

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
 Политехнический институт
 Кафедра «Технология машиностроения»

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИПТ
 (подпись) А.М. Чадин
 « 03 » 04 2017 г.

НАНОТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Учебный модуль по направлению подготовки
 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
 Магистерская программа - «Технология машиностроения»
 Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебного отдела

(подпись) О.Б. Широколова
 « 03 » 04 2017 г.

Разработал

Профессор каф. ТМ

(подпись) Д.А. Филиппов
 « 03 » 02 2017 г.

Принято на заседании кафедры ТМ

Протокол № 5 от 04.02.2017 г.

Заведующий кафедрой

(подпись) Д.А. Филиппов
 « 03 » 02 2017 г.

1 Цели и задачи учебного модуля

Целью изучения дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении» является изучение нанотехнологий, которые могут быть использованы в машиностроении, обеспечивая возможность получения качественно новых структурированных материалов с достижением высокой эффективности их использования. Дисциплина дополняет знания о современной тенденции развития технологии машиностроения. Комплекс усвоенных знаний вместе с первичными практическими навыками позволит самостоятельно принимать решения по выбору наноматериалов и нанотехнологий для конкретных изделий с учетом условий их использования.

Основными задачами УМ являются:

- изучение новых наноматериалов, используемых в машиностроении, их физическую сущность;
- изучение сущности нанотехнологических процессов производства изделий, область их применения;
- способность выбирать для конкретных условий рациональные наноматериалы;
- умение использовать нанотехнологии для изготовления определенных машиностроительных изделий с заданными свойствами.

2 Место учебного модуля в структуре ОП направления подготовки

Модуль «Нанотехнологии в машиностроении» входит в вариативную часть цикла БО В2 и изучается в 4-ем семестре.

Формируемые компетенции определяются Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 15.04.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (уровень магистратуры).

Для изучения модуля «Нанотехнологии в машиностроении» студенты должны владеть теоретическими и практическими знаниями и умениями в области математики, физики, химии, материаловедения и технологии машиностроения.

Материал, изучаемый в УМ “ Нанотехнологии в машиностроении”, используется в следующих УМ:

- при выполнении выпускной квалификационной работы;
- при работе на предприятии.

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-5: способность разрабатывать и внедрять эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий, участвовать в модернизации и автоматизации действующих и проектировании новых машиностроительных производств различного назначения, средств и систем их оснащения, производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ПК-5	базовый	эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий и технологических процессов	разрабатывать и внедрять производственные и технологические процессы изготовления машиностроительных изделий с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.	достаточной информацией для участия в модернизации и автоматизации действующих и проектировании новых машиностроительных производств различного назначения, средств и систем их оснащения.

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		4 сем.	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕ)	6	6	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	216	216	
- лекции	9	9	ПК-5
- практические занятия	36	36	
- лабораторные работы	0	0	
- аудиторная СРС (в том числе)	9	9	
- внеаудиторная СРС	171	171	
Аттестация:			
- экзамен	36	36	

4.2. Развернутое содержание теоретического курса

Раздел 1. Основные понятия и определения

Задачи курса. Основные понятия и определения: наносистема, наноматериалы, нанотехнология, нанотехника.

Роль нанотехнологий в современных условиях.

Раздел 2. Физические основы нанотехнологий.

Роль поверхностных состояний. Увеличение влияния поверхностных явлений при переходе к нанобъектам.

Пространственные виды нанобъектов.

Пространственное квантование. Туннельный эффект. Роль и место пространственного квантования и туннельного эффекта в нанотехнологиях.

Раздел 3. Классификация наноматериалов

Углеродные нанотрубки. Фуллерены. Графен. Нанокристаллы. Аэрогель. Аэрографит.

Раздел 4. Наноматериалы для машиностроения

Нанопорошки. Оксиды металлов. Смеси и сложные оксиды. Наноструктурированные материалы на твердой основе.

Раздел 5. Методы и способы применения нанотехнологий в машиностроении

Напыление. Структурирование. Покрытие. Упрочнение нержавеющей, конструкционных и инструментальных сталей. Упрочнение твердых сплавов

Раздел 6. Наноструктурированный металлорежущий инструмент

Наноабразивный инструмент. Алмазное наноточение. Монолитный твердосплавный инструмент с многослойным мультикомпонентным наноструктурированным покрытием. Восстановление режущих свойств инструмента. Разработка и изготовление специального инструмента.

Раздел 7 Перспективы развития нанотехнологий в машиностроении

Состояние нанотехнологической отрасли в современном машиностроении. Перспективы внедрения нанотехнологических разработок в производство.

