

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

ФТД.В.02
(шифр дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Механизмы деформации и разрушения наноматериалов
(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	9											
Часов по РУП	324											
Виды контроля в семестрах:	Экзамены		Зачеты		Курсовые проекты		Курсовые работы		Контрольные работы (для заочной формы обучения)			
	3		2									
	№.№ курсов											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Итого
ЗЕТ по семестрам				9								9
Лекции				8								8
Лабораторные												
Практические				16								16
Контактная работа				24								24
Сам. работа				300								300
Контроль												
Итого				324								324

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 «Нанотехнологии, материаловедение и механика (протокол заседания № 10 от «02» 03 2017 г.).

☐ Рецензент

Срок действия программы практики до «02» 03 2021 г.

Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:

Протокол заседания кафедры № 18 от «19» 06 2017г.

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

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

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)
ФТД.В.02 Механизмы деформации и разрушения наноматериалов
(шифр и наименование дисциплины (учебного курса))

1. Цель и задачи изучения дисциплины (учебного курса)

Цель – Сформулировать знания об особенностях и механизмах деформации и разрушения наноматериалов.

Задачи:

1. Дать представление об особенностях строения и поведения вещества в нанометровом размерном масштабе.
2. Дать представление об основных методах получения объемных наноматериалах.
3. Сформировать знания о процессах упрочнения, разупрочнения и разрушения наноматериалов в зависимости от их структурного класса.
4. Обучить методам и практическим приемам исследования свойств наноматериалов

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

Данная дисциплина (учебный курс) относится к факультативам.

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – методика постановки и проведения эксперимента, металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, закономерности разрушения металлических материалов при различных видах нагружения, Физическое материаловедение.

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса) – итоговая аттестация, кандидатская диссертация.

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

Формируемые и контролируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
- способностью выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов (ОПК-10)	Знать: приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов
	Уметь: выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов
	Владеть: способностью выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов

- 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: Умением 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

Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)

Раздел, модуль	Подраздел, тема
Механизмы деформации и разрушения наноматериалов при однократных видах нагружения	1. Наноматериалы: получение, структура, свойства
	2. Макро- и микрофрактографический анализ изломов наноструктурированного материала, полученных при однократных видах нагружения (статическом, ударном)
	3. Определение трещиностойкости обычных и наноструктурированных материалов
	4. Оценка локального напряженного состояния наноматериала по критериям механики разрушения и макростроению изломов
Механизмы деформации и разрушения наноматериалов при циклическом нагружении	5. Макро- и микрофрактографический анализ усталостных изломов наноструктурированных материалов
	6. Построение кинетических диаграмм усталостного разрушения обычных и наноструктурированных материалов
	7. Основы диагностики разрушения обычных и наноструктурированных материалов

Общая трудоемкость дисциплины (учебного курса) – 9 ЗЕТ.

4.1 Структура и содержание дисциплины (учебного курса) Механизмы деформации и разрушения наноматериалов

(наименование дисциплины (учебного курса))

Курс изучения 2

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименован ие оценочного средства)	Рекоменду емая литератур а (№)
		Контактная работа (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практических занятий, методы обучения, реализующие применяемую образовательную технологию	в часах	Формы организации самостоятельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
Механизмы деформации и разрушения наноматериалов при однократных видах нагружения	Наноматериалы: получение, структура, свойства	2		4	2	Проблемная лекция. Выполнение задания с последующим обсуждением результатов	55	Изучение спец. литературы	Медиа оборудование	Защита практической работы	1, 2, 6
	Влияние режимов равноканального углового прессования (РКУП) на твердость и прочность стали	2		4		Выполнение задания с последующим обсуждением результатов	55	Оформление отчетов и подготовка к защите	Медиа оборудование.	Защита практической работы	2, 4, 5, 6
	Ударная вязкость стали в исходном состоянии и после РКУП			2		Выполнение задания с последующим обсуждением результатов	55	Оформление отчетов и подготовка к защите	Медиа оборудование	Защита практической работы	2, 4, 5, 6
	Макрофрактографический анализ изломов наноструктурированного материала, полученных при однократных видах	2		4		Выполнение задания с последующим обсуждением результатов	55	Подготовка к практическим занятиям, оформление задания и подготовка к защите	Медиа оборудование	Защита практической работы	2, 3, 6

