

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности
А.А. Панфилов
« 30 » 08 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

Направление подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»
Профиль/программа подготовки «Материаловедение и технология материалов»
Уровень высшего образования магистратура
Форма обучения очная

Се- местр	Трудоем- кость, з. е. / час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
I	5 / 180	-	36	-	144	зачет
Итого	5 / 180	-	36	-	144	зачет

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Перспективные материалы в машиностроении» являются формирование у студентов знаний о современных неметаллических материалах, способах их получения и обработки, обучение научным основам выбора материала с учетом его состава, структуры, термической обработки и достигающихся при этом эксплуатационных и технологических свойств, необходимых для машиностроения.

Задачи: правильно оценивать свойства прогрессивных материалов, применяемых в технике, анализировать данные об их составе, структуре и способах получения;

определение областей рационального практического использования материалов (полимеров, полимерных композитов, стекол, керамики, керметов, амерфных материалов) с учетом условий их эксплуатации; наноматериалов.

уметь устанавливать связь между составом, структурой материала и физическими, механическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами; иметь правильно сформированные научные представления о реальных возможностях улучшения каких-либо свойств композитов путем изменения его структуры;

знать обо всех способах упрочнения полимерных композитов, стекол, керамики, керметов, амерфных материалов, которые могут обеспечить долговечность и работоспособность изделий.

В результате освоения данной дисциплины у студентов формируются основные общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, отвечающие требованиям ФГОС ВО. к результатам освоения ОПОП ВО по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Перспективные материалы в машиностроении» относится к вариативной части ОПОП ВО, ее изучают в 1-ом семестре.

Пререквизиты: Студент должен иметь современные знания об основных группах используемых материалов и свойствах этих групп, также владеть навыками работы с компьютером как средством управления информацией, уметь использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации, знать базовые дисциплины: физико-химические основы синтеза и получения материалов, неметаллические и аморфные материалы, материаловедение наноматериалов и наносистем.

В результате освоения дисциплины «Перспективные материалы в машиностроении» обучающиеся будут иметь необходимую базу для изучения последующих технических дисциплин, а также при выполнении научно-исследовательской работы и ВКР.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Таблица 1. Планируемые результаты обучения

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
ОПК-1	Частичное	<p>Знать: Содержание естественнонаучных и математических дисциплин, составляющих теоретическую основу модулей профильной подготовки.</p> <p>Уметь: Представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов математических и естественных наук для использования при решении научно-технических задач.</p> <p>Использовать фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач машиностроительного производства.</p> <p>Решать профессиональные задачи в области знаний о современных неметаллических и наноматериалах, используя фундаментальные знания, применять фундаментальные знания для решения задач в междисциплинарных областях профессиональной деятельности.</p> <p>Владеть: Решением исследовательских и производственных задач, относящихся к области использования перспективных материалов с применением фундаментальных знаний.</p>
ПКО-1	Частичное	<p>Знать: Физические, химические, механические свойства неметаллических и наноматериалов и физико-химических процессов металлургического производства. Технологические и эксплуатационные свойства.</p> <p>Уметь: Анализировать и синтезировать данные о составе и структуре материалов, способах их формирования. Устанавливать связь состава структуры и свойств металла с физическими, механическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами.</p> <p>Владеть: способностью обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для синтеза наносистем и решения профессиональных задач.</p> <p>Выявлять закономерности связей структуры материалов и внешних условий, с поведением материала в реальных услови-</p>

Итого по дисциплине	180 час			36		144	36/50	зачет
---------------------	---------	--	--	----	--	-----	-------	-------

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1 Консолидированные наноматериалы

Тема 1 Композитные наноструктурные металл-керамо-полимерные материалы

Вопросы: 1. Прессовая технология получения металл-фторполимерных и металл-керамика-фторполимерных композитов 2. Нанокompозиты на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) 3. Твердофазный механохимический метод получения наноматериалов 4. Сверхтвердые нанокompозиционные покрытия 5. Естественные элементы структуры нанокompозиционных покрытиях, 6. Особенности наноструктурных покрытий 7. Классификация супертвердых наноструктурных композиционные покрытий

