



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

03.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТРЕНИЯ И ИЗНАШИВАНИЯ***

Направление подготовки (специальность)  
15.03.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Направленность (профиль/специализация) программы  
Металлургические машины и оборудование

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
заочная

|                     |                                                                     |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Институт/ факультет | Институт металлургии, машиностроения и материалообработки           |
| Кафедра             | Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования |
| Курс                | 4                                                                   |

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 20.10.2015 г. № 1170)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования  
11.02.2021, протокол № 9

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
03.03.2021 г. протокол № 4

Председатель \_\_\_\_\_ А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры ПиЭММиО, канд. техн. наук \_\_\_\_\_ М.Г. Слободянский

Рецензент:  
гл. механик ООО НПП «Гальва», канд. техн. наук \_\_\_\_\_ В.А. Русанов

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Г. Корчунов

## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины «Основы теории трения и изнашивания» являются:

1. Формирование у студентов системы знаний по проблемам трения, износа и смазки деталей и узлов автотранспорта.
2. Овладение основными принципами трибологических закономерностей для решения конкретных конструкторских, технологических и эксплуатационных задач, связанных с трением, износом и смазкой в машинах и механизмах.
3. Формирование знаний по выбору новых эффективных триботехнических материалов пар трения с целью сознательного управления их фрикционным поведением.
4. Приобретение навыков решения практических задач по определению показателей износостойкости трибоэлементов, подбору смазочных материалов и выбору эффективного способа повышения износостойкости деталей и узлов машин.
5. Овладение достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», профиль «Металлургические машины и оборудование».

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Основы теории трения и изнашивания входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

- Введение в направление
  - Введение в специальность
  - Детали машин
  - Машиностроительные материалы
  - Моделирование в машиностроении
  - Основы проектирования
  - Система автоматизированного проектирования в металлургическом машиностроении
  - Теория машин и механизмов
  - Технология конструкционных материалов
  - Информатика
  - Математика
  - Сопротивление материалов
  - Физика
  - Начертательная геометрия и компьютерная графика
  - Теоретическая механика
- Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:
- Динамика и прочность технологических машин
  - Динамические расчеты машин и механизмов
  - Механическое оборудование для глубокой переработки металлов
  - Механическое оборудование прокатных цехов
  - Монтаж, эксплуатация и ремонт металлургических машин и оборудования
  - Основы научных исследований
  - Основы технологии машиностроения
  - Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
  - Производственная – преддипломная практика

**3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы теории трения и изнашивания» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Структурный элемент компетенции                                                                                                                                                               | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-13 умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования |                                                                                                                                                                                                                                           |
| Знать                                                                                                                                                                                         | - методику оценки технического состояния фрикционных сопряжений технологического оборудования<br>- алгоритм расчета остаточного ресурса элементов трибосопряжений технологического оборудования                                           |
| Уметь                                                                                                                                                                                         | - применять методику оценки технического состояния фрикционных сопряжений технологического оборудования<br>- применять алгоритм расчета остаточного ресурса элементов трибосопряжений технологического оборудования                       |
| Владеть                                                                                                                                                                                       | - навыками применения методики оценки технического состояния фрикционных сопряжений технологического оборудования<br>- навыками применения алгоритма расчета остаточного ресурса элементов три-босопряжений технологического оборудования |

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 16,7 акад. часов:
- аудиторная – 12 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,7 акад. часов
- самостоятельная работа – 154,6 акад. часов;

– подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Форма аттестации - курсовой проект, экзамен