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименован ие оценочного средства)	Рекоменду емая литератур а (№)
		Контактная работа (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практических занятий, методы обучения, реализующие применяемую образовательную технологию	в часах	Формы организации самостоятельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
	нагрузки (статическом, ударном)										
	Определение трещиностойкости наноструктурирован ного материала	2		2		Выполнение задания с последующим обсуждением результатов	55	Подготовка к практическим занятиям, оформление задания и подготовка к защите	Медиа оборудование	Защита практической работы	2, 3, 6
							25	Подготовка к зачету			1-6
Итого:		8	0	16	2		300				
		24									

4.2 Структура и содержание дисциплины (учебного курса) Механизмы деформации и разрушения наноматериалов-2
(наименование дисциплины (учебного курса))

Семестр изучения 3

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименован ие оценочного средства)	Рекоменду емая литератур а (№)
		Контактная работа (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практических занятий, методы обучения, реализующие применяемую образовательную технологию	в часах	Формы организации самостоятельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
Механизмы деформации и разрушения наноматериалов при циклическом нагружении	Стадийность и механизм усталостного разрушения	2		4	2	Проблемная лекция. Выполнение задания с последующим обсуждением результатов	12	Подготовка к практическим занятиям, оформление задания и подготовка к защите	Медиа оборудование	Защита практической работы	2, 3, 6
	Макрофрактографический анализ усталостных изломов наноструктурированных материалов	2		4		Выполнение задания с последующим обсуждением результатов	12	Подготовка к практическим занятиям, оформление задания и подготовка к защите	Медиа оборудование	Защита практической работы	2, 3, 6
	Построение кинетических диаграмм усталостного разрушения обычного и наноструктурированных материалов	2		4		Выполнение задания с последующим обсуждением результатов	12	Подготовка к практическим занятиям, оформление задания и подготовка к защите	Медиа оборудование	Защита практической работы	

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименован ие оценочного средства)	Рекоменду емая литератур а (№)	
		Контактная работа (в часах)						Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практических занятий, методы обучения, реализующие применяемую образовательную технологию	в часах	Формы организации самостоятельной работы				
		лекций	лабораторных	практических								
	Основы диагностики разрушения обычных и наноструктури- рованных материалов	2		6	2	Выполнение задания с последующим обсуждением результатов	10	Подготовка к практическим занятиям, оформление задания и подготовка к защите	Медиа оборудование	Защита практической работы		
							36	Подготовка к экзамену			1-6	
	Итого:	2	4	14	2		82					
		26										

5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля	Условия допуска	Критерии и нормы оценки
Защита практических работ	1. Подготовлен отчет в соответствии с требованиями УМП; 2. Правильно отвечает на вопросы	Зачтено: 1. Полностью бланк отчета; 2. Экспериментальные данные согласуются с теоретическими; 3. По работе сформулированы правильные выводы; 4. Даны полные ответы на вопросы по защите; 5. Приведены решения задач (если имеются в данной работе).

Форма проведения промежуточной аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Экзамен, письменно	Выполнение всех практических заданий	«отлично»	Правильный ответ на билет, включающий 2 вопроса
		«хорошо»	Наличие некоторых неточностей в ответе на вопрос
		«удовлетворительно»	Наличие неточностей в ответе на вопрос, требующих существенных уточнений
		«неудовлетворительно»	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.)

Учебным планом не предусмотрено.

8.1 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. Задачи и основные понятия механики разрушения. Типы трещин (отрыв, поперечный сдвиг, продольный сдвиг),
12. Коэффициент интенсивности напряжения, его размерность.
13. Виды локального напряженного состояния материала у вершины трещины (плоская деформация, плоское напряженное состояние).
14. Схемы образования пластических зон при плоской деформации и плоском напряженном состоянии.
15. Схемы образования пластических зон в переходной области от плоской деформации к плоскому напряженному состоянию.
16. Критерий для определения локального напряженного состояния.
17. Связь локального напряженного состояния с критическими температурами хрупкости.
18. Условия прочности для элементов конструкций с трещиной.
19. Методы расчета коэффициента интенсивности напряжения у вершины трещины.
20. Методика экспериментального определения статической трещиностойкости материала K_{Ic} .

