

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»

ВЫСШАЯ ШКОЛА УПРАВЛЕНИЯ И ИННОВАЦИЙ

Утверждено
на заседании Совета факультета
«Высшая школа управления и инноваций»
Протокол № от 05.05.2016
Председатель Совета
В.В. Печковская



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
НАНОТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки 27.03.05. «Инноватика»
Квалификация выпускника Бакалавр

Москва – 2016 г.

МГУ имени М.В. Ломоносова

Рабочая программа «Нанотехнологии»

Составители: к.ф.-м.н. Кузнецов К.А.

Рецензенты:

1. Анненков Юрий Михайлович, д.ф.-м.н., профессор Томского политехнического университета.
2. Морозова Мария Андреевна, Директор по оценке и развитию персонала АФК «Система».

«Нанотехнологии», учебная дисциплина относится к профессиональному блоку Вариативной части учебного плана.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Целью освоения дисциплины «Нанотехнологии» является формирование комплекса базовых знаний и умений, позволяющих ориентироваться в терминологии и направлениях нанотехнологии как совокупности технологических методов, применяемых для изучения, проектирования и производства материалов, устройств и систем, включая целенаправленный контроль и управление строением, химическим составом и взаимодействием составляющих их отдельных элементов нанодиапазона.

Дисциплина «Нанотехнологии» является теоретико-практической дисциплиной, базой для которой составляют математика, квантовая механика и физика.

Задачи дисциплины состоят в ориентировании учащихся на использование конкретных практических приемов реализации нанотехнологии в научно-исследовательской деятельности:

Рабочая программа составлена на основании Образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемый МГУ имени М.В. Ломоносова для реализуемых основных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 27.03.05. – «Инноватика» уровень высшего образования бакалавр и 27.04.05.- «Инноватика» уровень высшего образования магистр, утвержденного Приказом по МГУ имени М.В. Ломоносова № 95 от «09» февраля 2016 г.

Рабочая программа утверждена на заседании Совета факультета «Высшей школы управления и инноваций» протокол № 4 от «05» февраля 2016 г.

Председатель Совета факультета «Высшая школа управления и инноваций»



В.В. Печковская

Рабочая программа с дополнениями и изменениями утверждена на заседании кафедры

_____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 201 _ г.

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Одобрено советом факультета _____,

протокол № ____ от « ____ » _____ 201 _ г.

Председатель _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа с дополнениями и изменениями утверждена на заседании кафедры

_____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 201 _ г.

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Одобрено Советом факультета _____,

протокол № ____ от « ____ » _____ 201 _ г.

Председатель _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа с дополнениями и изменениями утверждена на заседании кафедры

_____,
протокол № ____ от « ____ » _____ 201 _ г.

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Одобрено Советом факультета _____,

протокол № ____ от « ____ » _____ 201 _ г.

Председатель _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	4
I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	5
Цели освоения дисциплины	5
Учебные задачи дисциплины	5
Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
Требования к результатам освоения дисциплины	5
Формы контроля	8
II. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
Содержание лекционных занятий.....	8
Содержание семинарских занятий	10
III. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	11
IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	12
Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	12
Перечень информационных технологий.....	13
Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	13
Материально-техническое обеспечение дисциплины	14
V. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	14
Тематика курсовых работ	14
Темы рефератов и презентаций	14
Вопросы к контрольной работе	15
Пример контрольного задания	15
Вопросы для зачета	15
VI. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
Объем дисциплины и виды учебной работы	16
Разделы дисциплин и виды занятий	17
Приложение 1. ФОРМА БИЛЕТА К ЗАЧЕТУ	18
Приложение 2. СИСТЕМА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ	19

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Нанотехнологии» является формирование комплекса базовых знаний и умений, позволяющих ориентироваться в терминологии и направлениях нанотехнологии как совокупности технологических методов, применяемых для изучения, проектирования и производства материалов, устройств и систем, включая целенаправленный контроль и управление строением, химическим составом и взаимодействием составляющих их отдельных элементов нанодиапазона.

Дисциплина «Нанотехнологии» является теоретико-практической дисциплиной, базу для которой составляют математика, квантовая механика, физика конденсированного состояния, физическая химия.