4.3 Практические занятия

Номер раздела УМ	Наименование тем практических занятий	Трудоемкость, академ. час
1	Наносистема, наноматериалы, нанотехнология, нанотехника. Отличительные особенности от микро- и макросистем.	2
2	Поверхностные явления и их роль при переходе к нанобъектам. Пространственное квантование. Туннельный эффект. Роль пространственного квантования и туннельного эффекта в наносистемах.	6
3	Углеродные нанотрубки. Фуллерены. Графен. Нанокристаллы. Аэрогель. Аэрографит.	8

4	Нанопорошки. Оксиды металлов. Смеси и сложные оксиды. Наноструктурированные материалы на твердой основе.	6
5	Напыление. Структурирование. Покрытие. Упрочнение нержавеющих, конструкционных и инструментальных сталей. Упрочнение твердых сплавов	6
6	Наноабразивный инструмент. Алмазное наноточение. Монолитный твердосплавный инструмент с многослойным мультикомпонентным наноструктурированным покрытием. Восстановление режущих свойств инструмента. Разработка и изготовление специального инструмента.	6
7	Состояние нанотехнологической отрасли в современном машиностроении. Перспективы внедрения нанотехнологических разработок в производство.	2

4.5 Организация изучения учебного модуля

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра, и семестровый (экзамен) – по окончании

Максимальное количество баллов, получаемое на экзамене, – 50. Максимальное количество баллов по модулю – 300.

- Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с «Положение о фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников (от 25.06.2013 № СМК УД.3.1.-00-02.17-13)».

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: разноуровневые задачи, реферат, опрос и экзамен.

Критерии оценивания разноуровневых задач:

- правильно понимает условие задачи – 1 балл максимум;
- правильно подбирает и использует формулы – 2 балла максимум;
- правильно выполняет расчеты и анализирует результаты – 2 балла максимум.

Критерии оценивания реферата:

- правильность выбора основной литературы – 5 баллов максимум;
- полнота раскрытия темы – 5 баллов максимум;
- уверенное владение терминологией на защите – 10 баллов максимум;
- полнота и аргументированность ответа на защите – 10 баллов максимум;

Критерии оценивания экзамена:

- уверенное владение терминологией – 10 баллов максимум;
- глубина знаний по теме вопроса – 10 баллов максимум;
- полнота ответа – 10 баллов максимум;
- логическая связность – 10 баллов максимум;
- аргументированность ответа – 10 баллов максимум.

Критерии оценивания представлены в следующей таблице.

Оценочное средство	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Разноуровневые задачи	3 балла - не всегда адекватно подбирает формулы и (или) использует их с ошибками	4 балла - допускает неточности в подборе формул и (или) допускает некритические ошибки в их использовании	5 баллов - способен правильно выбрать нужную формулу и правильно ее применить
Реферат	15-20 баллов – тема раскрыта правильно, но не полностью, на защите испытывает затруднения при ответе на некоторые вопросы	21-26 баллов – тема раскрыта правильно, полностью, но на защите испытывает затруднения при ответе на некоторые вопросы	27-30 баллов – тема раскрыта правильно, полностью, на защите демонстрирует полноту и аргументированность ответов
Опрос	10 – 13 баллов – 50-69% правильных ответов	14 – 17 баллов – 70-89% правильных ответов	18-20 баллов – 90-100% правильных ответов
Экзамен	25-34 балла – Испытывает трудности при демонстрации знаний	35-44 – балла Допускает неточности при демонстрации знаний	45-50 – баллов Демонстрирует всестороннее и глубокое знание

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

Контроль формирования компетенций в соответствии с их паспортами (Приложение В) осуществляется с использованием ФОС.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение Г).

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для осуществления образовательного процесса по модулю используется лекционная аудитория, оборудованная мультимедийными средствами.

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта

В – Паспорта компетенций

Г – Карта учебно-методического обеспечения УМ

Приложение А

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Нанотехнологии в машиностроении»

Учебный модуль «Нанотехнологии в машиностроении» состоит из 7 взаимосвязанных разделов, по которым предусмотрены лекционные и практические занятия.

Образовательный процесс по модулю предполагает использование следующих тактических процедур:

- лекционные (вводная лекция, информационная лекция);
- практические (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, решение задач);
- самоуправления (СРС) (работа с источниками по темам учебного модуля, написание и защита реферата по темам модуля, назначенными преподавателем).

