

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.В.ДВ.01.01**  
(индекс дисциплины)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Закономерности разрушения металлических материалов при различных  
видах нагружения  
*(наименование дисциплины)*

по направлению подготовки (специальности)  
**22.06.01 Технологии материалов**

*(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВО)*  
**Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов**  
*(направленность (профиль)/специализация)*

Форма обучения: очная

Год набора: 2017

### Распределение часов дисциплины по семестрам и видам занятий (по учебному плану)

|                            |           |   |   |        |   |   |                  |   |   |                 |    |       |  |
|----------------------------|-----------|---|---|--------|---|---|------------------|---|---|-----------------|----|-------|--|
| Количество ЗЕТ             | 3         |   |   |        |   |   |                  |   |   |                 |    |       |  |
| Часов по РУП               | 108       |   |   |        |   |   |                  |   |   |                 |    |       |  |
| Виды контроля в семестрах: | Экзамены  |   |   | Зачеты |   |   | Курсовые проекты |   |   | Курсовые работы |    |       | Контрольные работы<br>(для заочной формы обучения) |
|                            |           |   |   | 4      |   |   |                  |   |   |                 |    |       |  |
|                            | №№ курсов |   |   |        |   |   |                  |   |   |                 |    |       |  |
|                            | 1         | 2 | 3 | 4      | 5 | 6 | 7                | 8 | 9 | 10              | 11 | Итого |  |
| ЗЕТ по семестрам           |           |   |   | 3      |   |   |                  |   |   |                 |    | 3     |  |
| Лекции                     |           |   |   | 4      |   |   |                  |   |   |                 |    | 4     |  |
| Лабораторные               |           |   |   | 2      |   |   |                  |   |   |                 |    | 2     |  |
| Практические               |           |   |   | 2      |   |   |                  |   |   |                 |    | 2     |  |
| Контактная работа          |           |   |   | 8      |   |   |                  |   |   |                 |    | 8     |  |
| Сам. работа                |           |   |   | 100    |   |   |                  |   |   |                 |    | 100   |  |
| Контроль                   |           |   |   |        |   |   |                  |   |   |                 |    |       |  |
| Итого                      |           |   |   | 108    |   |   |                  |   |   |                 |    | 108   |  |

Тольятти, 2017

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 22.06.01 Технологии материалов

*(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВО)*

**Рецензирование рабочей программы дисциплины:**

☐

Отсутствует

☐

Учебная (рабочая) программа одобрена на заседании кафедры НМиМ (протокол заседания № 10 от «02» 03 2017 г.).

☐

Рецензент

\_\_\_\_\_  
*(должность, ученое звание, степень)*

\_\_\_\_\_  
*(подпись)*

\_\_\_\_\_  
*(И.О. Фамилия)*

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «02» 03 2021 г.**

**Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:**

Протокол заседания кафедры № 13 от «19» 06 2018г.

Протокол заседания кафедры № 1 от «30» 08 2019 г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

НМиМ

*(разработавшей РПД)*

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
*(подпись)*

А.С.Селиванов

*(И.О. Фамилия)*

**АННОТАЦИЯ**  
**дисциплины (учебного курса)**  
**Б1.В.ДВ.01.01 Закономерности разрушения металлических материалов**  
**при различных видах нагружения**

---

(индекс и наименование дисциплины (учебного курса))

**1. Цель и задачи изучения дисциплины (учебного курса)**

Цель – сформулировать знания об особенностях и механизмах деформации и разрушения материалов.

Задачи:

1. Сформировать знания о процессах упрочнения, разупрочнения и разрушения материалов в зависимости от их структурного класса и видов нагружения.
2. Обучить методам и практическим приемам исследования механизмов разрушения материалов.

**2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (учебный курс) относится к Блоку 1 "Дисциплины (модули)" (вариативная часть, дисциплины по выбору).

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, Методика постановки и проведения эксперимента.

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса) – Подготовка и сдача государственного экзамена, научные исследования.