| Раздел/ тема дисциплины                                                                               | Курс | 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. Раздел 1. Введение в дисциплину                                                                    |      |                                              |           |             |                                 |                                                               |                                                                 |                 |
| 1.1 Введение в дисциплину «Основы теории трения и изнашивания»                                        | 4    | 1                                            |           |             | 25                              | Изучение литературы                                           | Устный опрос                                                    | ПК-13           |
| Итого по разделу                                                                                      |      | 1                                            |           |             | 25                              |                                                               |                                                                 |                 |
| 2. Раздел 2. Контактное взаимодействие поверхностей твердых тел                                       |      |                                              |           |             |                                 |                                                               |                                                                 |                 |
| 2.1 Характеристики микрогеометрии поверхностей                                                        | 4    | 0,5                                          |           | 3/1,4И      | 12,5                            | Подготовка к практической работе<br>Подготовка к тестированию | Практическая работа<br>Тестирование                             | ПК-13           |
| 2.2 Контакт волнистых и шероховатых тел                                                               |      | 0,5                                          |           |             | 12,5                            | Подготовка к тестированию                                     | Тестирование                                                    | ПК-13           |
| Итого по разделу                                                                                      |      | 1                                            |           | 3/1,4И      | 25                              |                                                               |                                                                 |                 |
| 3. Раздел 3. Фрикционное взаимодействие и из-нашивание твердых тел                                    |      |                                              |           |             |                                 |                                                               |                                                                 |                 |
| 3.1 Виды изнашивания                                                                                  | 4    | 0,5                                          |           |             | 12,5                            | Подготовка к тестированию                                     | Тестирование                                                    | ПК-13           |
| 3.2 Характеристики изнашивания                                                                        |      | 0,5                                          |           | 3/1И        | 12,5                            | Подготовка к практической работе                              | Практическая работа                                             | ПК-13           |
| Итого по разделу                                                                                      |      | 1                                            |           | 3/1И        | 25                              |                                                               |                                                                 |                 |
| 4. Раздел 4. Современные подходы к моделированию процессов трения и изнашивания элементов трибосистем |      |                                              |           |             |                                 |                                                               |                                                                 |                 |
| 4.1 Молекулярно-механическая теория трения                                                            | 4    | 0,5                                          |           |             | 12,5                            | Изучение литературы                                           | Устный опрос                                                    | ПК-13           |
| 4.2 Структурно-энергетическая теория трения и изнашивания                                             |      | 0,5                                          |           |             | 12,5                            | Изучение литературы                                           | Устный опрос                                                    | ПК-13           |

|                                                                                               |   |   |  |        |       |                       |                          |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|--------|-------|-----------------------|--------------------------|-------|
| Итого по разделу                                                                              |   | 1 |  |        | 25    |                       |                          |       |
| 5. Раздел 5. Способы повышения износостойкости поверхностей трения элементов три-босопряжений |   |   |  |        |       |                       |                          |       |
| 5.1 Способы повышения износостойкости поверхностей трения элементов три-босопряжений          | 4 | 1 |  |        | 25    | Изучение литературы   | Устный опрос             | ПК-13 |
| Итого по разделу                                                                              |   | 1 |  |        | 25    |                       |                          |       |
| 6. Раздел 6. Смазка и смазочные материалы                                                     |   |   |  |        |       |                       |                          |       |
| 6.1 Смазка и смазочные материалы                                                              | 4 | 1 |  |        | 29,6  | Изучение литературы   | Устный опрос             | ПК-13 |
| Итого по разделу                                                                              |   | 1 |  |        | 29,6  |                       |                          |       |
| 7. Экзамен                                                                                    |   |   |  |        |       |                       |                          |       |
| 7.1 Экзамен                                                                                   | 4 |   |  |        |       | Подготовка к экзамену | Экзамен                  |       |
| Итого по разделу                                                                              |   |   |  |        |       |                       |                          |       |
| Итого за семестр                                                                              |   | 6 |  | 6/2,4И | 154,6 |                       | экзамен, кп              |       |
| Итого по дисциплине                                                                           |   | 6 |  | 6/2,4И | 154,6 |                       | курсовой проект, экзамен | ПК-13 |

## 5 Образовательные технологии

Для усвоения студентами знаний по дисциплине «Основы теории трения и изнашивания» применяются традиционная технология обучения, включающая в себя объяснения преподавателя на лекциях, самостоятельную работу с учебной и справочной литературой, работу на практических занятиях и т.п.

В ходе изложения лекционного материала используются презентации, плакаты по теме занятий, наглядные пособия. На занятиях студенты выполняют задания на изучение в рамках программы курса тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия; заполняют вслед за преподавателем схемы, таблицы по изучаемой тематике; приводят собственные примеры, очевидно подтверждающие излагаемый материал.