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	Нanomатериалы: получение, структура, свойства	ПК-1	Практические работы, оформление результатов, формулировка выводов, тестирование
2	Макро- и микрофрактографический анализ изломов наноструктурированного материала, полученных при однократных видах нагружения (статическом, ударном)	ОПК-10, ПК-1	Практические работы, оформление результатов, формулировка выводов, тестирование
3	Определение трещиностойкости обычных и наноструктурированных материалов	ОПК-10, ПК-1	Практические работы, оформление результатов, формулировка выводов, тестирование
4	Оценка локального напряженного состояния наноматериала по критериям механики разрушения и макростроению изломов	ОПК-10, ПК-1	Практические работы, оформление результатов, формулировка выводов, тестирование
5	Макро- и микрофрактографический анализ усталостных изломов наноструктурированных материалов	ОПК-10, ПК-1	Практические работы, оформление результатов, формулировка выводов, тестирование
6	Построение кинетических диаграмм усталостного разрушения обычных и наноструктурированных материалов	ОПК-10, ПК-1	Практические работы, оформление результатов, формулировка выводов, тестирование
7	Основы диагностики разрушения обычных и наноструктурированных материалов	ОПК-10, ПК-1	Практические работы, оформление результатов, формулировка выводов, 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 наноструктурированного материала, полученных при однократных видах нагружения (статических, ударных)».

1. Какой вид (схема) деформированного состояния соответствует хрупкому разрушению материала:
 - а) объемное деформированное состояние,
 - б) плоское деформированное состояние,
 - в) разноименное объемное состояние.
2. Какой вид напряженного состояния соответствует вязкому разрушению материала при испытаниях образца на изгиб?
 - а) объемное,
 - б) линейное,
 - в) плоское.
3. 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.
4. Как влияет деформация сжатием на пластичность сталей?
 - а) пластичность возрастает,
 - б) пластичность снижается,
 - в) пластичность не меняется.
5. В каком состоянии сталь обладает большей коррозионной стойкостью?
 - а) после закалки,
 - б) после отжига,
 - в) после пластической деформации.

2. Тема «Расчет трещиностойкости наноструктурированного материала».

1. Что понимают под статической трещиностойкостью (K_{Ic}) материала?
 - А) способность материала сопротивляться статическим нагрузкам.

- Б) способность материала с трещиной сопротивляться статическим нагрузкам.
 - В) способность материала с трещиной сопротивляться пластической деформации.
2. Для чего в образцах для испытания на K_{Ic} выращивают усталостную трещину?
 - А) для ускорения разрушения.
 - Б) для создания более жесткого локального напряженного состояния.
 - В) для того, чтобы в образце развивалась только одна трещина.
 3. В каких условиях локального напряженного состояния испытывают образцы на K_{Ic} ?
 - А) в условии плоской деформации.
 - Б) в условии плоского напряженного состояния.
 - В) особых условий нет.
 4. Как влияет наноструктурирование на статическую трещиностойкость материалов?
 - А) повышает трещиностойкость.
 - Б) снижает трещиностойкость
 - В) влияет неоднозначно.
 5. Как можно достигнуть условия плоской деформации в образце?
 - А) охлаждать образец.
 - Б) повышать толщину образца.
 - В) увеличить скорость нагружения.

3. Тема «Оценка локального напряженного состояния наноматериала по критериям механики разрушения и макростроению изломов»

1. Какой вид излома соответствует условию плоской деформации при разрушении?
 - А) хрупкий
 - Б) вязкий
 - В) смешанный.
2. Критерий оценки условия плоской деформации, согласно ГОСТ?
 - А) $t / (K_{Ic} / \sigma_{0,2})^2 \geq 2,5$
 - Б) $t / (K_{Ic} / \sigma_{0,2})^2 \geq 5,2$
 - В) $t / (K_{Ic} / \sigma_{0,2})^2 \geq 1,5$
3. Можно ли использовать для оценки условия плоской деформации критерий h_{max} / t ?
 - А) да

Б) нет

В) да, но только для материалов с ОЦК решеткой.