Учебные задачи дисциплины

Задачи дисциплины состоят в ориентировании учащихся на использование конкретных практических приемов реализации нанотехнологии в строительном материаловедении, в т.ч. – в научно-исследовательской деятельности:

- знакомство с историей становления нанотехнологии;
- аргументация интерпретации нанотехнологии как новой научно-практической парадигмы воздействия человека на природу (на основе анализа отечественных и зарубежных периодических изданий);
- обобщение теоретической базы нанотехнологии;
- овладение специфической терминологией, в т.ч. – закрепленной отечественными и зарубежными нормативными документами;
- знакомство с законодательной базой РФ, релевантной предмету исследования;
- знакомство с мировой практикой реализации нанотехнологии (от первичной нанотехнологической продукции до практических приложений), ознакомление с экологическими и токсикологическими аспектами реализации нанотехнологии;
- формирование представлений о методах реализации нанотехнологии в материаловедении;
- формирование представлений о возможных положительных результатах конкретной реализации нанотехнологии;
- формирование представлений об основных этапах решения задачи реализации конкретного направления нанотехнологии в материаловедении.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части Профессионального цикла учебного плана. Изучение дисциплины должно быть связано с такими дисциплинами, как «Физика», «Химия», «Математика». Знания, полученные в ходе изучения дисциплины «Нанотехнологии», должны служить основой для изучения таких дисциплин специализации, как «Промышленные технологии и инновации», «Микроэлектроника», «Современные неорганические материалы».

Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины необходимы для освоения следующих курсов: «Управление инновационной деятельностью», «Промышленные технологии и инновации» «Управление инновационными проектами» и «Управление знаниями». Читается на 3 курсе (5 семестр).

Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Универсальные компетенции:

а) общенаучные:

- обладание знаниями о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук обладание знаниями о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и

ограничениях естественных наук: физики, химии, биологии, наук о земле и человеке, экологии; владение основами методологии научного познания различных уровней организации материи, пространства и времени; умение, используя междисциплинарные системные связи наук, самостоятельно выделять и решать основные мировоззренческие и методологические естественнонаучные и социальные проблемы с целью планирования устойчивого развития (ОНК-1);

- владение методологией научных исследований в профессиональной области (ОНК-4);
- способность создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные математические результаты, владение знаниями об ограничениях и границах применимости моделей (ОНК-5);
- владение фундаментальными разделами математики, необходимыми для решения научно-исследовательских и практических задач в профессиональной области (ОНК-6).

б) инструментальные:

- владение иностранным языком в устной и письменной форме для осуществления коммуникации в учебной, научной, профессиональной и социально-культурной сферах общения; владение терминологией специальности на иностранном языке; умение готовить публикации, проводить презентации, вести дискуссии и защищать представленную работу на иностранном языке (ИК-2)
- владение навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, использования ресурсов Интернет, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации (ИК-3);
- способность использовать современную вычислительную технику и специализированное программное обеспечение в научно-исследовательской работе (ИК-4);
- владение основными юридическими понятиями, навыками понимания юридического текста; умение использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности; способность использовать правовые знания для защиты своих гражданских интересов и прав (ИК-5).
- способность использовать полученные экономические знания в контексте своей социальной и профессиональной деятельности (ИК-6);
- владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ИК-7);

в) системные:

- способствовать к творчеству, порождению инновационных идей, выдвижению самостоятельных гипотез (СК-1);
- способность к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научной информации, к постановке целей исследования и выбору оптимальных путей и методов их достижения (СК-2);
- способность к самостоятельному обучению и разработке новых методов исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля деятельности; к инновационной научно-образовательной деятельности (СК-3).

Профессиональные компетенции:

- способность выбрать технологию осуществления научного исследования, оценить затраты и организовать его осуществление; способность выполнить анализ результатов научного эксперимента с использованием соответствующих методов и инструментов обработки (ПК-1);
- способность выбрать метод научного исследования, модифицировать существующие и разработать новые методы, исходя из задач конкретного научного исследования (ПК-2);
- способность применять теории и методы теоретической и прикладной инноватики, систем и стратегий управления, управления качеством инновационных проектов (ПК-3);

