 4  |  |  |  |
| 4. Тема 4  |  |
| 4.1 Примеры технических приложений теории механических колебаний, защита машин ОМД от перегрузок, ударов и вибраций. Пути снижения динамических нагрузок, действующих в машинах  | 7  | 2  |  | 2  | 4  | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №3  | ПК-4  |
| Итого по разделу  | 2  |  | 2  | 4  |  |  |  |
| 5. Тема 5  |  |
| 5.1 Элементы экспериментальной динамики машин. Измерение кинематических и силовых параметров машин  | 7  | 2  |  | 2  | 4  | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №3  | ПК-4  |
| Итого по разделу  | 2  |  | 2  | 4  |  |  |  |
| 6. Тема 6  |  |
| 6.1 Лагранжиан 2-го рода. Энергетический подход и составление дифференциальных уравнений движения. Решение дифференциальных уравнений.  | 7  | 2  |  | 2/2И  | 4  | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №3  | ПК-4  |
| Итого по разделу  | 2  |  | 2/2И  | 4  |  |  |  |
| 7. Тема 7  |  |
| 7.1 Расчет динамических нагрузок и моделирование процессов динамики машин. Подготовка задач для расчета. Составление уравнений и блок-схемы, анализ результатов расчета  | 7  | 2  |  | 2/2И  | 4  | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №3  | ПК-4  |
| Итого по разделу  | 2  |  | 2/2И  | 4  |  |  |  |
| 8. Тема 8  |  |
| 8.1 Расчет спектра собственных частот и форм колебаний и динамических нагрузок с помощью ЭВМ  | 7  | 2  |  | 2/2И  | 4  | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №4  | ПК-4  |
| Итого по разделу  | 2  |  | 2/2И  | 4  |  |  |  |
| 9. Тема 9  |  |
| 9.1 Элементы экспериментальной динамики машин. Измерение кинематических и силовых параметров  | 7  | 2  |  | 2/2И  | 3  | Подготовка к практическим занятиям, выполнение контрольных работ. | Контрольная работа №4  | ПК-4  |
| Итого по разделу  | 2  |  | 2/2И  | 3  |  |  |  |
| 10. Тема 10  |  |
| 10.1 Зачет  | 7  |  |  |  |  |  |  | ПК-4  |
| Итого по разделу  |  |  |  |  |  |  |  |
| Итого за семестр  | 18  |  | 18/8И  | 35  |  | зачёт  |  |
| Итого по дисциплине  | 18 |  | 18/8И | 35 |  | зачет | ПК-4 |

|  |
| --- |
| **5** **Образовательные** **технологии** 1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.
2. Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:
3. Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).
4. Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму. Практические занятия проводятся в форме практической подготовки в условиях выполнения обучающимися видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление и развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

  |
| Основные типы проектов: Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем). Информационный проект – учебно-познавательная деятельность с ярко выраженной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации о каком-то объекте, ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение для презентации более широкой аудитории). 3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе личностно- значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды. Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (меж-групповой диалог, дискуссия как спор-диалог).  |
| **6** **Учебно-методическое** **обеспечение** **самостоятельной** **работы** **обучающихся**  |

*По дисциплине «Динамика машин» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.*

*Студенты самостоятельно решают контрольные задачи.*

**Темы контрольных работ**

1. Приведение внешних сил и моментов
2. Определение жесткости пружин.
3. Определение жесткости стержня.
4. Составление уравнений Лагранжа
5. Крутильные колебания
6. Продольные колебания.