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (учебному курсу), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

| Формируемые и контролируемые компетенции  | Планируемые результаты обучения  |
|---|--|
| умение на научной основе устанавливать количественную и качественную взаимосвязь химического и фазового состава, кристаллической структуры, структурного состояния и физическими, механическими, химическими и другими свойствами металлов и сплавов (ПК-1) | Знать: количественную и качественную взаимосвязь химического и фазового состава, кристаллической структуры, структурного состояния и физическими, механическими, химическими и другими свойствами металлов и сплавов               |
|   | Уметь: устанавливать количественную и качественную взаимосвязь химического и фазового состава, кристаллической структуры, структурного состояния и физическими, механическими, химическими и другими свойствами металлов и сплавов |
|   | Владеть: навыками установления количественной и качественной взаимосвязи химического и фазового состава, кристаллической структуры, структурного состояния и физическими, ме-  |

|  |   |
|--|---|
|  | ханическими, химическими и другими свойствами металлов и сплавов  |
| готовность к теоретическим и экспериментальным исследованиям внешних (термических, механических, термохимических, магнитных, акустических и других) воздействий на структурно-фазовое состояние металлов и сплавов; зарождение и распространение трещин (ПК-4) | Знать: внешние воздействия (термические, механические, термохимические, магнитные, акустические и другие) на структурно-фазовое состояние металлов и сплавов; зарождение и распространение трещин   |
|  | Уметь: исследовать внешние воздействия (термические, механические, термохимические, магнитные, акустические и другие) на структурно-фазовое состояние металлов и сплавов; зарождение и распространение трещин   |
|  | Владеть: навыками теоретических и экспериментальных исследований внешних (термических, механических, термохимических, магнитных, акустических и других) воздействий на структурно-фазовое состояние металлов и сплавов; зарождение и распространение трещин |
| способность к научно-обоснованному выбору наиболее экономичных и надежных металлических материалов для конкретных технических назначений (ПК-5)  | Знать: металлические материалы для конкретных технических назначений  |
|  | Уметь: обосновать выбор наиболее экономичных и надежных металлических материалов для конкретных технических назначений  |
|  | Владеть: навыками к научно-обоснованному выбору наиболее экономичных и надежных металлических материалов для конкретных технических назначений  |

### Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)

| Раздел, модуль   | Подраздел, тема  |
|--|--|
| Основные механизмы разрушения металлических материалов | Условия подбора механических испытаний. Классификация и виды механических испытаний.   |
|  | Вязкое разрушение материалов. Макро- и микрофрактографические особенности строения изломов.  |
|  | Хрупкое разрушение материалов. Транс- и интеркристаллическое хрупкое разрушение. Макро- и микрофрактографические особенности строения изломов. |
|  | Разрушение материалов в интервале вязко-хрупкого перехода. Строение вязко-хрупких изломов.   |
|  | Квазихрупкое разрушение материалов.  |
|  | Смешанное разрушение материалов. Макро- и микрофрактографические особенности строения изломов.   |
|  | Кинетика и механизмы усталостного разрушения материалов. Макро- и микрофрактографические особенности строения усталостных изломов.             |
| Основные методы исследования изломов                   | Макрофрактографические исследования изломов.   |
|  | Микрофрактографические исследования изломов с помощью ЛКСМ, РЭМ и ПЭМ.   |
|  | Рентгеноструктурный анализ изломов.  |

**Общая трудоемкость дисциплины (учебного курса) – 3 ЗЕТ.**

#### 4. Структура и содержание дисциплины (учебного курса) **Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов**

(наименование дисциплины (учебного курса))

Курс изучения 4

| Раздел, модуль   | Подраздел, тема  | Виды учебной работы         |              |              |                         |  |                        |  | Необходимые материально-технические ресурсы | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) | Рекомендуемая литература (№) |
|--|--|-----------------------------|--------------|--------------|-------------------------|--|------------------------|--|---|--|------------------------------|
|  |  | Контактная работа (в часах) |              |              |                         |  | Самостоятельная работа |  |   |  |                              |
|  |  | всего                       |              |              | в т.ч. в интер-активной | Формы проведения лекций, лабораторных, практических занятий, методы обучения, реализующие применяемую образовательную технологию | в часах                | формы организации самостоятельной работы |   |  |                              |
|  |  | лекций                      | лабораторных | практических |                         |  |                        |  |   |  |                              |
| Основные механизмы разрушения металлических материалов | Макро- и микрофрактографические особенности строения вязких, хрупких, квазихрупких, смешанных и усталостных изломов. | 2                           | -            | 2            | 2                       | Информационные технологии (визуальные лекции и практические занятия с использованием презентационного метода обучения).          | 32                     | Работа с учебной литературой             | Мультимедийные средства                     | Тестирование   | 1-4                          |
| Основные методы исследования изломов                   | Макро- и микрофрактографические исследования изломов с помощью ЛКСМ, РЭМ и ПЭМ                                       | 2                           | 2            |              | -                       | Информационные технологии (визуальные лекции и практические занятия с использованием презентационного метода обучения).          | 32                     | Работа с учебной литературой             | Мультимедийные средства                     | Тестирование   | 1-4                          |
|  |  |                             |              |              |                         |  | 36                     | Подготовка к зачету                      |   |  |                              |
| Итого:   |  | 4                           | 2            | 4            | 2                       |  | 100                    |  |   |  |                              |
|  |  | 108                         |              |              |                         |  |                        |  |   |  |                              |