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Основы теории трения и изнашивания» используются специализированные интерактивные технологии:

- Лекция «обратной связи» – лекция-беседа, лекция-дискуссия.
- Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

**Исходные данные к расчетно-практической работе** Оценка энергосиловых параметров при прокатке трубы на автоматическом стане и разработка проекта реконструкции основных элементов главного привода

| Параметр                                             | Единица измерения | Вариант   |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|------------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                                      |                   | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        |
| Размеры гильзы                                       | мм                | 167 x 7,8 | 166 x 7,8 | 168 x 7,8 | 167 x 7,9 | 166 x 6,9 | 166 x 7,3 | 167 x 7,1 | 168 x 7,5 | 167 x 7,9 | 167 x 7,8 |
| Размеры трубы после пропуска на автоматическом стане | мм                | 160 x 5,7 | 161 x 5,9 | 159 x 5,4 | 159 x 5,9 | 160 x 5,7 | 161 x 5,9 | 159 x 5,2 | 160 x 5,4 | 161 x 6,1 | 159 x 5,4 |
| Материал трубы                                       |                   | Сталь 10  | Сталь 35  | Сталь 45  | 15Г       | 35ГС      | 40Х       | 1Х13      | 30ХГСА    | 40ХНМА    | Х12М      |
| Частота вращения валков                              | об/мин            | 100       | 120       | 90        | 150       | 110       | 105       | 100       | 95        | 143       | 125       |
| Идеальный диаметр валков                             | мм                | 550       | 555       | 545       | 550       | 560       | 550       | 545       | 560       | 555       | 550       |
| Коэффициент трения                                   |                   | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,2       |
| Угол конусности оправки                              | град              | 7,5       | 8         | 8,5       | 6,5       | 7         | 7,5       | 8         | 6,5       | 7         | 7,5       |
| Длина цилиндрического пояска оправки                 | мм                | 25        | 27        | 30        | 23        | 20        | 25        | 30        | 20        | 25        | 27        |
| Температура прокатки                                 | °С                | 1000      | 1000      | 1000      | 1000      | 1000      | 1000      | 1000      | 1000      | 1000      | 1000      |

  

| Параметр                                             | Единица измерения | Вариант   |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|------------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                                      |                   | 11        | 12        | 13        | 14        | 15        | 16        | 17        | 18        | 19        | 20        |
| Размеры гильзы                                       | мм                | 166 x 6,9 | 166 x 7,8 | 167 x 7,8 | 167 x 7,8 | 167 x 7,7 | 168 x 7,5 | 167 x 7,8 | 166 x 7,3 | 167 x 7,9 | 166 x 7,8 |
| Размеры трубы после пропуска на автоматическом стане | мм                | 160 x 5,7 | 161 x 5,9 | 160 x 5,7 | 159 x 5,2 | 159 x 5,9 | 160 x 5,4 | 160 x 5,7 | 161 x 5,9 | 161 x 6,1 | 161 x 5,9 |
| Материал трубы                                       |                   | 35ГС      | Сталь 35  | Сталь 10  | Х12М      | 15Г       | 30ХГСА    | Сталь 10  | 40Х       | 40ХНМА    | 38ХМЮА    |
| Частота вращения валков                              | об/мин            | 110       | 120       | 100       | 125       | 150       | 95        | 100       | 105       | 143       | 120       |
| Идеальный диаметр валков                             | мм                | 560       | 555       | 550       | 550       | 550       | 560       | 550       | 550       | 555       | 555       |
| Коэффициент трения                                   |                   | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,2       |
| Угол конусности оправки                              | град              | 7         | 8         | 7,5       | 7,5       | 6,5       | 6,5       | 7,5       | 7,5       | 7         | 8         |
| Длина цилиндрического пояска оправки                 | мм                | 20        | 27        | 25        | 27        | 23        | 20        | 25        | 25        | 25        | 27        |
| Температура прокатки                                 | °С                | 1000      | 1000      | 1000      | 1000      | 1000      | 1000      | 1000      | 1000      | 1000      | 1000      |

**Исходные данные к расчетно-практической работе** Расчет усилия прессования трубы обратным методом на подвижной игле и разработка проекта реконструкции основных элементов.