**Вопросы для подготовки к зачету**

1. Цели и задачи изучения дисциплины «Динамика и прочность машины», виды разрушения деталей машин. Колебательные процессы в машинах ОМД. Основные понятия, определения
2. Методика составления приведенных расчетных схем для определения динамических нагрузок колебательного характера
3. Приведение масс и моментов инерции масс, сил и моментов сил, жесткостей и коэффициентов рассеивания энергии. Составление уравнений движения Определение динамических нагрузок и управление нагруженностью деталей машин изменением параметров их колебательных систем и внешних возбуждений – 3 час.
4. Примеры технических приложений теории механических колебаний, защита машин ОМД от перегрузок, ударов и вибраций. Пути снижения динамических нагрузок, действующих в машинах
5. Элементы экспериментальной динамики машин. Измерение кинематических и силовых параметров машин
6. Расчетные схемы и уравнения движения
7. Свободные колебания линейной консервативной системы
8. Вынужденные колебания линейной системы без трения
9. Затухание свободных колебаний
10. Вынужденные колебания систем при вязком трении
11. Вынужденные колебания систем с трением, отличным от вязкого
12. Параметрическое возбуждение колебаний.....
13. Колебания нелинейных систем
14. Метод осреднения
15. Колебания систем с конечным числом степеней свободы
16. Определение частот и форм свободных колебаний
17. Главные координаты. Матричная форма уравнений
18. Некоторые особые случаи расчета собственных колебаний................
19. Примеры расчета частот и форм собственных колебаний ................
20. Вынужденные колебания системы без трения
21. Влияние трения на колебания систем с конечным числом степеней свободы
22. Продольные и крутильные колебания стержней
23. поперечные колебания струн.......
24. Изгибные колебания прямых стержней .
25. Вынужденные колебания стержней.
26. Колебания стержней при наличии вязкого трения
27. Колебания, вызываемые подвижной нагрузкой
28. Распространение упругих волн в стержнях
29. Колебания круговых колец.......
30. Простейшие приближенные формулы для оценки низ ей cобственной частоты
31. Метод Рэлея — Ритца
32. Прямая дискретизация систем с распределенной массой. Метод конечных элементов
33. Метод последовательных приближений
34. Расчет собственных частот системы без определения форм ее колебаний
35. Методы динамических податливостей и динамических жесткостей

|  |
| --- |
|  |
|  |

|  |
| --- |
| **7** **Оценочные** **средства** **для** **проведения** **промежуточной** **аттестации**  |

