

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»  
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института металлургии,  
машиностроения и материалобработки  
А.С. Савинов  
«20» октября 2016 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### ОСНОВЫ ТЕОРИИ РАЗРУШЕНИЯ

Направление подготовки (специальность)  
15.03.05 «Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств»

Направленность (профиль) программы  
Технология машиностроения

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

Программа подготовки  
Академический бакалавриат

Форма обучения  
Заочная

Институт – металлургии, машиностроения и материалобработки  
Кафедра – машин и технологий обработки давлением и машиностроения  
Курс – 5

Магнитогорск  
2016 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 3 сентября 2015 г., № 957.


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Машины и технологии обработки давлением и машиностроения» 31 августа 2018 г., протокол №1

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», утвержденного приказом МОиН РФ от 11.08.2016 № 1000.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МиТОДиМ «18» октября 2016 г., протокол №3.

Зав. кафедрой  / С.И. Платов /  
(подпись) (И.О. Фамилия)


Рабочая программа одобрена методической комиссией института металлургии, машиностроения и материалообработки «20» октября 2016 г., протокол № 2.

Председатель  / А.С. Савинов /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа составлена:

доцентом каф. МиТОДиМ, к.т.н.  
(должность, ученая степень, ученое звание)  
 / Е.Ю. Звягиной /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рецензент:

доцент кафедры механики ФГБОУ  
ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», к.т.н.  
 / М.В. Харченко /  
(подпись) (И.О. Фамилия)



### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Основы теории разрушения» являются формирование у студентов базовых знаний по механизмам распространения трещины, приобретение знаний по оценке эффективности применения способов торможения роста трещин, усвоение навыков по повышению надежности и долговечности конструкций деталей машин.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Основы теории разрушения» относится к дисциплинам по выбору цикла Б1.

Для изучения дисциплины «Основы теории разрушения» необходимы знания, сформированные в результате изучения следующих дисциплин: «Технологические процессы в машиностроении», «Теоретическая механика», «Техническая механика», «Машиностроительные материалы».

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, будут необходимы, как предшествующие для дисциплин «Детали машин и основы конструирования», «Оборудование машиностроительных производств», «Основы надежности технологических систем», «Физико-химическая размерная обработка материалов».

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Основы трибологии» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ПК-10 способностью к пополнению знаний за счет научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области разработки, эксплуатации, автоматизации и реорганизации машиностроительных производств</b>	
Знать	Механизмы разрушения, критерии Гриффитса, пути торможения трещин на практике
Уметь:	Пополнять знания по научно-технической информации по направлению исследования в области разработки, эксплуатации, автоматизации и реорганизации машиностроительных производств
Владеть:	Навыками Механизмов разрушения, критерии Гриффитса, путей торможения трещин на практике

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы 72 акад. часа, в том числе:

- контактная работа – 14,7 акад. часа;
- аудиторная – 14 акад. часов;
- внеаудиторная 0,7 акад. часа;
- самостоятельная работа – 53,4 акад. часа;
- подготовка к зачету – 3,9 акад. часа

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Тема 1. Разрушения конструкционных материалов. Механизмы разрушения. Трещины в конструкции. Введение в механику разрушения.	5	1		1	6	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы.	Контрольная работа	ПК-10 зу
Тема 2. Напряжение при вершине трещины. Интенсивность при освобождении энергии деформации. Критерии Гриффитса.	5		1/1И		6	Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Защита лабораторной работы	ПК-10 ув
Тема 3. Распространение трещины. Критерий предельного раскрытия трещины. Размерный эффект. Нераспространяющиеся трещины. Пластическая зона при вершине трещины. Плоское напряженное состояние и плоская деформация.	5	1		1/1И	6	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы.	Защита лабораторной работы	ПК-10 зу
Тема 4. Коэффициент ограничения на пластичность. Сопротивление росту трещин (R-кривая). Податливость. Раскрытие в вершине трещины. J – интеграл.	5			1	6	Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Контрольная работа	ПК-10 зу