А.1 Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Основное содержание теоретической части излагается преподавателем на лекционных занятиях, а также усваивается студентом при знакомстве с дополнительной литературой, которая предназначена для более глубокого овладения знаниями основных дидактических единиц соответствующего раздела и указана.

Как правило, в начале лекции проводится опрос (не более 10 мин.) для экспресс-оценки уровня усвоения теоретического материала студентами. Опрос состоит из вопросов, например:

1. Что подразумевается под понятием «наносистема»?
2. Отличительные свойства аэрографита.
3. Основные методы получения нанопорошков.
4. Что такое «золь-гель» технология?
5. Отличительные особенности абразивного наноинструмента ?

Изучение модуля заканчивается экзаменом, где студент получает экзаменационный билет, содержащий два теоретических вопроса.

Пример экзаменационного билета (демо-версия) приведена ниже:

Министерство образования и науки РФ

Новгородский государственный университет
им. Ярослава Мудрого

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Учебный модуль «Нанотехнологии в машиностроении» кафедра **ТМ**
для направления подготовки 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
Магистерская программа - «Технология машиностроения»

1. Основные понятия и определения: наносистема, наноматериалы, нанотехнология, нанотехника. Роль нанотехнологий в современных условиях.
2. Монолитный твердосплавный инструмент с многослойным мультикомпонентным наноструктурированным покрытием. Технология получения, основные свойства, применение.

Одобрено на заседании кафедры ТМ _____ 2016 г.

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. ТМ _____ Д.А. Филиппов

Экзаменационные вопросы

1. Основные понятия и определения: наносистема, наноматериалы, нанотехнология, нанотехника. Роль нанотехнологий в современных условиях.
2. Роль поверхностных состояний. Влияние поверхностных явлений при переходе к нанобъектам.
3. Пространственные виды нанобъектов.
4. Пространственное квантование. Роль и место пространственного квантования в нанотехнологиях.
5. Туннельный эффект. Проявление туннельного эффекта в нанобъектах.
6. Углеродные нанотрубки. Технология получения, свойства, применение.
7. Фуллерены. Технология получения, свойства, применение.
8. Графен. Технология получения, свойства, применение.
9. Нанокристаллы. Аэрогель. Аэрографит. Технология получения, свойства, применение.
10. Нанопорошки. Оксиды металлов. Смеси и сложные оксиды. Технология получения, свойства, применение.
11. Наноструктурированные материалы на твердой основе. Технология получения, свойства, применение.
12. Методы получения наноматериалов: напыление, структурирование, покрытие.
13. Упрочнение нержавеющей, конструкционных и инструментальных сталей. Упрочнение твердых сплавов.
14. Наноабразивный инструмент. Алмазное наноточение.
15. Монолитный твердосплавный инструмент с многослойным мультикомпонентным наноструктурированным покрытием.
16. Разработка и изготовление специального инструмента.
17. Восстановление режущих свойств инструмента.
18. Состояние нанотехнологической отрасли в современном машиностроении. Перспективы внедрения нанотехнологических разработок в производство.

А.2 Методические рекомендации по практическим занятиям

Цель практических занятий – закрепление теоретического материала и выработка у студентов умения решать задачи по практическим аспектам учебного модуля.

Практические занятия в рамках строятся следующим образом:

- 20% аудиторного времени отводится на объяснение решения типовой задачи у доски;
- 70% аудиторного времени – самостоятельное решение разноуровневых задач студентами согласно выданным заданиям;
- 10% аудиторного времени в конце текущего занятия – разбор типовых ошибок при решении задач.

А.3 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов сводится к написанию и защите реферата по заданной теме.

Примерная тематика рефератов:

1. Применение нанотехнологии и наноматериалов в производстве режущего инструмента.
2. Применение нанотехнологии и нано материалов в технологических жидкостях
3. Применение нанотехнологии и материалов на этапе создания машиностроительной продукции.
4. Нанопорошки. Технология получения, свойства, применение.
5. Технология получения наноматериалов методом напыления.
6. Упрочнение нержавеющей, конструкционных и инструментальных сталей с использованием нанотехнологий.
7. Наноабразивный инструмент: технология получения, применение, преимущества.

Для подготовки к практическим занятиям, контрольному опросу и экзамену рекомендуется пользоваться основной и дополнительной учебно-методической литературой, представленной в карте учебно-методического обеспечения и Приложении Г.

Раздел 1. Основные понятия и определения

Задачи курса. Основные понятия и определения: наносистема, наноматериалы, нанотехнология, нанотехника. Роль нанотехнологий в современных условиях.

Раздел 2. Физические основы нанотехнологий.