Тема 2 Композитные наноструктурные полимерные покрытия

Вопросы: 1. Методы нанесения нанослойных композиционных покрытий 2. Аморфнонанокристаллическое композиционное покрытие 3. Классификация нанокристаллические композиционных покрытий 4. Схема нанокристаллического композиционного покрытия на примере нанозерен Me_2N , внедренных в твердую аморфную матрицу Si_3N_4 5. Главный базовый принцип получения супертвердости 6. Свойства нанокристаллических композиционных покрытий 7. Карбины 8. Возможности традиционных однофазных покрытий

Тема 3 Внедрение нанотехнологий

Вопросы: 1. Прогноз экономических и социальных последствий внедрения нанотехнологий 2. Применение в информационных технологиях 3. Применение в медицине и биологии 4. Применение в экологии и энергетике 5. Применение в новых термостойких и прочных изделиях 6. Схема влияния размера структурных элементов на прочность и пластичность 7. Возможности нанотехнологии 8. Механизмы структурного изменения материалов при измельчении 9. Перспективность использования композиционных материалов

Раздел 2 Наноматериалы и нанотехнологии в машиностроении

Тема 4. Внедрение нанотехнологий в автомобильную промышленность

Вопросы: 1. Перспективы внедрения прозрачных многослойных наноматериалов. 2. Повышение качества автомобильных шин 3. Оптимизация сопротивления воздуха, веса автомобиля и приводного устройства 4. Применение нанопористых материалов 5. Создание емкостей-хранилищ водорода 6. Повышение прочности при механических повреждениях 7. Использование наноструктурных (нанофазных) металлических материалов, обладающих огромной прочностью 8. Создание "умных" амортизаторов на ферромагнитных жидкостях.

Тема 5. Нанокompозиционные материалы с памятью формы

Вопросы: 1. Механизм эффекта памяти формы 2. Металлургический феномен уникального поведения материала 3. Сущность эффекта памяти формы 4. Роль мартенситных кристаллов 5. Зависимость фазового состава сплава с ЭПФ от температуры 6. Три характеристических температуры 7. Наведенный механомартенсит 8. Особенность обратимых мартенситных превращений 9. Характеристические температуры сплавов Ti-Ni 10.

Тема 6. Технология наноконструирования материала с эффектом памяти формы

Вопросы: 1. Наноструктурирования с применением ИПД 2. Использование РКУП и деформации растяжения 3. Применение совместных технологий интенсивной пластической деформации (ИПД) кручением под давлением (ИПДК). 4. Наноструктурные ИПДК сплавы Ti-Ni, особенности изменения структуры 5. Применение сплавов с ЭПФ 6. Схема космического аппарата с самотрансформирующимися элементами 7. Технология соединения элементов в открытом космосе 8. Соединение трубчатых деталей (1) с помощью муфты (2) из металла с памятью формы: *a* - до сборки; *b* - после нагрева. 9. Принцип действия стопора с эффектом памяти формы 10. Схема устройства для ремонта трубы с трещиной:

Раздел 3 Наноконструирование материалов со специальными свойствами

Тема 7. Технология с эффектом памяти формы для силовых исполнительных механизмов

Вопросы: 1. Использование сплавов с ЭПФ в качестве силовых элементов блокировочных устройств 2. Приводы одноразового срабатывания для расстыковки блоков космических кораблей 3. Телескопический малогабаритный домкрат 4. Схема робота, действующего с помощью сплава с эффектом памяти формы 5. Схема двигателя Гинеля с кривошипно-шатунным механизмом 6. Использование сплавов с ЭПФ в медицине 7. Сплавы, используемые в качестве функциональных материалов в биологических организмах

Тема 8. Применение наноматериалов в военной технике

Вопросы: 1. Использование композиционных наноматериалов 2. Композиты с добавками углеродных нанотрубок 3. Радио-поглощающее нанокompозитное покрытия самолетов-невидимок и новые виды взрывного оружия 4. Нанокompозиты для баллистических ракет, самолетов и разнообразных летательных аппаратов 5. Проблемы национальной безопасности, по программам США 6. Нановолокнистые композиты 7. Бронирование и средства защиты 8. Бронезащита с покрытиями из аморфных сплавов или металлических стекол