Тема 5. Скорость распространения трещины. Основные принципы торможения роста трещины. Динамическая вязкость разрушения. Вязкость разрушения при плоской деформации.	5		1/1И		6/1	Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Устный опрос	ПК-10 ув
Тема 6. Сопротивление материалов разрушению. Надежность конструкций и допустимость повреждений. Образование сквозных трещин на отверстиях. Применение критериев.	5	1		1/1И	6	Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Контрольная работа	ПК-10 зу
Тема 7. Разрушение при плоском напряженном состоянии. Разрушение при общей текучести. Распространение усталостной трещины. Угловые трещины на отверстиях.	5		1	1	6	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы.	Защита лабораторной работы	ПК-10 зу
Тема 8. Трещины, приближающиеся к отверстию. Нагружение смешанного типа. Вязкость разрушения сварных швов.	5	1			6	Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Защита лабораторной работы	ПК-10 зув
Тема 9. Проблемы коротких трещин. Торможение трещин на практике. Пути развития механизмов разрушения.	5		1	1	5,4	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы.	Контрольная работа	ПК-10 зув
<b>Итого за курс</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4/2И</b>	<b>6/2И</b>	<b>53,4</b>	<b>Подготовка к зачету</b>	<b>Промежуточный контроль (зачет)</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4/2И</b>	<b>6/2И</b>	<b>53,4</b>	<b>Подготовка к зачету</b>	<b>Промежуточный контроль (зачет)</b>	

## **5. Образовательные технологии**

В ходе реализации видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании данной дисциплины используются:

### **Традиционные формы обучения с использованием инновационных методов:**

- классические лекции для ознакомления с основными положениями и понятиями трибологии.

### **Активные и интерактивные формы обучения:**

- вариативный опрос;  
- устный опрос;  
- совместный опрос в малых группах с анализом конкретных ситуаций по темам лабораторных работ.

**Информационные технологии** применяются для ознакомления со стандартами, чтения электронных учебников, справочной и периодической литературой.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы бакалавра**

### **Темы для самостоятельной работы студентов:**

Тема 1. Разрушения конструкционных материалов. Механизмы разрушения. Трещины в конструкции. Введение в механику разрушения.

Тема 2. Напряжение при вершине трещины. Интенсивность при освобождении энергии деформации. Критерии Гриффитса.

Тема 3. Распространение трещины. Критерий предельного раскрытия трещины. Размерный эффект. Нераспространяющиеся трещины. Пластическая зона при вершине трещины. Плоское напряженное состояние и плоская деформация.

Тема 4. Коэффициент ограничения на пластичность. Сопротивление росту трещин (R-кривая). Податливость. Раскрытие в вершине трещины.  $J$  – интеграл.

Тема 5. Скорость распространения трещины. Основные принципы торможения роста трещины. Динамическая вязкость разрушения. Вязкость разрушения при плоской деформации.

Тема 6. Сопротивление материалов разрушению. Надежность конструкций и допустимость повреждений. Образование сквозных трещин на отверстиях. Применимость критериев.

Тема 7. Разрушение при плоском напряженном состоянии. Разрушение при общей текучести. Распространение усталостной трещины. Угловые трещины на отверстиях.

Тема 8. Трещины, приближающиеся к отверстию. Нагружение смешанного типа. Вязкость разрушения сварных швов.

Тема 9. Проблемы коротких трещин. Торможение трещин на практике. Пути развития механизмов разрушения.

### ***Вопросы для подготовки к зачету***

1. Понятие разрушения.
2. Задачи механики разрушения.
3. Хрупкое разрушение.
4. Вязкое разрушение.
5. Раскол.
6. Внутризерное и межзерное разрушение при ползучести.
7. Разрыв.
8. Динамическое разрушение.
9. Диффузионное разрушение.
10. Типы трещин.
11. Влияние трещин на прочность конструкции.
12. Зарождение трещин под действием окружающей среды.
13. Механика линейно-упругого разрушения.