## 5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

| Формы текущего контроля | Условия допуска                         | Критерии и нормы оценки          |
|-------------------------|---|----------------------------------|
| Опрос                   | Изучены материалы литературы 1-5        | Зачет – ответ на 3 вопроса       |
| Прием отчетов           | Выполнение заданий лабораторных занятий | Зачет – получен ответ на задание |

| Форма проведения промежуточной аттестации | Условия допуска   | Критерии и нормы оценки |  |
|---|---|-------------------------|--|
| Зачет                                     | Выполнение всех лабораторных работ и практических заданий | «Зачтено»               | Правильный ответ или ответ с некоторыми неточностями на 2 вопроса. |
|   |   | «Не зачтено»            | Отсутствие знаний по вопросу                                       |

## 6. Критерии и нормы оценки курсовых работ (проектов)

Учебным планом не предусмотрена курсовая работа и курсовой проект.

## 7. Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)

| Подраздел, тема  |
|--|
| 1. Перечислите условия подобия механических испытаний образцов.                            |
| 2. Назовите макро- и микрофрактографические признаки вязкого разрушения.                   |
| 3. Назовите макро- и микрофрактографические признаки хрупкого разрушения.                  |
| 4. Назовите особенности разрушения материалов в интервале вязко-хрупкого перехода.         |
| 5. Назовите макро- и микрофрактографические особенности строения усталостных изломов.      |
| 6. Преимущества и недостатки макро- и микрофрактографических методов исследования изломов. |
| 7. Назначение рентгеноструктурного анализа изломов.  |

### 7.1. Лабораторная работа

Макрофрактографические исследования изломов.

## 8. Вопросы к зачету

|    |   |
|----|---|
| 1  | Классификация изломов металлических материалов.   |
| 2  | Вязкое разрушение. Механизм и фрактографические признаки вязкого разрушения.  |
| 3  | Хрупкое разрушение. Механизм хрупкого разрушения.   |
| 4  | Фрактографические признаки хрупкого разрушения. Транскристаллитное и интеркристаллитное (межзеренное) разрушение.   |
| 5  | Вязко-хрупкий переход. Фрактографические признаки разрушения материалов в интервале вязко-хрупкого перехода.  |
| 6  | Критические температуры хрупкости. Методы определения.  |
| 7  | Причины перехода материалов из пластического состояния в хрупкое.   |
| 8  | Хладноломкость металлов. Схема Иоффе-Давиденкова, Влияние на хладноломкость напряженного состояния, толщины образца, скорости нагружения.                                 |
| 9  | Влияние размера зерна и наличия примесей на напряжение отрыва. Межзеренная хрупкость.   |
| 10 | Виды воздействия сред эксплуатации: коррозионно-механическое растрескивание, хрупкость при контакте с расплавленными металлическими покрытиями, радиационное повреждение. |
| 11 | Испытание образцов на усталость.  |
| 12 | Цикл усталостного нагружения (амплитуда).   |
| 13 | Многоцикловая усталость.  |
| 14 | Малоцикловая усталость.   |
| 15 | Кинетическая диаграмма усталостного разрушения.   |
| 16 | Соотношение макро- и микроскорости усталостной трещины  |
| 17 | Зоны пластической деформации при усталостном разрушении.  |
| 18 | Схемы образования пластических зон.   |

|    |  |
|----|--|
| 19 | Факторы, влияющие на скорость распространения трещины. |
| 20 | Уравнение Коффина-Менеона.                             |
| 21 | Факторы, влияющие на предел выносливости.              |
| 22 | Методы расчета конструкций на выносливость.            |
| 23 | Виды циклов.   |
| 24 | Кривые усталости.                                      |
| 25 | Квазистатическое разрушение.                           |
| 26 | Малоцикловая и многоцикловая усталость.                |
| 27 | Цикл усталостного нагружения (коэффициент асимметрии). |
| 28 | Цикл усталостного нагружения (частота циклов).         |
| 29 | Фрактографические признаки усталостных изломов.        |