Тема 9. Применение наноматериалов в авиации и космических исследованиях

Вопросы: 1. Снижения размеров и массы космических аппаратов, повышение эффективности систем запуска 2. Разработка двигателей сверхзвуковых пассажирских самолетов из наноматериалов 3. Наноматериал, преобразовывающий радиацию в электроэнергию 4. Ориентированные блоки нанотрубок 5. Термоэлектрики -перспективные источники энергии для космических аппаратов 6. Наноматериалы для атомной энергетики. 7. ДУО-стали 9. Жаропрочность штатной стали и ДУО-стали

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

1. *Информационно-развивающие технологии* (темы 1-18).
2. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии* (темы 1-).
3. *Личностно-ориентированные технологии обучения* (темы 1-9).
4. *Метод выборочных ответов, исследовательский метод, анализ конкретных ситуаций* (темы 1-18).
5. *Интерактивная лекция, опережающая самостоятельная работа, "мозговой штурм"* (темы 1-9 по 2 час).

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3).

Вопросы рейтинг-контроля

1. Прессовая технология получения металл-фторполимерных и металл-керамика-фторполимерных композитов
2. Нанокompозиты на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ)
3. Твердофазный механохимический метод получения наноматериалов
4. Сверхтвердые нанокompозиционные покрытия
5. Естественные элементы структуры нанокompозиционных покрытиях,
6. Особенности наноструктурных покрытий
7. Классификация супертвердых наноструктурных композиционных покрытий
8. Методы нанесения нанослойных композиционных покрытий
9. Аморфнонанокристаллическое композиционное покрытие
10. Классификация нанокристаллические композиционных покрытий
11. Схема нанокристаллического композиционного покрытия на примере нанозерен Me_2N , внедренных в твердую аморфную матрицу Si_3N_4
12. Главный базовый принцип получения супертвердости
13. Свойства нанокристаллических композиционных покрытий
14. Карбины
15. Возможности традиционных однофазных покрытий
16. Прогноз экономических и социальных последствий внедрения нанотехнологий
17. Применение в информационных технологиях
18. Применение в медицине и биологии
19. Применение в экологии и энергетике
20. Применение в новых термостойких и прочных изделиях
21. Схема влияния размера структурных элементов на прочность и пластичность
22. Возможности нанотехнологии
23. Механизмы структурного изменения материалов при измельчении
24. Перспективность использования композиционных материалов

Вопросы рейтинг-контроля 2

1. Перспективы внедрения прозрачных многослойных наноматериалов в автомобилестроении.
2. Повышение качества автомобильных шин

3. Оптимизация сопротивления воздуха, веса автомобиля и приводного устройства
4. Применение нанопористых материалов
5. Создание емкостей-хранилищ водорода
6. Повышение прочности при механических повреждениях
7. Использование наноструктурных (нанофазных) металлических материалов, обладающих огромной прочностью
8. Создание "умных" амортизаторов на ферромагнитных жидкостях.
9. Наноконпозиционные материалы с памятью формы
10. Механизм эффекта памяти формы
11. Металлургический феномен уникального поведения материала
12. Сущность эффекта памяти формы
13. Роль мартенситных кристаллов
14. Зависимость фазового состава сплава с ЭПФ от температуры
15. Три характеристических температуры
16. Наведенный механомартенсит
17. Особенность обратимых мартенситных превращений
18. Характеристические температуры сплавов Ti-Ni 10.
19. Технология наноконструирования материала с эффектом памяти формы
20. Наноструктурирования с применением ИПД
21. Использование РКУП и деформации растяжения
22. Применение совместных технологий интенсивной пластической деформации (ИПД) кручением под давлением (ИПДК).
23. Наноструктурные ИПДК сплавы Ti-Ni, особенности изменения структуры
24. Применение сплавов с ЭПФ
25. Схема космического аппарата с самотрансформирующимися элементами
26. Технология соединения элементов в открытом космосе
27. Соединение трубчатых деталей (1) с помощью муфты (2) из металла с памятью формы: а- до сборки; б - после нагрева.
28. Принцип действия стопора с эффектом памяти формы
29. Схема устройства для ремонта трубы с трещиной:

Вопросы рейтинг-контроля 3

1. Технология с эффектом памяти формы для силовых исполнительных механизмов
2. Использование сплавов с ЭПФ в качестве силовых элементов блокировочных устройств
3. Приводы одноразового срабатывания для расстыковки блоков космических кораблей
4. Телескопический малогабаритный домкрат
5. Схема робота, действующего с помощью сплава с эффектом памяти формы
6. Схема двигателя Гинеля с кривошипно-шатунным механизмом
7. Использование сплавов с ЭПФ в медицине
8. Сплавы, используемые в качестве функциональных материалов в биологических организмах
9. Использование композиционных наноматериалов в военной технике
10. Композиты с добавками углеродных нанотрубок
11. Радио-поглощающее наноконпозиционное покрытие самолетов-невидимок и новые виды взрывного оружия
12. Наноконпозиции для баллистических ракет, самолетов и разнообразных летательных аппаратов
13. Проблемы национальной безопасности, по программам США
14. Нановолокнистые композиты
15. Бронирование и средства защиты
16. Бронезащита с покрытиями из аморфных сплавов или металлических стекол
17. Снижения размеров и массы космических аппаратов, повышение эффективности систем запуска
18. Разработка двигателей сверхзвуковых пассажирских самолетов из наноматериалов
19. Наноматериал, преобразовывающий радиацию в электроэнергию
20. Ориентированные блоки нанотрубок
21. Термоэлектрики -перспективные источники энергии для космических аппаратов
22. Наноматериалы для атомной энергетики.
23. ДУО-стали. Жаропрочность штатной стали и ДУО-стали

Вопросы к зачету

1. Прессовая технология получения металл-фторполимерных и металл-керамика-фторполимерных композитов
2. Наноконпозиции на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ)
3. Твердофазный механохимический метод получения наноматериалов
4. Сверхтвердые наноконпозиционные покрытия

5. Естественные элементы структуры нанокomпозиционных покрытиях,
6. Особенности наноструктурных покрытий
7. Классификация супертвердых наноструктурных композиционных покрытий
8. Методы нанесения нанослойных композиционных покрытий
9. Аморфнонанокристаллическое композиционное покрытие
10. Классификация нанокристаллические композиционных покрытий
11. Схема нанокристаллического композиционного покрытия на примере нанозерен Me_2N , внедренных в твердую аморфную матрицу Si_3N_4
12. Главный базовый принцип получения супертвердости
13. Свойства нанокристаллических композиционных покрытий
14. Карбины
15. Возможности традиционных однофазных покрытий
16. Прогноз экономических и социальных последствий внедрения нанотехнологий
17. Применение в информационных технологиях
18. Применение в медицине и биологии
19. Применение в экологии и энергетике
20. Применение в новых термостойких и прочных изделиях
21. Схема влияния размера структурных элементов на прочность и пластичность
22. Возможности нанотехнологии
23. Механизмы структурного изменения материалов при измельчении
24. Перспективность использования композиционных материалов
25. Перспективы внедрения прозрачных многослойных наноматериалов в автомобилестроении.
26. Повышение качества автомобильных шин
27. Оптимизация сопротивления воздуха, веса автомобиля и приводного устройства
28. Применение нанопористых материалов
29. Создание емкостей-хранилищ водорода
30. Повышение прочности при механических повреждениях
31. Использование наноструктурных (нанофазных) металлических материалов, обладающих огромной прочностью
32. Создание "умных" амортизаторов на ферромагнитных жидкостях.
33. Нанокomпозиционные материалы с памятью формы
34. Механизм эффекта памяти формы
35. Металлургический феномен уникального поведения материала
36. Сущность эффекта памяти формы
37. Роль мартенситных кристаллов
38. Зависимость фазового состава сплава с ЭПФ от температуры
39. Три характеристических температуры
40. Наведенный механомартенсит
41. Особенность обратимых мартенситных превращений
42. Характеристические температуры сплавов Ti-Ni 10.
43. Технология наноконструирования материала с эффектом памяти формы
44. Наноструктурирования с применением ИПД
45. Использование РКУП и деформации растяжения
46. Применение совместных технологий интенсивной пластической деформации (ИПД) кручением под давлением (ИПДК).
47. Наноструктурные ИПДК сплавы Ti-Ni, особенности изменения структуры
48. Применение сплавов с ЭПФ
49. Схема космического аппарата с самотрансформирующимися элементами
50. Технология соединения элементов в открытом космосе
51. Соединение трубчатых деталей (1) с помощью муфты (2) из металла с памятью формы: а- до сборки; б - после нагрева.
52. Принцип действия стопора с эффектом памяти формы
53. Схема устройства для ремонта трубы с трещиной:
54. Технология с эффектом памяти формы для силовых исполнительных механизмов
55. Использование сплавов с ЭПФ в качестве силовых элементов блокировочных устройств
56. Приводы одноразового срабатывания для расстыковки блоков космических кораблей
57. Телескопический малогабаритный домкрат
58. Схема работа, действующего с помощью сплава с эффектом памяти формы
59. Схема двигателя Гинеля с кривошипно-шатунным механизмом
60. Использование сплавов с ЭПФ в медицине