14. Коэффициент концентрации напряжений.
  15. Распределение напряжений у трещины в бесконечно упругой пластине.
  16. Влияние зоны пластичности на распределение напряжений при вершине трещины.
  17. Зависимость между нагрузкой и смещением для образца с трещиной.
  18. Условия постоянной нагрузки.
  19. Условия фиксированного положения захвата.
  20. Энергия, освобождаемая при развитии трещины.
  21. Распространение трещины при циклической нагрузке.
  22. Влияние амплитуды изменения интенсивности напряжений на распространение трещины.
  23. Критический размер трещины, приводящей к разрушению.
  24. Период зарождения трещины.
  25. Зарождение трещины у надреза.
  26. Форма и размер зоны пластичности.
  27. Поведение трещины при наличии зоны пластичности.
  28. Связь между размером зоны пластичности и напряженно-деформированным состоянием.
  29. Распределение напряжений и деформаций при плоском напряженном состоянии и плоской деформации.
  30. Влияние толщины пластины на напряженно-деформированное состояние при вершине трещины.
  31. Энергетический критерий роста трещины.
  32. Скорость выделения энергии, как характеристика сопротивления росту трещины.
- Возможные виды - кривых.
33. Понятие податливости.
  34. Применение податливости для оценки коэффициента интенсивности напряжений.
  35. Измерения податливости.
  36. Упруго-пластическая механика разрушения.
  37. Раскрытие в вершине трещины.
  38. Взаимосвязь раскрытия вершины трещины и интенсивности освобождения энергии  $J$  - интеграл.
  39. Кинетическая энергия трещины.
  40. Изменение скорости роста трещины при увеличении ее размера.
  41. Влияние анизотропии на скорость роста трещины.
  42. Торможение трещины за счет уменьшения интенсивности выделения энергии, расходуемой на распространение трещины.
  43. Возможность распространения трещины, когда сопротивление ее росту больше, чем интенсивность выделения энергии.
  44. Распространение трещины в материалах, свойства которых зависят от скорости деформирования и возможности ее торможения.
  45. Влияние скорости нагружения на вязкость разрушения.
  46. Влияние предела текучести на скорость деформирования вершины трещины.
  47. Стандартное испытание. Требования к размерам образцов.
  48. Влияние толщины образца на вязкость разрушения.
  49. Влияние размера трещины на вязкость разрушения.
  50. Вид диаграмм "нагрузка-раскрытие трещины".
  51. Критерии нелинейности при упругости и упругопластичности.
  52. Влияние предела текучести на вязкость.
  53. Испытание при плоском напряженном состоянии.
  54. Притупленные вершины трещины и испытания при плоском напряженном состоянии.
  55. Мера пластической деформации при вершине трещины.



56. Условие распространения зоны пластичности на все сечения трещины.
57. Раскрытие трещины при ее вершине.
58. Критическое раскрытие трещины.
59. Использование критерия критического раскрытия трещины.
60. Соотношение между ростом трещины и коэффициентом интенсивности напряжений.
61. Влияние на процесс распространения трещины толщины и вида изделия.
62. Влияние на процесс распространения трещины термообработки, остаточных деформаций.
63. Влияние на процесс распространения трещины температуры, партии изделий, окружающей среды и частоты цикла.
64. Расчет процесса распространения трещины.
65. Критерии разрушения.
66. Влияние примесей, обработки, анизотропии и температуры на сопротивление разрушению.
67. Синергетика разрушения и диссипативные структуры.
68. Средства обеспечения надежности.
69. Устойчивость к повреждениям.
70. Прочность конструкции.
71. Допустимый уровень остаточной прочности.
72. Влияние различных параметров на надежность конструкции.
73. Задачи, решаемые при проектировании надежной конструкции.
74. Концентрация напряжений на отверстиях.
75. Коэффициент интенсивности напряжений на краю свободного от нагрузок отверстия.
76. Кривые роста трещин.
77. Скорости роста трещин, образованных на отверстиях.
78. Угловые трещины на отверстиях.
79. Соотношение коэффициентов интенсивности напряжений для трещин, приближающихся к отверстию и распространяющихся вдали от отверстий.
80. Задержка трещин отверстиями.
81. Уменьшение интенсивности напряжений при вершине трещины.
82. Уменьшение концентрации напряжений.
83. Сведение остаточных сжимающих напряжений.
84. Применение ребер жесткости и стрингеров.
85. Развитие инженерных методов расчета на прочность конструкций.