| №<br>варианта | $D_k \cdot t_k$ , мм | $l_r$ , мм | Марка<br>сплава |  | №<br>варианта | $D_k \cdot t_k$ , мм | $l_r$ , мм | Марка<br>сплава |
|---------------|----------------------|------------|-----------------|--|---------------|----------------------|------------|-----------------|
| 1             | 60x10                | 1000       | АД1             |  | 11            | 90x20                | 1000       | АМ23            |
| 2             | 50x8                 | 2000       | АМг2            |  | 12            | 110x40               | 1500       | В95             |
| 3             | 120x30               | 1000       | В95             |  | 13            | 250x40               | 1500       | АК6             |
| 4             | 130x40               | 1000       | АК4             |  | 14            | 70x20                | 1000       | Д1              |
| 5             | 70x15                | 2000       | Д1              |  | 15            | 190x25               | 2000       | АД1             |
| 6             | 40x8                 | 1000       | АК6             |  | 16            | 70x25                | 1500       | АМг2            |
| 7             | 160x30               | 1500       | Амц             |  | 17            | 180x20               | 2000       | В95             |
| 8             | 210x60               | 2000       | Д16             |  | 18            | 180x20               | 2000       | Д16             |
| 9             | 55x15                | 1000       | АМг6            |  | 19            | 100x20               | 1500       | АМг6            |
| 10            | 50x10                | 1500       | АМ23            |  | 20            | 200x40               | 2000       | АМ23            |

**Исходные данные к расчетно-практической работе** Оценка энергосиловых параметров при винтовой прокатке труб и оценка работоспособности главного привода.

| Параметр                          | Единица<br>измерения | Вариант  |      |          |      |      |        |      |        |      |      |
|-----------------------------------|----------------------|----------|------|----------|------|------|--------|------|--------|------|------|
|                                   |                      | 1        | 2    | 3        | 4    | 5    | 6      | 7    | 8      | 9    | 10   |
| Диаметр валков в пережиме         | мм                   | 900      | 880  | 850      | 920  | 925  | 890    | 880  | 895    | 900  | 890  |
| Частота вращения валков           | об/мин               | 100      | 120  | 110      | 115  | 100  | 90     | 135  | 125    | 115  | 110  |
| Угол подачи                       | град                 | 10       | 11   | 12       | 13   | 9    | 10     | 11,5 | 13     | 10,5 | 9    |
| Угол конуса прошивки              | град                 | 3        | 3    | 3        | 3    | 3    | 3      | 3    | 3      | 3    | 3    |
| Угол конуса раскатки              | град                 | 4        | 4    | 4        | 4    | 4    | 4      | 4    | 4      | 4    | 4    |
| Диаметр заготовки                 | мм                   | 120      | 110  | 115      | 100  | 105  | 125    | 120  | 110    | 105  | 125  |
| Радиус заготовки                  | мм                   | 60       | 70   | 80       | 50   | 65   | 75     | 60   | 55     | 60   | 75   |
| Диаметр гильзы                    | мм                   | 124      | 120  | 122      | 126  | 125  | 122    | 121  | 120    | 123  | 120  |
| Толщина стенки гильзы             | мм                   | 15       | 14   | 12       | 13   | 16   | 17     | 14   | 15     | 12   | 14   |
| Диаметр в сечении пережима        | мм                   | 100      | 105  | 110      | 95   | 98   | 110    | 105  | 103    | 112  | 115  |
| Толщина стенки в сечении пережима | мм                   | 30       | 28   | 25       | 32   | 31   | 30,5   | 28   | 29     | 28,5 | 30   |
| Коэффициент скольжения            |                      | 0,6      | 0,6  | 0,6      | 0,6  | 0,6  | 0,6    | 0,6  | 0,6    | 0,6  | 0,6  |
| Коэффициент скольжения            |                      | 1        | 1    | 1        | 1    | 1    | 1      | 1    | 1      | 1    | 1    |
| Температура прокатки              | °С                   | 1150     | 1200 | 1100     | 1050 | 1250 | 1200   | 1150 | 1100   | 1120 | 1270 |
| Материал заготовки                |                      | Сталь 45 | 15Г  | Сталь 10 | X12M | 40X  | 40XНМА | 1X13 | 30XГСА | X21H | 35ГС |