## 9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 9.1. Паспорт фонда оценочных средств

| п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины   | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства                          |
|-----|--|---|---|
| 1   | Макро- и микрофрактографический анализ изломов материала, полученных при однократных видах нагружения (статических, ударных) | ПК-1, ПК-4                                    | Практические работы, оформление результатов, тестирование |
| 2   | Расчет трещиностойкости материала (на примере алюминиевого сплава)   | ПК-4, ПК-5                                    | Практические работы, оформление результатов, тестирование |
| 3   | Макро- и микрофрактографический анализ изломов материала, полученных при циклическом нагружении                              | ПК-4, ПК-5                                    | Практические работы, оформление результатов, тестирование |
| 4   | Микрофрактографические исследования изломов с помощью ЛКСМ, РЭМ и ПЭМ.   | ПК-4, ПК-5                                    | Практические работы, оформление результатов, тестирование |
| 5   | Рентгеноструктурный анализ изломов.  | ПК-1, ПК-4                                    | Практические работы, оформление результатов, тестирование |

### 9.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 9.2.1. Комплект заданий для практической работы



**1. Тема. «Макрофрактографический анализ изломов материалов, полученных при однократных видах нагружения (статических, ударных)».**

2. Какой вид (схема) деформированного состояния соответствует хрупкому разрушению материала:
  - а) объемное деформированное состояние,
  - б) плоское деформированное состояние,
  - в) разноименное объемное состояние.
3. Какой вид напряженного состояния соответствует вязкому разрушению материала при испытаниях образца на изгиб?
  - а) объемное,
  - б) линейное,
  - в) плоское.
4. Почему материалы с ГЦК решеткой более пластичны?
  - а) т.к. материалы с ГЦК решеткой имеют большое количество непересекающихся систем скольжения,
  - б) т.к. ГЦК решетка более плотноуплотненная,
  - в) т.к. материалы с ГЦК имеют больше плоскостей скольжения.
5. Как влияет деформация сжатием на пластичность сталей?
  - а) пластичность возрастает,
  - б) пластичность снижается,
  - в) пластичность не меняется.
6. В каком состоянии сталь обладает большей коррозионной стойкостью?
  - а) после закалки,
  - б) после отжига,
  - в) после пластической деформации.

**2. Тема. «Влияние вида нагружения на механизм разрушение материалов»**

1. Что способствует образованию пор при вязком разрушении?
  - А) Скопления дислокаций.
  - Б) Наличием включений.
  - В) Границы зерен.
2. К какому виду изломов следует отнести излом электрического проводника, полученный в результате короткого замыкания?
  - А) К механическому излому.
  - Б) От термических напряжений.
  - В) От совместного воздействия механических нагрузок и термических напряжений.
3. Излом детали, работающей при комнатной температуре - синий. При каком

виде нагружения, скорее всего, он был получен?

- А) При кратковременном однократном нагружении.
- Б) При длительном статическом нагружении.
- В) При усталостном нагружении.

4. Какие причины могут вызвать «звездочный» излом?

- А) Текстура материала.
- Б) Неоднородность химического состава.
- В) Высокая скорость нагружения.

5. Какие причины могут вызвать волокнисто-полосчатый излом?

- А) Текстура материала.
- Б) Неоднородность химического состава.
- В) Высокая скорость нагружения.

### **3. Тема. «Разрушение при однократном нагружении»**

1. Аустенитная сталь при комнатной температуре разрушается вязко. Может ли она при низкой температуре разрушиться:

- А) вязко?
- Б) вязко-хрупко?
- В) по смешанному механизму?

2. С чем связано рассредоточенное разрушение стали?

- А) С разрушением в интервале вязко-хрупкого перехода.
- Б) С неоднородностью распределением феррито-перлитной структуры.