61. Сплавы, используемые в качестве функциональных материалов в биологических организмах
62. Использование композиционных наноматериалов в военной технике
63. Композиты с добавками углеродных нанотрубок
64. Радио-поглощающее нанокompозитное покрытие самолетов-невидимок и новые виды взрывного оружия
65. Нанокompозиты для баллистических ракет, самолетов и разнообразных летательных аппаратов
66. Проблемы национальной безопасности, по программам США
67. Нановолокнистые композиты
68. Бронирование и средства защиты
69. Бронезащита с покрытиями из аморфных сплавов или металлических стекол
70. Снижения размеров и массы космических аппаратов, повышение эффективности систем запуска
71. Разработка двигателей сверхзвуковых пассажирских самолетов из наноматериалов
72. Наноматериал, преобразовывающий радиацию в электроэнергию
73. Ориентированные блоки нанотрубок
74. Термоэлектрики -перспективные источники энергии для космических аппаратов
75. Наноматериалы для атомной энергетике.
76. ДУО-стали. Жаропрочность штатной стали и ДУО-стали

Темы контрольных работ (самостоятельная работа)

1. Прессовая технология получения металл-фторполимерных и металл-керамика-фторполимерных композитов
2. Нанокompозиты на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ)
3. Твердофазный механохимический метод получения наноматериалов
4. Сверхтвердые нанокompозиционные покрытия
5. Классификация супертвердых наноструктурных композиционных покрытий
6. Методы нанесения нанослойных композиционных покрытий
7. Аморфнонанокристаллическое композиционное покрытие
8. Главный базовый принцип получения супертвердости
8. Свойства нанокристаллических композиционных покрытий
10. Карбины
11. Возможности традиционных однофазных покрытий
12. Применение в новых термостойких и прочных изделиях
13. Механизмы структурного изменения материалов при измельчении
14. Перспективность использования композиционных материалов
15. Перспективы внедрения прозрачных многослойных наноматериалов в автомобилестроении.
16. Применение нанопористых материалов
17. Создание емкостей-хранилищ водорода
18. Использование наноструктурных (нанофазных) металлических материалов, обладающих огромной прочностью
19. Механизм эффекта памяти формы
20. Роль мартенситных кристаллов
21. Наведенный механомартенсит
22. Особенность обратимых мартенситных превращений
23. Наноструктурирования с применением ИПД
24. Применение совместных технологий интенсивной пластической деформации (ИПД) кручением под давлением (ИПДК).
25. Наноструктурные ИПДК сплавы Ti-Ni, особенности изменения структуры
26. Применение сплавов с ЭПФ
27. Технология с эффектом памяти формы для силовых исполнительных механизмов
28. Использование сплавов с ЭПФ в качестве силовых элементов блокировочных устройств
29. Телескопический малогабаритный домкрат
30. Схема двигателя Гинеля с кривошипно-шатунным механизмом
31. Использование сплавов с ЭПФ в медицине
32. Сплавы, используемые в качестве функциональных материалов в биологических организмах
33. Использование композиционных наноматериалов в военной технике
34. Композиты с добавками углеродных нанотрубок
35. Нановолокнистые композиты
36. Бронезащита с покрытиями из аморфных сплавов или металлических стекол
37. Ориентированные блоки нанотрубок
38. Наноматериалы для атомной энергетике.
39. ДУО-стали. Жаропрочность штатной стали и ДУО-стали

По тематике контрольных работ возможно опубликование статей в научных изданиях.