  

| Параметр                          | Единица<br>измерения | Вариант |      |        |          |      |          |      |      |      |        |
|-----------------------------------|----------------------|---------|------|--------|----------|------|----------|------|------|------|--------|
|                                   |                      | 11      | 12   | 13     | 14       | 15   | 16       | 17   | 18   | 19   | 20     |
| Диаметр валков в пережиме         | мм                   | 920     | 880  | 895    | 900      | 925  | 850      | 890  | 920  | 890  | 880    |
| Частота вращения валков           | об/мин               | 115     | 120  | 125    | 100      | 100  | 110      | 110  | 115  | 90   | 135    |
| Угол подачи                       | град                 | 13      | 11   | 13     | 10       | 9    | 12       | 9    | 13   | 10   | 11,5   |
| Угол конуса прошивки              | град                 | 3       | 3    | 3      | 3        | 3    | 3        | 3    | 3    | 3    | 3      |
| Угол конуса раскатки              | град                 | 4       | 4    | 4      | 4        | 4    | 4        | 4    | 4    | 4    | 4      |
| Диаметр заготовки                 | мм                   | 100     | 110  | 110    | 120      | 105  | 115      | 125  | 100  | 125  | 120    |
| Радиус заготовки                  | мм                   | 50      | 70   | 55     | 60       | 65   | 80       | 75   | 50   | 75   | 60     |
| Диаметр гильзы                    | мм                   | 126     | 120  | 120    | 124      | 125  | 122      | 120  | 126  | 122  | 121    |
| Толщина стенки гильзы             | мм                   | 13      | 14   | 15     | 15       | 16   | 12       | 14   | 13   | 17   | 14     |
| Диаметр в сечении пережима        | мм                   | 95      | 105  | 103    | 100      | 98   | 110      | 115  | 95   | 110  | 105    |
| Толщина стенки в сечении пережима | мм                   | 32      | 28   | 29     | 30       | 31   | 25       | 30   | 32   | 30,5 | 28     |
| Коэффициент скольжения            |                      | 0,6     | 0,6  | 0,6    | 0,6      | 0,6  | 0,6      | 0,6  | 0,6  | 0,6  | 0,6    |
| Коэффициент скольжения            |                      | 1       | 1    | 1      | 1        | 1    | 1        | 1    | 1    | 1    | 1      |
| Температура прокатки              | °С                   | 1050    | 1200 | 1100   | 1150     | 1250 | 1100     | 1270 | 1050 | 1200 | 1150   |
| Материал заготовки                |                      | X12M    | 15Г  | 30XГСА | Сталь 45 | 40X  | Сталь 10 | 35ГС | X12M | 15Г  | X23H18 |

*Перечень лабораторных работ:*

**Лабораторная работа** Изучение конструкции и принципа работы стана пилигримовой прокатки».

**Лабораторная работа** «Технологическая схема производства бесшовных труб. Технология и оборудование».

**Лабораторная работа** Изучение принципиального устройства однократного волочильного стана барабанного типа.

Вопросы для самоподготовки:

1. Состав волочильного стана однократного волочения.
2. Волочильный инструмент применяемый на однократных волочильных станах.

3. Барабаны какого типа применяются на однократных волочильных станах?
4. Способы крепления проволоки к натяжному барабану?

**Лабораторная работа** «Изучение принципиального устройства многократного волочильного стана барабанного типа».

Вопросы для самоподготовки:

1. Состав волочильного стана многократного волочения.
2. Волочильный инструмент применяемый на многократных волочильных станах.
3. Барабаны какого типа применяются на многократных волочильных станах?
4. Способы крепления проволоки к натяжному барабану?
5. Мыло используемое для мокрого волочения.

**Практическая работа.** «Проектная оценка мощности привода однократного волочильного стана».

Вопросы для самоподготовки:

1. Методика оценки мощности привода.
2. Методика расчета усилия волочения.
3. Оценка работоспособности элементов привода натяжного барабана.

**Практическая работа.** «Проектная оценка долговечности элементов однократного волочильного стана».

Вопросы для самоподготовки:

1. Методика оценки мощности привода.
2. Методика расчета усилия волочения.
3. Оценка работоспособности и ресурса элементов привода натяжного барабана.

**Практическая работа.** «Проектная оценка мощности привода волочильного стана без скольжения».

Вопросы для самоподготовки:

1. Методика оценки мощности привода.
2. Методика расчета усилия волочения для станов без скольжения.
3. Оценка работоспособности и ресурса элементов привода натяжного барабана.
4. Конструкции основных деталей и узлов стана.

**Практическая работа.** «Проектная оценка мощности привода волочильного стана со скольжением».

Вопросы для самоподготовки:

1. Методика оценки мощности привода.
2. Методика расчета усилия волочения для станов со скольжением.
3. Оценка работоспособности и ресурса элементов привода натяжного барабана.
4. Проектирование основных деталей и узлов стана.