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения  | Оценочные средства |
| --- | --- | --- |
| **ПК-4: способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности** |
| Знать | - основные понятия и методы анализа и расчета механических систем машин ОМД, - состав, характеристики и области применения многодвигательных машин различного назначения, - структуру и собственные свойства машин ОМД | **Вопросы к зачету**1. Цели и задачи изучения дисциплины «Динамика и прочность машины», виды разрушения деталей машин. Колебательные процессы в машинах ОМД. Основные понятия, определения
2. Методика составления приведенных расчетных схем для определения динамических нагрузок колебательного характера
3. Приведение масс и моментов инерции масс, сил и моментов сил, жесткостей и коэффициентов рассеивания энергии. Составление уравнений движения Определение динамических нагрузок и управление нагруженностью деталей машин изменением параметров их колебательных систем и внешних возбуждений – 3 час.
4. Примеры технических приложений теории механических колебаний, защита машин ОМД от перегрузок, ударов и вибраций. Пути снижения динамических нагрузок, действующих в машинах
5. Элементы экспериментальной динамики машин. Измерение кинематических и силовых параметров машин
6. Расчетные схемы и уравнения движения
7. Свободные колебания линейной консервативной системы
8. Вынужденные колебания линейной системы без трения
9. Затухание свободных колебаний
10. Вынужденные колебания систем при вязком трении
11. Вынужденные колебания систем с трением, отличным от вязкого
12. Параметрическое возбуждение колебаний.
13. Колебания нелинейных систем
14. Метод осреднения
15. Колебания систем с конечным числом степеней свободы
16. Определение частот и форм свободных колебаний
17. Главные координаты. Матричная форма уравнений
18. Некоторые особые случаи расчета собственных колебаний.
19. Примеры расчета частот и форм собственных колебаний .
20. Вынужденные колебания системы без трения
21. Влияние трения на колебания систем с конечным числом степеней свободы.
22. Продольные и крутильные колебания стержней,
23. поперечные колебания струн
24. Изгибные колебания прямых стержней
25. Колебания стержней при наличии вязкого трения
26. Колебания, вызываемые подвижной нагрузкой
27. Распространение упругих волн в стержнях
28. Колебания круговых колец.
29. Простейшие приближенные формулы для оценки низ ей обственной частоты
30. Метод Рэлея — Ритца
31. Прямая дискретизация систем с распределенной массой. Метод конечных элементов
32. Метод последовательных приближений
33. Расчет собственных частот системы без определения форм ее колебаний
34. Методы динамических податливостей и динамических жесткостей
 |
| Уметь | - конструировать узлы механических систем многодвигательных машин, - составлять расчетные схемы, проводит силовой анализ и решать дифференциальные уравнения движения машин ОМД, - применять методы решения прикладных за-дач анализа и синтеза, кинематики, кинетостатики и динамики машин ОМД | **Примеры задач** «Составление уравнений Лагранжа»:Дано: уравнения полных кинетической и потенциальной энергий.1. Привести пример физической системы, соответствующей уравнению. 2. Продифференцировать уравнения в символьном виде с помощью математического пакета. 3. Получить дифференциальные уравнения движения.3. Решить дифференциальные уравнения движения с помощью математического пакета.4. Представить результат в виде уравнения зависимости перемещений от времени и графиков перемещений.5. Показать возможные примеры реальных систем с подобными уравнениямиfunction Qr=fQr(T, U, Qr,... q1, q2, q3,... v1, V2, v3,... a1, a2, a3,... m1, m2, m3, m4, m5, m6, e1, e2, e3, e4, e5, e6)% Компоненты уравнения ЛагранжаdT\_\_\_d\_dqdt=diff(T,v1)+diff(T,V2)+diff(T,v3)%При дифференциировании по скоростей dqdt по времени t получим ускорения%ddqdtt, т.е. заменим скорости dqdt ускорениями ddqdttddT\_\_\_d\_dqdt\_\_dt= diff(dT\_\_\_d\_dqdt,v1).\*a1... +diff(dT\_\_\_d\_dqdt,V2).\*a2... +diff(dT\_\_\_d\_dqdt,v3).\*a3dT\_\_\_dq=diff(T,q1)+diff(T,q2)+diff(T,q3)dU\_\_\_dq=diff(U,q1)+diff(U,q2)+diff(U,q3)Qr=ddT\_\_\_d\_dqdt\_\_dt-dT\_\_\_dq+dU\_\_\_dq; |
| Владеть | - практическими навыками в проведении исследований динамических (колебательных) процессов машин ОМД | «Определение периода собственных колебаний механической системы»**Дано:** масса груза, осевой момент инерции маховика, толщина, количество витков и диаметр стальной цилиндрической пружины, диаметр и длина стального торсиона. **Задание:** Приведите методику расчета параметров собственных колебаний механической системы. Произвести расчет периода собственных колебаний на примере механических систем, испытывающих крутильные и продольные колебания. Краткие теоретические сведенияДвижение одно массовой механической системы с одной упругой связью описывается дифференциальным уравнением:где ϕ - угол поворота массы; М – момент внешних сил; ω0 – частота собственных колебаний; J – момент инерции вращающейся массы. МС*J*Рис. 1. Схема механической модели с крутильными колебаниямиКруговую частоту собственных колебаний можно определить через параметры механической системы;где С – крутильная жесткость упругой связи;  - момент инерции вращающейся массы.Круговую частоту собственных колебаний можно определить через параметры механической системы;mCРис. 2. Схема механической модели с продольными колебаниямигде С – продольная жесткость упругой связи; m – масса груза.Период и частота колебаний связаны соотношением: |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Динамика машин» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

# Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

# - «зачтено» – обучаемый должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

# - «не зачтено» – обучаемый не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

|  |
| --- |
| **8** **Учебно-методическое** **и** **информационное** **обеспечение** **дисциплины** **(модуля)**  |
| **а)** **Основная** **литература:**  |
| 1. Зубарев, Ю. М. Динамические процессы в технологии машиностроения. Основы конструирования машин : учебное пособие / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-2990-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103067> (дата обращения: 08.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. 2. Белан, А. К. Проектирование и расчет оборудования прокатного стана : учебное пособие / А. К. Белан, О. А. Белан ; МГТУ. - Магнитогорск, 2014. - 135 с. : ил., граф., схе-мы. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=774.pdf&show=dcatalogues/1/1115110/774.pdf&view=true> (дата обращения: 10.03.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.  |
| **б)** **Дополнительная** **литература:**  |
| 1. Оборудование для производства и качество продукции в цехах горячей прокатки : учебное пособие / М. И. Румянцев, О. В. Синицкий, Д. И. Кинзин, О. Б. Калугина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3237.pdf&show=dcatalogues/1/1136956/3237.pdf&view=true> (дата обращения: 10.03.2020). - Макрообъект. - Текст : электрон-ный. - Сведения доступны также на CD-ROM. 2. Проектирование оборудования доменных цехов : учебное пособие / М. В. Андро-сенко, В. И. Кадошников, И. Д. Кадошникова, Е. В. Куликова. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 111 с. : ил. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=896.pdf&show=dcatalogues/1/1118826/896.pdf&view=true> (дата обращения: 10.03.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.  |
| **в)** **Методические** **указания:** 1. Малафеев, С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-1268-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87584> (дата обращения: 26.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 2. Кудрявцев, С. Г. Сопротивление материалов. Интернет-тестирование базовых знаний : учебное пособие / С. Г. Кудрявцев, В. Н. Сердюков. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1393-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5247> (дата обращения: 26.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.  |
|  |
|  |  |  |  |  |
| **г)** **Программное** **обеспечение** **и** **Интернет-ресурсы:**  |
|   |
|
|  |  |  |  |  |
| **Программное** **обеспечение**  |
|  | Наименование ПО  | № договора  | Срок действия лицензии  |  |
|  | MS Windows 7 Professional(для классов)  | Д-1227-18 от 08.10.2018  | 11.10.2021  |  |
|  | MS Windows 7 Professional (для классов)  | Д-757-17 от 27.06.2017  | 27.07.2018  |  |
|  | MS Office 2007 Professional  | № 135 от 17.09.2007  | бессрочно  |  |
|  | 7Zip  | свободно распространяемое ПО  | бессрочно  |  |
|  | Autodesk 3ds Max Design 2011 Master Suite  | К-526-11 от 22.11.2011  | бессрочно  |  |
|  | Autodesk AutoCad 2011 Master Suite  | К-526-11 от 22.11.2011  | бессрочно  |  |
|  | Autodesk AutoCAD 2020  | учебная версия  | бессрочно  |  |
|  | Autodesk AutoCAD 2019  | учебная версия  | бессрочно  |  |
|  | Autodesk AutoCAD 2018  | учебная версия  | бессрочно  |  |
|  | Autodesk AutoCAD 2021  | учебная версия  | бессрочно  |  |
|  | Autodesk AutoCAD Mechanical 2020  | учебная версия  | бессрочно  |  |
|  | Autodesk AutoCAD Mechanical 2018  | учебная версия  | бессрочно  |  |
|  | Autodesk AutoCAD Mechanical 2021  | учебная версия  | бессрочно  |  |
|  | APM WinMachine 2010  | Д-262-12 от 15.02.2012  | бессрочно  |  |
|  | АСКОН Компас 3D в.16  | Д-261-17 от 16.03.2017  | бессрочно  |  |
|  | FAR Manager  | свободно распространяемое ПО  | бессрочно  |  |

|  |
| --- |
| **Профессиональные** **базы** **данных** **и** **информационные** **справочные** **системы**  |
|  | Название курса  | Ссылка  |  |
|  | Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»  | https://dlib.eastview.com/  |  |
|  |  |
|  | Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)  | URL: https://elibrary.ru/project\_risc.asp  |  |
|  | Поисковая система Академия Google (Google Scholar)  | URL: https://scholar.google.ru/  |  |
|  | Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам  | URL: http://window.edu.ru/  |  |
|  | Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»  | URL: http://www1.fips.ru/  |  |
| **9** **Материально-техническое** **обеспечение** **дисциплины** **(модуля)**  |
|  |  |  |  |  |
| Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:  |
| 1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей. 2. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лабораторный корпус с лабораторией сварки и лабораторией резания: Комплект печатных и электронных версий методических рекомендаций, учебное пособие, плакаты по темам. Лабораторное оборудование. 3. Учебная аудитория для проведения механических испытаний: 1) Машины универсальные испытательные на растяжение. 2) Мерительный инструмент. 3) Приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла. 4) Микротвердомер. 5) Печи термические. 4. Учебная аудитория для проведения металлографических исследований: Микроскопы МИМ-6, МИМ-7. 5. Учебные аудитории для проведения индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: Доска. 6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Стеллажи, инструменты для ремонта лабораторного оборудования.  |