4. Зависит ли K_{Ic} материала от размера и формы образцов?

А) да

Б) нет

В) только от размера.

5. Зависит ли K_{Ic} материала от размера и формы образцов?

А) да

Б) нет

В) только от размера

4. Тема «Макрофрактографический анализ усталостных изломов наноструктурированного сплава».

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 достижению 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.

5. Тема «Построение кинетических диаграмм усталостного разрушения обычного и наноструктурированного сплава».

1. В каких координатах строят кинетические диаграммы усталостного разрушения?

- А) в координатах $dl/dN - \Delta K$.
- Б) в координатах $\lg dl/dN - \lg \Delta K$.
- В) в координатах $\ln dl/dN - \ln \Delta K$.

2. Уравнение Пэрисса.

- А) $dl/dN = C \Delta K^n$
- Б) $dl/dN = C K_{\max}^n$
- В) $\ln dl/dN = \ln \Delta K^n$

3. Какой материал лучше сопротивляется развитию усталостной трещины?

- А) с низки значением коэффициента n в уравнении Пэрисса.
- Б) с высоким значением коэффициента n в уравнении Пэрисса.
- В) не зависит от коэффициента n .

4. Сколько участков выделяют на кинетической диаграмме усталостного разрушения?

- А) два участка.
- Б) три участка.
- В) четыре участка.

5. Укажите критические значения K на кинетической диаграмме усталостного разрушения?

- А) K_{th}
- Б) K_{fc}
- В) K_{Ic}

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется, если студент правильно ответил более чем на 80 % вопросов;
- оценка «хорошо» выставляется, если студент правильно ответил правильно, не менее чем на 60 % вопросов;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент правильно ответил не менее чем на 40 % вопросов;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент правильно ответил менее чем на 40 % вопросов.

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

При реализации данной дисциплины используются следующие технологии:

Технология традиционного обучения – предлагает традиционную последовательность изучения нового материала.

Информационные технологии – предлагают использование компьютера во время проведения занятий.

Интерактивная технология – в виде проблемной лекции: предлагает диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие между студентом и преподавателем, либо между студентами.

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
1	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 : 1-00.	Электронный учебник	ЭБС "РУКОНТ"
2.	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"
3	Прочность и механизмы разрушения объемных наноструктурированных металлических материалов : учеб. пособие для студентов вузов / Г. В. Клевцов [и др.]. - Уфа : РИК УГАТУ, 2016. - 239 с. : ил. - Библиогр. в конце разд. - ISBN 978-5-4221-0913-5 : 250-00.	Учебное пособие	5

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

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке (сайт)
1	Зоткин В. Е. Методология выбора материалов и упрочняющих технологий в машиностроении [Электронный ресурс]: учебник / В. Е. Зоткин. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Форум : ИНФРА-М, 2017. - 320 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0346-9.	Учебник	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. : ил.	Учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"
3	Витязь П. А. Наноматериаловедение [Электронный ресурс] : учеб. пособие / П. А. Витязь, Н. А. Свидунович, Д. В. Куис. - Минск : Вышэйшая школа, 2015. - 512 с. : ил. - ISBN 978-985-06-2356-0.	Учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"

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. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus[Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004– . – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- SpringerLink[Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842– . – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- ScienceDirect[Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018– . – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- Cambridgeuniversitypress[Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridgeuniversitypress, 2018– . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- NEICON[Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002– . – Режим доступа : 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)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м²	Количество посадочных мест
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.	Столы ученические (моноблоки) двухместные, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), экран навесной, стационарный проектор, процессор, мышь компьютерная, пульт для проектора	445667, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14 Здание (Лит. А) – главный корпус, позиция по ТП № 24 Г- 326	200	60
2	Помещение для самостоятельной работы студентов	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет	445667, г.Тольятти, Центральный р-н, ул. Белорусская, д.14, позиция по ТП № 48, 4 этаж (Г-401)	84,8	16