## 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>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</b> |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Знать                                                                                                                                                                                                                                     | <i>Основные принципы и подходы к проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций.<br/>Правила составления технического задания.</i> | <p><b>Вопросы для подготовки к экзамену:</b><br/> Перечень вопросов для подготовки к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Холодная листовая штамповка.</li> <li>2. Разделительные операции холодной листовой штамповки.</li> <li>3. Операция гибки в холодной листовой штамповке.</li> <li>4. Операции вытяжки в холодной листовой штамповке.</li> <li>5. Особые виды обработки листовых металлов давлением.</li> <li>6. Типовые схемы штампов.</li> <li>7. Типовые конструкции штампов холодной листовой штамповки.</li> <li>8. Специальные методы объемной штамповки.</li> <li>9. Штамповка обкатыванием. Оборудование.</li> <li>10. Оборудование для штамповки с раскаткой.</li> <li>11. Импульсные методы штамповки. Оборудование для их реализации.</li> <li>12. Классификация кривошипных прессов.</li> <li>13. Гибочные прессы и автоматы.</li> <li>14. Горизонтально-ковочные машины.</li> <li>15. Прессы с кривошипно-коромысловым механизмом.</li> <li>16. Прессы для объемной штамповки.</li> <li>17. Типовые приводы гидравлических прессов.</li> <li>18. Винтовые прессы.</li> <li>19. Винтовые фрикционные прессы.</li> <li>20. Электровинтовые и гидровинтовые прессы.</li> <li>21. Принцип действия и классификация молотов.</li> <li>22. Паровоздушные молоты.</li> <li>23. Приводные молоты.</li> <li>24. Высокоскоростные молоты.</li> <li>25. Ротационные машины.</li> <li>26. Ковочные вальцы.</li> <li>27. Ротационно-ковочные машины.</li> </ol> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                        | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                                                                                                                                                                                        | 28. Приводные пневматические молоты.<br>29. Классификация оборудования для производства труб.<br>30. Станы для производства сварных труб.<br>31. Оборудование для производства бесшовных труб.<br>32. Классификация волочильных станов.<br>33. Однократный волочильный стан.<br>34. Методика расчета усилия волочения.<br>35. Реечные трубопрокатные станы.<br>36. Пилигримовые станы.<br>37. Прошивные трубопрокатные станы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Уметь                           | <i>Производить расчет на долговечность деталей и узлов по различным критериям. Составлять техническое задание на проектирование. Применять современные САПР при проектировании.</i>                    | <i>Перечень заданий для практических занятий (пример):</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработка проекта привода валков стана поперечно-винтовой прокатки с заданными показателями долговечности. Конструкторскую документацию подготовить в системе Autodesk Inventor.</li> <li>2. Проектный расчет элементов привода реечного стана в системе Autodesk Inventor с использованием метода конечно-элементного расчета.</li> <li>3. Оценка долговечности основных элементов трубопрокатного агрегата с трехвалковым раскатным станом.</li> <li>4. Разработать конструкторскую документацию для предлагаемой конструкции вала пилигримового стана в системе Autodesk Inventor.</li> <li>5. Оценка долговечности основных элементов привода однократного волочильного стана.</li> <li>6. Проектный расчет показателей долговечности привода и основных элементов винтового пресса.</li> </ol> |
| Владеть                         | <i>Навыками расчета на долговечность деталей и узлов по различным критериям. Навыками составления технического задания на проектирование. Навыками применение современных САПР при проектировании.</i> | <i>Примеры заданий на решение задач из профессиональной области:</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработать техническое задание на реконструкцию однократного волочильного стана.</li> <li>2. Разработать проект технического задания на реконструкцию привода валков трехвалкового раскатного стана.</li> <li>3. Разработка проекта привода валков стана поперечно-винтовой прокатки в системе АСКОН Компас</li> <li>4. Проектный расчет реечного стана а в системе Autodesk Inventor.</li> <li>5. Разработка проекта реконструкции привода валков трубопрокатного агрегата</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| Структурный элемент компетенции                                                                                                                                                                                                                                                          | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                           | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                           | <p>с трехвалковым раскатным станом. Прочностной расчет деталей и узлов необходимо выполнить в системе АПМ FEM.</p> <p>6. Разработка проекта стационарного привода пилигримового стана с заданными показателями долговечности. Конструкторскую документацию подготовить в системе Autodesk Inventor.</p>                                                                                                                                                                                 |