## 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-10 способностью к пополнению знаний за счет научно-технической информации отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области разработки, эксплуатации, автоматизации и реорганизации машиностроительных производств</b>		
Знать	Механизмы разрушения, критерии Гриффитса, пути торможения трещин на практике	<p style="text-align: center;"><i>Вопросы для подготовки к зачету</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие разрушения.</li> <li>2. Задачи механики разрушения.</li> <li>3. Хрупкое разрушение.</li> <li>4. Вязкое разрушение.</li> <li>5. Раскол.</li> <li>6. Внутризерное и межзерное разрушение при ползучести.</li> <li>7. Разрыв.</li> <li>8. Динамическое разрушение.</li> <li>9. Диффузионное разрушение.</li> <li>10. Типы трещин.</li> <li>11. Влияние трещин на прочность конструкции.</li> <li>12. Зарождение трещин под действием окружающей среды.</li> <li>13. Механика линейно-упругого разрушения.</li> <li>14. Коэффициент концентрации напряжений.</li> <li>15. Распределение напряжений у трещины в бесконечно упругой пластине.</li> <li>16. Влияние зоны пластичности на распределение напряжений при вершине трещины.</li> <li>17. Зависимость между нагрузкой и смещением для образца с трещиной.</li> <li>18. Условия постоянной нагрузки.</li> <li>19. Условия фиксированного положения захвата.</li> <li>20. Энергия, освобождаемая при развитии трещины.</li> <li>21. Распространение трещины при циклической нагрузке.</li> <li>22. Влияние амплитуды изменения интенсивности напряжений на распространение трещины.</li> <li>23. Критический размер трещины, приводящей к разрушению.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>24. Период зарождения трещины.</p> <p>25. Зарождение трещины у надреза.</p> <p>26. Форма и размер зоны пластичности.</p> <p>27. Поведение трещины при наличии зоны пластичности.</p> <p>28. Связь между размером зоны пластичности и напряженно-деформированным состоянием.</p> <p>29. Распределение напряжений и деформаций при плоском напряженном состоянии и плоской деформации.</p> <p>30. Влияние толщины пластины на напряженно-деформированное состояние при вершине трещины.</p> <p>31. Энергетический критерий роста трещины.</p> <p>32. Скорость выделения энергии, как характеристика сопротивления росту трещины. Возможные виды - кривых.</p> <p>33. Понятие податливости.</p> <p>34. Применение податливости для оценки коэффициента интенсивности напряжений.</p> <p>35. Измерения податливости.</p> <p>36. Упруго-пластическая механика разрушения.</p> <p>37. Раскрытие в вершине трещины.</p> <p>38. Взаимосвязь раскрытия вершины трещины и интенсивности освобождения энергии <math>J</math> - интеграл.</p> <p>39. Кинетическая энергия трещины.</p> <p>40. Изменение скорости роста трещины при увеличении ее размера.</p> <p>41. Влияние анизотропии на скорость роста трещины.</p> <p>42. Торможение трещины за счет уменьшения интенсивности выделения энергии, расходуемой на распространение трещины.</p> <p>43. Возможность распространения трещины, когда сопротивление ее росту больше, чем интенсивность выделения энергии.</p> <p>44. Распространение трещины в материалах, свойства которых зависят от скорости деформирования и возможности ее торможения.</p> <p>45. Влияние скорости нагружения на вязкость разрушения.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>46. Влияние предела текучести на скорость деформирования вершины трещины.</p> <p>47. Стандартное испытание. Требования к размерам образцов.</p> <p>48. Влияние толщины образца на вязкость разрушения.</p> <p>49. Влияние размера трещины на вязкость разрушения.</p> <p>50. Вид диаграмм "нагрузка-раскрытие трещины".</p> <p>51. Критерии нелинейности при упругости и упругопластичности.</p> <p>52. Влияние предела текучести на вязкость.</p> <p>53. Испытание при плоском напряженном состоянии.</p> <p>54. Притупленные вершины трещины и испытания при плоском напряженном состоянии.</p> <p>55. Мера пластической деформации при вершине трещины.</p> <p>56. Условие распространения зоны пластичности на все сечения трещины.</p> <p>57. Раскрытие трещины при ее вершине.</p> <p>58. Критическое раскрытие трещины.</p> <p>59. Использование критерия критического раскрытия трещины.</p> <p>60. Соотношение между ростом трещины и коэффициентом интенсивности напряжений.</p> <p>61. Влияние на процесс распространения трещины толщины и вида изделия.</p> <p>62. Влияние на процесс распространения трещины термообработки, остаточных деформаций.</p> <p>63. Влияние на процесс распространения трещины температуры, партии изделий, окружающей среды и частоты цикла.</p> <p>64. Расчет процесса распространения трещины.</p> <p>65. Критерии разрушения.</p> <p>66. Влияние примесей, обработки, анизотропии и температуры на сопротивление разрушению.</p> <p>67. Синергетика разрушения и диссипативные структуры.</p> <p>68. Средства обеспечения надежности.</p> <p>69. Устойчивость к повреждениям.</p> <p>70. Прочность конструкции.</p> <p>71. Допустимый уровень остаточной прочности.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>72. Влияние различных параметров на надежность конструкции.  73. Концентрация напряжений на отверстиях.  74. Коэффициент интенсивности напряжений на краю свободного от нагрузок отверстия.  75. Кривые роста трещин.  76. Скорости роста трещин, образованных на отверстиях.  77. Угловые трещины на отверстиях.  78. Соотношение коэффициентов интенсивности напряжений для трещин, приближающихся к отверстию и распространяющихся вдали от отверстий.  79. Задержка трещин отверстиями.  80. Уменьшение интенсивности напряжений при вершине трещины.  81. Уменьшение концентрации напряжений.  82. Сведение остаточных сжимающих напряжений.  83. Применение ребер жесткости и стрингеров.  84. Развитие инженерных методов расчета на прочность конструкций.</p>
Уметь:	Пополнять знания по научно-технической информации по направлению исследования в области разработки, эксплуатации, автоматизации и реорганизации машиностроительных производств	<p style="text-align: center;"><b>Лабораторная работы №1.</b>  <i>Напряжение при вершине трещины. Интенсивность при освобождении энергии деформации. Критерии Гриффитса.</i></p> <p><b>Порядок выполнения работы:</b>  Ознакомиться с оборудованием.  Произвести необходимые расчеты.</p>
Владеть:	Навыками Механизмов разрушения, критерии Гриффитса, путей торможения трещин на практике	<p><b>Задача:</b>  Рассчитать процесс распространения трещины.</p>