Основной учебник: Солнцев Ю.П., Нанотехнологии и специальные материалы [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Вологжанина С.А., Петкова А.П. - 2-е изд., стереотип. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. - 336 с. - ISBN 978-5-93808-296-0 Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082960.html>

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
6. Утяшев Ф.З. , Теория и практика деформационных методов формирования нанокристаллической структуры в металлах и сплавах [Электронный ресурс] / Ф.З. Утяшев, Г.И. Рааб, В.Г. Шибиков, М.М. Ганиев - Казань : Казанский ГМУ, 2016. - 208 с. - ISBN 978-5-00019-658-8 -	2016		Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000196588.html
2. Андриевский Р.А., Наноматериалы на металлической основе в экстремальных условиях [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.А. Андриевский - М. : Лаборатория знаний, 2016. - 105 с. (Нанотехнологии) - ISBN 978-5-00101-418-8 -1	2016		Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014188.html
3. Солнцев Ю.П., Нанотехнологии и специальные материалы [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Вологжанина С.А., Петкова А.П. - 2-е изд., стереотип. - СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. - 336 с. - ISBN 978-5-93808-296-0	2017	(2004г) 10	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082960.html
Дополнительная литература			
5. Кабалдин Ю.Г. , Выбор состава и структуры износостойких нано-	2017		Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru

структурных покрытий для твердосплавного режущего инструмента на основе квантово-механического моделирования. [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Ю.Г. Кабалдин, О.В. Кретинин, Д.А. Шатагин, Е.Е. Власов - М.: Машиностроение, 2017. - 216 с. - ISBN 978-5-9500364-6-0 -			ru/book/ISBN9785950036460.html
З. Витязь П.А., Наноматериаловедение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / П.А. Витязь, Н.А. Свидинович, Д.В. Куис - Минск : Выш. шк., 2015. - 511 с. - ISBN 978-985-06-2356-0	2015		- Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850623560.html
Григорьев С.Н., Методы повышения стойкости режущего инструмента [Электронный ресурс]: учебник для студентов вузов / Григорьев С.Н. - М.: Машиностроение, 2011. - 368 с. - ISBN 978-5-94275-591-1	2011		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755911.html

7.2. Периодические издания

- журнал «Нано Дайджест»;
- журнал «Нано- и микросистемная техника»;
- журнал «Наноматериалы и нанотехнологии-Наноиндустрия»;
- журнал «Наука и технологии России-STRF.ru@»
- журнал «Российские нанотехнологии»;
- журнал «Российский электронный наножурнал (нанотехнологии и их применение)»;
- журнал «Нанотехника».

7.3. Интернет-ресурсы

- сайты ведущих научных журналов по нанотехнологиям-технологии;
- электронные библиотечные системы библиотеки ВлГУ (бесплатный доступ через электронную библиотеку ВлГУ).

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Практические работы проводятся в компьютерном классе.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: Windows 7 Microsoft Open License 62857078; MS Office 2010 Microsoft Open License 65902316.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Рабочую программу составил д.т.н., профессор, профессор кафедры ТФ иКМ

 А.И.Христофоров

Рецензент

(Представитель работодателя)

Начальник по производству ООО НПО «ИнЛитТех»



 Е.В.Бельмисова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТФ и КМ

Протокол № 1 от 30.08 2019 г.

Заведующий кафедрой ТФ и КМ д.т.н., профессор

 В.А.Кечин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Протокол № 1 от 30.08 2019 г.

Председатель комиссии д.т.н., профессор

 В.А.Кечин