3. Аустенитная сталь разрушается по механизму межзеренного хрупкого разрушения. Можно ли изменить механизм разрушения,:

- А) продеформировав сталь?
- Б) изменив скорость нагружения?
- В) изменив толщину образца.

4. Какие причины могут вызвать камневидный излом стали?

- А) Большое количество примесей в стали.
- Б) Перегрев стали при ТО.
- В) Пережог стали при ТО.

5. С чем связана высокая пластичность металлов с ГЦК решеткой?

- А) С наличием большого количества плоскостей скольжения.
- Б) С плотной упаковкой решетки.
- В) С наличием большого количества непересекающихся плоскостей скольжения.

### **4. Тема: «Макрофрактографический анализ усталостных изломов»**

1. Пределом выносливости (усталости) называют...
- А) напряжение, при котором материал выдерживает заданное число циклов нагружения
  - Б) максимальное напряжение цикла, при котором материал выдерживает определенное число циклов нагружения (базу) без разрушения
  - В) напряжение, по достижении которого происходит разрушение.
2. Укажите вид излома, при котором на его поверхности в области разрушения видны две зоны:
- А) интеркристаллитный хрупкий
  - Б) вязкий
  - В) усталостный.
3. Как влияет наноструктурирование на предел усталости материала?
- А) повышает предел усталости
  - Б) снижает предел усталости
  - В) не влияет на предел усталости.
4. В чем проявляется стадийность усталостного разрушения?
- А) в образовании усталостных зон на поверхности излома.
  - Б) в количестве циклов нагружения до образования трещины и количестве циклов на ее распространение.
  - В) стадийность усталостного разрушения отсутствует.
5. С чем связано образование циклической пластической зоны у вершины трещины?
- А) с обратной пластической деформацией.
  - Б) с изменением локального напряженного состояния материала.
  - В) с циклическими нагрузками.

### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если правильно отвечено более, чем на 40 % вопросов;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если правильно отвечено менее, чем на 40 % вопросов..

### **10. Образовательные технологии и методические указания по освоению дисциплины (учебного курса)**

При изучении курса «Закономерности разрушения металлических материалов при различных видах нагружения» используются следующие образовательные технологии:

- технологии традиционного обучения в форме лекций и самостоятельной работы студентов;

- информационные технологии (визуальные лекции с использованием презентационного метода обучения).
- информационные технологии – предлагают использование компьютера во время проведения практических занятий.

## 11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (учебного курса)

### 11.1. Обязательная литература

| № п/п | Библиографическое описание  | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Количество в библиотеке (сайт) |
|-------|---|---|--------------------------------|
| 1     | Гуляев В. П. Специальный раздел механики [Электронный ресурс] : деформации и разрушение стальных изделий : учеб. пособие / В. П. Гуляев. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 232 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2672-0.                                 | Учебное пособие   | ЭБС "Лань"                     |
| 2     | Клевцов Г. В. Физика и механика разрушения [Электронный ресурс] : Основы диагностики разрушения металлических материалов: электрон. учебник / Г. В. Клевцов, Н. А. Клевцова, О. А. Фролова ; ТГУ. - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2014. - 264 с. : ил. - Библиогр.: в конце гл. - ISBN 978-5-8259-0797-0 | Электронный учебник   | Репозиторий ТГУ                |
| 3     | Филатов Ю. Е. Введение в механику материалов и конструкций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. Е. Филатов. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 320 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2530-3.   | Учебное пособие   | ЭБС "Лань"                     |

## 11.2. Дополнительная литература и учебные материалы (аудио-, видеопособия и др.)

| №<br>п/п | Библиографическое описание  | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.) | Количество в библиотеке (сайт) |
|----------|---|--|--------------------------------|
| 1        | Зайцев Ю. В. Механика разрушения для строителей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. В. Зайцев, Г. Э. Окольников, В. В. Доркин. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 216 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011824-6. | Учебное пособие  | ЭБС "ZNANIUM.COM"              |
| 2        | Белкин П. Н. Механические свойства, прочность и разрушение твёрдых тел [Электронный ресурс] : учеб. пособие / П. Н. Белкин. - Саратов: Вузовское образование, 2013. - 196 с.  | Учебное пособие  | ЭБС «IPRbooks»                 |
| 3        | Бегун П. И. Прикладная механика [Электронный ресурс] : учебник / П. И. Бегун, О. П. Кормилицын. - Изд. 2-е, перераб. и доп. (электронное). - Санкт-Петербург : Политехника, 2016. - 463 с. : ил. - (Учебник для вузов). - ISBN 978-5-7325-1089-8.                     | Учебник для вузов  | ЭБС «IPRbooks»                 |
| 4        | Молотников В. Я. Теория упругости и пластичности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Я. Молотников, А. А. Молотникова. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 532 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2603-4.                 | Учебник.   | ЭБС "Лань"                     |