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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы теории разрушения» 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):**

При сдаче зачета:

– «зачтено» – студент должен показать хороший уровень знаний свойств, требований к инструментальным материалам, область применения, классификацию и маркировку инструментальных материалов.

– «не зачтено» – студент не может показать знания свойств, требований к инструментальным материалам, область применения, классификацию и маркировку инструментальных материалов.

**8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Автоматизация производственных процессов в машиностроении»**

**а) Основная литература:**

1. Бржовский Басовский, Л. Е. Современная теория разрушения деформируемых материалов : монография / Л.Е. Басовский. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 141 с. — (Научная мысль). — [www.dx.doi.org/10.12737/monography\\_5bb32310492062.32599146](http://www.dx.doi.org/10.12737/monography_5bb32310492062.32599146). - ISBN 978-5-16-106771-0. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/read?id=333680> (дата обращения: 26.02.2020).

**б) Дополнительная литература:**

1. Иванов, И. С. Технология машиностроения: Учебное пособие/Иванов И. С., 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 240 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-010941-1. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/read?id=182589> (дата обращения: 26.02.2020).

2. Кузнецов, С. И. Физические основы механики [Электронный ресурс] : учебное пособие/ С. И. Кузнецов; Томский политехнический университет. - 3-е изд., перераб. и доп. - Томск: Изд-во ТПУ, 2007. - 160 с. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/read?id=165178> (дата обращения: 26.02.2020).

**в) Методические указания**

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу "Основы теории разрушения" для студентов спец. 15.03.05. Огарков Н.Н., Звягина Е.Ю. МГТУ, Магнитогорск, 2013.

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

**Программное обеспечение:**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018 Д-767-17 от 27.06.2017	11.10.2021 27.07.2018
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Far Manager	свободно распространяемое	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

### Интернет-ресурсы:

1. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp).

2. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). – URL: <https://scholar.google.ru/>.

3. Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам. – URL: <http://window/edu.ru/>.

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации; видеопроектор, экран настенный, компьютер; тестовые задания для текущего контроля успеваемости
Учебная аудитория для проведения механических испытаний	1. Машины универсальные испытательные на растяжение, сжатие, скручивание. 2. Мерительный инструмент. 3. Приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла. 4. Микротвердомер. 5. Печи термические.
Учебная аудитория для проведения металлографических исследований	Микроскопы МИМ-6, МИМ-7
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office и выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования Инструменты для ремонта лабораторного оборудования