Роль поверхностных состояний. Увеличение влияния поверхностных явлений при переходе к нанообъектам. Пространственные виды нанообъектов.

Пространственное квантование. Туннельный эффект. Роль и место пространственного квантования и туннельного эффекта в нанотехнологиях.

Раздел 3. Классификация наноматериалов

Углеродные нанотрубки. Фуллерены. Графен. Нанокристаллы. Аэрогель. Аэрографит. **Раздел 4. Наноматериалы для машиностроения**

Раздел 4. Наноматериалы для машиностроения

Нанопорошки. Оксиды металлов. Смеси и сложные оксиды. Наноструктурированные материалы на твердой основе.

Раздел 5. Методы и способы применения нанотехнологий в машиностроении

Напыление. Структурирование. Покрытие. Упрочнение нержавеющей, конструкционных и инструментальных сталей. Упрочнение твердых сплавов

Раздел 6. Наноструктурированный металлорежущий инструмент

Наноабразивный инструмент. Алмазное наноточение. Монолитный твердосплавный инструмент с многослойным мультикомпонентным наноструктурированным покрытием. Восстановление режущих свойств инструмента. Разработка и изготовление специального инструмента.

Раздел 7 Перспективы развития нанотехнологий в машиностроении

Состояние нанотехнологической отрасли в современном машиностроении. Перспективы внедрения нанотехнологических разработок в производство.

Приложение Б
Технологическая карта

учебного модуля «Нанотехнологии в машиностроении»

семестр – 4, ЗЕ – 6, вид аттестации – экзамен, акад.часов – 216, баллов рейтинга – 300

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ не- дели сем.	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успеваемости (в соответствии с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
Раздел 1. Основные понятия и определения.	1	2	2	-	2	10	Контрольный опрос, разноуровневые задачи	25
Раздел 2. Физические основы нанотехнологий	3	2	2	-	2	10	Контрольный опрос, разноуровневые задачи	25
	4	-	4			10	Контрольный опрос, разноуровневые задачи	25
Раздел 3. Классификация наноматериалов	5	1	3	-	1	10	Контрольный опрос, разноуровневые задачи	25
Раздел 4. Наноматериалы для машиностроения	6	1	3	-	2	10	Контрольный опрос, разноуровневые задачи	25
	7		4	-		10	Контрольный опрос, разноуровневые задачи	25
Раздел 5. Методы и способы применения нанотехнологий в машиностроении	8	1	4	-	2	10	Контрольный опрос, разноуровневые задачи	25
Раздел 6. Наноструктурированный металлорежущий инструмент	9	1	5	-	2	10	Контрольный опрос, разноуровневые задачи	25
	10	-	5			62	Сдача и защита рефератов	30
Раздел 7. Перспективы развития нанотехнологий в машиностроении	11	1	4	-	1	10	Контрольный опрос	20
Экзамен						36		50
Итого:		9	36	0	9	162		300

Критерии оценки качества освоения студентами модуля (в соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования»:

- «удовлетворительно»– от 150 до 207 баллов
- «хорошо» – от 208 до 267 баллов
- «отлично»– от 268 до 300 баллов

Приложение В
(обязательное)

Паспорт компетенции ПК-5

ПК-5: способность разрабатывать и внедрять эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий, участвовать в модернизации и автоматизации действующих и проектировании новых машиностроительных производств различного назначения, средств и систем их оснащения, производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Базовый уровень	Знает, способен разрабатывать и внедрять эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий, участвовать в модернизации и автоматизации действующих и проектировании новых машиностроительных производств различного назначения, средств и систем их оснащения, производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.	Испытывает трудности в определении понятий, недостаточно четко определяет преимущество той или иной технологии.	Недостаточно четко знает границы преимущества той или иной технологии	Четко знает эффективные технологии, преимущества и недостатки каждой из них, границы их применимости, четко понимает основные задачи и принципы модернизации и автоматизации действующих устройств
	Умеет разрабатывать и внедрять производственные и технологические процессы изготовления машиностроительных изделий с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.	недостаточно четко представляет преимущества технологических процессов с использованием автоматизированной системы подготовки производства.	Не всегда корректно использует основные законы при описании процессов, протекающих в напряженно-деформируемых телах	Имеет четкие представления об основных принципах разработки и внедрения новых производственных и технологических процессов изготовления машиностроительных изделий с использованием автоматизированных систем, технологической подготовки производства.