| <b>ПК-12 способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции</b> |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Знать                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Правила подготовки производства новой продукции.</p> <p>Основные требования к проверке качества монтажа и наладки нового оборудования.</p>                             | <p>Вопросы для подготовки к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правила монтажа основного оборудования для производства бесшовных труб.</li> <li>2. Методика наладки оборудования многократного волочильного стана.</li> <li>3. Монтаж винтового пресса.</li> <li>4. Методика установки на проектную отметку оборудования.</li> <li>5. Методика проверки качества монтажа оборудования.</li> </ol>                                                                  |
| Уметь                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Производить подготовку нового производства.</p> <p>Проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий</p>               | <p>Перечень заданий для практических занятий (пример):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установка на проектную отметку элементов привода валков стана поперечно-винтовой прокатки.</li> <li>2. Центровка валов элементов привода реечного стана.</li> <li>3. Подготовка к сдаче в эксплуатацию трубопрокатного агрегата с трехвалковым раскатным станом.</li> </ol>                                                                                                        |
| Владеть                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Навыками подготовки производства новой продукции.</p> <p>Навыками проверки качества монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий</p> | <p>Примеры заданий на решение задач из профессиональной области:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработать техническое задание на реконструкцию однократного волочильного стана. Произвести подготовку к монтажу предполагаемого оборудования.</li> <li>2. Установить на проектную отметку привод валков трехвалкового раскатного стана.</li> <li>3. Разработать проект технического задания на реконструкцию привода валков трехвалкового раскатного стана.</li> </ol> |
| <b>ПК-13 умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования</b>                                                                                     |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Знать                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Методики оценки                                                                                                                                                           | Перечень вопросов к экзамену:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 | <p><i>остаточного ресурса оборудования.</i><br/> <i>Методы планирования профилактических осмотров и текущих ремонтов технологического оборудования</i></p>                                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Методика расчета остаточного ресурса машины по критерию прочности элементов.</i></li> <li>2. <i>Методика оценки показателей долговечности трибоэлементов.</i></li> <li>3. <i>Методология оценки долговечности деталей машин.</i></li> <li>4. <i>Оценка показателей безотказности узлов трения.</i></li> <li>5. <i>Методика расчета среднего ресурса деталей машин по критерию износостойкости материалов.</i></li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Уметь                           | <p><i>Применять методики оценки остаточного ресурса оборудования.</i><br/> <i>Применять методы планирования профилактических осмотров и текущих ремонтов технологического оборудования</i></p> | <p><i>Перечень заданий для практических занятий (пример):</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Разработка проекта привода валков стана поперечно-винтовой прокатки с заданными показателями долговечности. Конструкторскую документацию подготовить в системе Autodesk Inventor.</i></li> <li>2. <i>Проектный расчет элементов привода реечного стана в системе Autodesk Inventor с использованием метода конечно-элементного расчета.</i></li> <li>3. <i>Оценка долговечности основных элементов трубопрокатного агрегата с трехвалковым раскатным станом.</i></li> <li>4. <i>Разработать конструкторскую документацию для предлагаемой конструкции вала пилигримового стана в системе Autodesk Inventor.</i></li> <li>5. <i>Оценка долговечности основных элементов привода однократного волочильного стана.</i></li> <li>6. <i>Проектный расчет показателей долговечности привода и основных элементов винтового пресса.</i></li> </ol> |
| Владеть                         | <p><i>Навыками расчета остаточного ресурса оборудования.</i><br/> <i>Навыками планирования профилактических осмотров и текущих ремонтов технологического оборудования</i></p>                  | <p><i>Примеры заданий на решение задач из профессиональной области:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Разработать техническое задание на реконструкцию однократного волочильного стана.</i></li> <li>2. <i>Разработать проект технического задания на реконструкцию привода валков трехвалкового раскатного стана.</i></li> <li>3. <i>Разработка проекта привода валков стана поперечно-винтовой прокатки в системе АСКОН Компас</i></li> <li>4. <i>Проектный расчет реечного стана а в системе Autodesk Inventor.</i></li> <li>5. <i>Разработка проекта реконструкции привода валков трубопрокатного агрегата</i></li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                 | <p><i>с трехвалковым раскатным станом. Прочностной расчет деталей и узлов необходимо выполнить в системе АПМ FEM.</i></p> <p>6. <i>Разработка проекта стационарного привода пилигримового стана с заданными показателями долговечности. Конструкторскую документацию подготовить в системе Autodesk Inventor.</i></p> |