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_

(подпись)

А.М. Асаева

(И.О. Фамилия)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

МП

### 11.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

- Исследовано в России [Электронный ресурс]: многопредмет. науч. журн. / Моск. физ.-техн. ин-т. — Электрон. журн. — Долгопрудный: МФТИ, 1998 — Режим доступа к журн.: <http://zhurnal.mipt.rssi.ru>.
- WebofScience[Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016– . – Режим доступа : [apps.webofknowledge.com](https://apps.webofknowledge.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus[Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004– . – Режим доступа : [scopus.com](https://scopus.com). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : [elibrary.ru](https://elibrary.ru). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- SpringerLink[Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842– . – Режим доступа : [link.springer.com](https://link.springer.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- ScienceDirect[Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018– . – Режим доступа : [sciencedirect.com](https://sciencedirect.com). – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- Cambridgeuniversitypress[Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridgeuniversitypress, 2018– . – Режим доступа : [cambridge.org](https://cambridge.org). – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- NEICON[Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002– . – Режим доступа : [neicon.ru/resources/archive](https://neicon.ru/resources/archive). – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

### 11.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО | Количество лицензий | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)  |
|-------|-----------------|---------------------|--|
| 1.    | Windows         | 1398                | Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно   |
| 2.    | Office Standart | 1398                | Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно |

**11.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

| <b>№ п/п</b> | <b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий</b>  | <b>Перечень основного оборудования</b>   | <b>Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.</b>                    | <b>Площадь, м<sup>2</sup></b> | <b>Количество посадочных мест</b> |
|--------------|---|--|--|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1            | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. | Парты-моноблоки 2-х местные, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), экран навесной, стационарный проектор, процессор, мышь компьютерная, пульт для проектора              | 445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14, позиция по ТП № 34, 3 этаж (Г-322)                 | 204,3                         | 160                               |
| 2            | Лаборатория "Компьютерное моделирование физических процессов"   | Столы ученические двухместные, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (меловая), проектор, экран, акустическая система, компьютер преподавателя, компьютерный стол, компьютер студенческий, кафедра. | 445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14, главный корпус, позиция по ТП № 24, 4 этаж (Г-426) | 64,3                          | 33                                |



| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Наименование<br/>оборудованных<br/>учебных кабинетов,<br/>лабораторий, мастерских<br/>и др. объектов<br/>для проведения<br/>практических и<br/>лабораторных<br/>занятий</b> | <b>Перечень основного<br/>оборудования</b>  | <b>Фактический адрес<br/>учебных кабинетов,<br/>лабораторий, мастерских<br/>и др.</b>                          | <b>Площадь, м<sup>2</sup></b> | <b>Количество<br/>посадочных мест</b> |
|------------------|--|---|--|-------------------------------|---------------------------------------|
| 3                | Лаборатория<br>"Термообработка<br>материалов"<br><br>Г-111   | Столы ученические<br>двухместные , стол<br>преподавательский,<br>стул преподавательский,<br>доска<br>аудиторная (меловая),<br>печи, твердомеры,<br>термопары,<br>станок полировальный | 445020, г. Тольятти,<br>ул. Белорусская, 14,<br>главный корпус,<br>позиция по ТП №<br>38, 1 этаж (Г-111)       | 21,5                          | 20                                    |
| 4                | Помещение для<br>самостоятельной<br>работы студентов   | Столы ученические,<br>стулья ученические,<br>ПК с выходом в<br>сеть Интернет  | 445020, г.Тольятти,<br>Центральный р-н,<br>ул. Белорусская,<br>д.14, позиция по<br>Т.П. №48, 4 этаж<br>(Г-401) | 84,8                          | 16                                    |