	Владеет достаточной информацией для участия в модернизации и автоматизации действующих и проектировании новых машиностроительных производств различного назначения, средств и систем их оснащения.	Испытывает трудности при определении основных задач и принципов модернизации	Недостаточно уверенно использует основные принципы модернизации и автоматизации действующих и проектировании новых машиностроительных производств различного назначения, средств и систем их оснащения	Полностью владеет информацией, методами и принципами модернизации и автоматизации действующих и проектировании новых машиностроительных производств различного назначения, средств и систем их оснащения.
--	--	--	--	---

Приложение Г
Карта учебно-методического обеспечения
 Учебного модуля «**Нанотехнологии в машиностроении**»

Направление (специальность) 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» Магистерская программа

Формы обучения очная

Курс 2 Семестр 4

Часов: всего 216, лекций 9, практ. зан. 36, лаб. раб. 0, СРС 171

Обеспечивающая кафедра Технология Машиностроения

Таблица 1- Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания	Вид занятий, в котором используется	Число часов, обеспечиваемых изданием	Кол. экз. в библиот. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия				
1. Кобаяси Наоя Введение в нанотехнологию / Пер. с яп. А.В. Хачояна под ред. Л.Н. Патрикеева – 2-е изд. – М.: Бином, лаборатория знаний, 2008, -365 с.	Лек, ПР, СРС	108	5	
2. Рыжонков Д.И. Наноматериалы Учебное пособие. М.: Бином, лаборатория знаний, 2008, -134 с.	Лек, ПР, СРС	108	5	
3. Григорьев С.Н. Технологии нанообработки Учебное : пособие для вузов. – Старый Оскол:ТНТ, 2008,-319	Лек, ПР, СРС	108	2	
4. Ковшов А.Н. Основы нанотехнологии в технике : А.Н. Ковшов, Ю.Ф. Назаров, И.М. Ибрагимбеков – М.: Академия, 2009 - 236	Лек, ПР, СРС	108	1	Есть
5. Галперин В.А. Процессы плазменного травления в микро и нанотехнологиях: учеб. пособие для вузов/ В.А. Галперин, Е.В. Данилкин, А.И. Мочалов; под ред. С.П. Тимошенкова. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2012. – 283 с.	Лек, ПР, СРС	108	5	

Таблица 2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет - ресурса	Электронный адрес	Примечание
1. Сайт о нанотехнологиях в России: www.nanoware.ru	www.nanoware.ru	
2. Нанотехнологическое сообщество:	www.nanometer.ru www.rusnano.com	
3. Интернет-журнал о нанотехнологиях:	www.nanodigest.ru	
4. Нанобиотехнология:	www.community.livjournal.com/ru_nanobiotech	
5. Российский электронный НАНОЖУРНАЛ:	www.nanorf.ru	
6. Научно- информационный портал по нанотехнологиям	www.nano-info.ru	
7. Нанотехнологии: сегодня и будущее:	www.nanoevolution.ru/cat/nanomedicina	
8. Федеральный интернет-портал "Нанотехнологии и наноматериалы":	www.portalnano.ru	
9. Портал нанотехнологического общества России:	www.ntsrf.info	
10. Сайт Государственной корпорации «Российская корпорация нанотехнологий» (РОСНАНО):	www.rusnano.com	

Таблица 3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1. Нанотехнологии в машиностроении: учебное пособие для вузов/ Ю.Н. Полянчиков [и др.]. – Старый Оскол : ТНТ, 2014. – 91 с.	1	
2. Нанотехнологии. Азбука для всех / авт. Коллектив: Н.С. Абрамчук [и др.]; под ред. Ю.Д. Третьякова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Физматлит, 2009. - 367 с.	5	
3. Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий: учеб. пособие для вузов / авт. : О.Л. Хасанов [и др.]. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2013. - 268	1	
4. Пул Ч. Нанотехнологии : учебное пособие для вузов/ Ч. Пул – мл. Ф. Оуэнс; пер. с англ. под ред. Ю.И. Головина, доп. В.В. Лучинина. – 2-е изд., доп. – М.: Техносфера, 2006. – 334 с.	2	
5. Фостер Линн Нанотехнологии. Наука, инновации, возможности / Л. Фостер; пер. с англ. А. Хачоян. – М.: Техносфера, 2008. – 349 с.	3	

Действительно для учебного года _____/_____

Зав. кафедрой _____
подпись И.О.Фамилия

_____ 20..... г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ: _____
должность подпись расшифровка

Учебно-методическое обеспечение учебного модуля 100%

Действительно для учебного года _____
Зав. кафедрой ТМ _____

Действительно для учебного года _____
Зав. кафедрой ТМ _____