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Механическое оборудование для глубокой переработки металлов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса.

***Показатели и критерии оценивания экзамена:***

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся 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. Жиркин, Ю. В. Основы теории трения и изнашивания (основы триботехники): учебное пособие / Ю. В. Жиркин. - 2-е изд., подгот. по печ. изд. 2007 г. - Магнитогорск: МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=985.pdf&show=dcatalogues/1/1119119/985.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст :

### **б) Дополнительная литература:**

1. Износостойкие хромистые чугуны для литого режущего инструмента: монография [электронный ресурс] / [А. Н. Емелюшин, Д. А. Мирзаев, Н. М. Мирзаева и др.]; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2725.pdf&show=dcatalogues/1/1132093/2725.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст: электронный.

2. Основы диагностики и надежности технических объектов : учебное пособие / В. П. Анцупов, А. Г. Корчунов, А. В. Анцупов (мл.), А. В. Анцупов ; МГТУ, [каф. МОМЗ]. - Магнитогорск, 2012. - 114 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=521.pdf&show=dcatalogues/1/1092485/521.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст :

### **в) Методические указания:**

1. Жиркин Ю.В., Мироненков Е.И. Лабораторный практикум по дисциплине «Основы теории трения и изнашивания» для студентов направлений 150400.62, 151000.62. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск, гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 25 с.

2. Жиркин Ю.В. Основы теории трения и изнашивания: Методические указания для практических занятий. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И.

Носова», 2008, 16 с.

3. Жиркин, Ю. В. Основы трибологии: практикум / Ю. В. Жиркин; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2018. – 51 с.: ил., табл., схемы. - ISBN 978-5-9967-1164-2. –URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3642.pdf&show=dcatalogues/1/1524717/3642.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст: электронный.

### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

#### **Программное обеспечение**

| Наименование ПО                                  | № договора             | Срок действия лицензии |
|--------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional                      | № 135 от 17.09.2007    | бессрочно              |
| APM WinMachine                                   | Д-262-12 от 15.02.2012 | бессрочно              |
| АСКОН Вертикаль                                  | Д-261-17 от 16.03.2017 | бессрочно              |
| АСКОН Компас 3D в.16                             | Д-261-17 от 16.03.2017 | бессрочно              |
| Autodesk Inventor Professional 2011 Master Suite | К-526-11 от 22.11.2011 | бессрочно              |

|                                                        |                        |           |
|--------------------------------------------------------|------------------------|-----------|
| Autodesk<br>AutoCad<br>Mechanical 2011<br>Master Suite | К-526-11 от 22.11.2011 | бессрочно |
| FAR Manager                                            | свободно               | бессрочно |

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса                                                                                     | Ссылка                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»                  | <a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>                                 |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования          | URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>        |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar)                                                 | URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>                            |
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам                             | URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>                                      |
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>                                        |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги                                                    | <a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a> |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова                                                | <a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>   |
| Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент                             | <a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>                                       |

|                                                                                                           |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Университетская информационная система РОССИЯ                                                             | <a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>                     |
| Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science» | <a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>                       |
| Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий                        | <a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>                                   |
| Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals                                              | <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>                   |
| Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols                | <a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>   |
| Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга                             | <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>         |
| Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference                           | <a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a> |
| Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH                           | <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>                                 |
| Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»      | <a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>     |
| Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкордиум» (НП НЭИКОН)                    | <a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>     |

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

## Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Оснащение: Лабораторные установки, измерительные приборы и инструменты для выполнения лабораторных работ:

Профилометр Mitutoyo Surftest SJ-210.

– Установка по исследованию величины коэффициента трения ТММ-32А.

– Машина Арчарда.

– Измерительный инструмент (микрометр, штангенциркуль).

– Машина трения СМТ-1.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Доска, мультимедийный проектор, экран

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, вы-ходом в интернет и с доступом в электронную ин-формационную-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.