- способность представить результат научно-исследовательской работы в виде отчета, реферата, научной статьи, оформленной в соответствии с имеющимися требованиями, с использованием соответствующих инструментальных средств обработки и представления информации (ПК-4)
- способность критически анализировать современные проблемы инноватики, ставить задачи и разрабатывать программы исследований, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-5);
- способность найти оптимальные решения при создании инновационной наукоёмкой продукции с учётом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и экономической безопасности (ПК-13);
- способность обосновывать принятие технических решений при разработке проектов, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учётом экологических последствий их применения (ПК-14);
- способность использовать нормативные документы по метрологии, качеству, стандартизации в практической деятельности; способность использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда (ПК-15);
- способность разрабатывать проекты реализации инноваций, в том числе формулировать техническое задание, использовать средства автоматизации при проектировании и подготовке производства, составлять, комплект документов по проекту (ПК-16);
- способность разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем и применять их для определения оптимальных вариантов проектных, конструкторских и технологических решений (ПК-17).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- исторические аспекты становления нанотехнологии;
- теоретическую базу нанотехнологии;
- терминологию нанотехнологии;
- законодательную базу РФ, релевантную нанотехнологии;
- мировой практический опыт реализации нанотехнологии;
- экологические и токсикологические аспекты реализации нанотехнологии;
- о положительных результатах конкретной реализации нанотехнологии;
- основные этапы решения задачи реализации конкретного направления нанотехнологии в материаловедении.

Уметь:

- выполнять анализ информационных источников в области реализаций нанотехнологии;
- использовать методы реализации нанотехнологии в материаловедении;
- анализировать достижения и тенденции развития нанотехнологии производства современных наноматериалов;
- уметь проводить связь между структурой, составом и свойствами наноматериалов, пользоваться справочным материалом по их строению и свойствам.

Владеть:

- навыками работы в области технологий получения наноматериалов в практической профессиональной деятельности;
- навыками подготовки технологической документации;
- навыками организации исследовательских и технологических работ, в управлении коллективом;
- навыками предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов.

Формы контроля

Контроль за освоением дисциплины осуществляется в каждом дисциплинарном разделе отдельно.

Рубежный контроль: В процессе изучения курса осуществляется устный опрос в форме коллоквиума с ответами на вопросы, написание реферата, а также контрольные работы.

Итоговая аттестация в 5 семестре – зачет.

Результаты текущего контроля и итоговой аттестации формируют рейтинговую оценку работы студента. Распределение баллов по отдельным видам работ в процессе освоения дисциплины «Нанотехнологии» осуществляется в соответствии с Приложением 2.

II. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание лекционных занятий

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание занятия
1	Нанотехнология: термины и определения	Нанотехнология: термины и определения (по проекту ГОСТ Р ТК 441, утвержденным документам ISO/TS 80004-1:2010 и ГОСТ Р 55416-2013). Общность и различия в Российских и зарубежных нормативных документах. Акцент на прикладном аспекте нанотехнологии как ключевое характеристическое свойство определений, зафиксированных нормативными документами. Критика определений.
2	Продукция наноиндустрии	Многоуровневая классификация продукции наноиндустрии. Специальное оборудование для нанотехнологий. Особое структурирование атомов и молекул как характеристическое свойство нанопродукции, закрепленное в нормативной документации. Группировки нанопродукции в составе общероссийского классификатора продукции по видам экономической деятельности. Необходимые составляющие для организации статистического наблюдения в сфере наноиндустрии и нанотехнологий.
3	История развития нанотехнологии и нанотехнологии в строительстве	Начальный этап становления нанотехнологии. Представления Р. Фейнмана и Э. Дрекслера. Классическое понимание нанотехнологии как технологии «снизу вверх». Надежды, связываемые с наноманипуляторами. Критика идеи наноманипуляторов. Современное состояние направления «снизу вверх»: практические примеры, которые по совокупности существенных признаков могут быть отнесены к указанному направлению (нанобиотехнология, микроэлектроника, методы анализа нанообъектов: сканирующая зондовая микроскопия). Современное состояние как преобладание подхода реализации «сверху вниз» в практических приложениях строительного материаловедения. Работы отечественных и зарубежных нанотехнологов-материаловедов.
4	Российские нанотехнологии	Перечень критических технологий. Разделы Федеральной целевой научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники на 2002—2006 годы». Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание занятия
		развития научно-технологического комплекса России на 2007—2012 годы». Инициатива «Стратегия развития nanoиндустрии». Программа развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года. Нанотехнологическое общество России, ОАО РОСНАНО: цели и задачи, механизмы реализации. Критика механизмов реализации. Периодические издания, публикующие результаты фундаментальных и прикладных исследований в области нанонаук. Журналы «Российские нанотехнологии», «Физика твердого тела», «Нанотехнологии в строительстве». Сравнительный анализ с аналогичными зарубежными изданиями “Nature nanotechnology”, “Nature Physics”, “Scientific American”: преимущества и недостатки публикаций в изданиях первой и второй группы.
5	Первичные наноматериалы	Первичные наноматериалы (углеродные нанотрубки, фуллерены, графен, аэрографит, аэрогель, нанокристаллы, оксидные наноматериалы) на современном этапе отечественной и зарубежной нанотехнологии. Развитие технологии получения первичных наноматериалов: газофазный, плазменный и лазерный синтез углеродных и оксидных наноматериалов; первоначальные сведения о золь-гель технологии. Преимущества золь-гель технологии в нанотехнологии строительного материаловедения. Процесс Печини и его практические приложения для синтеза высокоомогенных и высокодисперсных оксидных материалов.
6	Технико-экономические задачи внедрения нанотехнологии	Связь экономической эффективности технологии с показателями качества продолжительностью эксплуатации материала. Критерий оценки экономической целесообразности использования нанотехнологии. Обобщенный критерий качества для оценки показателей материалов различного назначения, позволяющий однозначно количественно характеризовать преимущества различных способов наномодифицирования.
7	Направления реализации нанотехнологии в строительном материаловедении . Нанотехнологии и безопасность. Обзорная лекция: от исторической перспективы до повседневных практических применений нанотехнологии	Механизмы повышения показателей эксплуатационных свойств конструкционных и функциональных строительных наноматериалов для каждого из направлений. Конкретные пути, преимущества и недостатки направления реализации, связанного с введением в строительные композиции первичной нанотехнологической продукции. Конкретные пути, преимущества и недостатки направления реализации, связанного с синтезом нанообъектов на межфазных границах строительных композитов в процессе формирования их структуры. Практические приложения строительных нанокомпозитов. Биомедицинские аспекты реализации нанотехнологии. Источники экологических и медицинских угроз: размеры наночастиц и их высокая проникающая способность; многообразие композиций наночастиц; недостаточный уровень нанотехнологической культуры; возможность скрытой реализации нанотехнологических процессов. Нормативные документы РФ, регламентирующие работу с продукцией

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание занятия
		наноиндустрии. Метрологические средства обеспечения безопасности при производстве продукции наноиндустрии. Круглый стол по результатам чтения курса лекций. Выдача контрольных вопросов к экзамену по дисциплине. Разъяснение отдельных моментов учебного материала и пояснения по содержанию контрольных вопросов.

Содержание семинарских занятий

№ п/п	Наименование темы занятия	Содержание занятия
1	Нанотехнология: термины и определения	Сравнительный анализ ГОСТ Р ТК 441, ГОСТ Р 55416-2013 и ISO/TS 80004-1:2010. Общность и различия в Российских и зарубежных нормативных документах. Акцент на прикладном аспекте нанотехнологии как ключевое характеристическое свойство определений, зафиксированных нормативными документами.
2	Классики нанотехнологии	Сравнительный анализ подходов «сверху вниз» и «снизу вверх» на основе классических работ 60...90 гг. XX века.
3	Продукция наноиндустрии	Оборудование наноиндустрии. Необходимые составляющие для организации статистического наблюдения в сфере наноиндустрии и нанотехнологий.
4	Зарубежные нанотехнологии	Предпосылки законодательного выдвижения нанотехнологии на приоритетное место в США. Современное состояние нанотехнологической промышленности в развитых странах.
5	История развития нанотехнологии и нанотехнологии в строительстве	Начальный этап становления нанотехнологии. Надежды, связываемые с наноманипуляторами. Современное состояние как преобладание подхода реализации «сверху вниз» в практических приложениях строительного материаловедения. Работы отечественных и зарубежных нанотехнологов-материаловедов.
6	Получение наноматериалов	Классификация наноматериалов и методов их получения. Анализ работы: Goddard W. et al. Handbook of Nanoscience, Engineering, and Technology. Boca Raton: Taylor & Francis, 2007. 1080 p.
7	Российские нанотехнологии	Критические технологии РФ. Цели и задачи Нанотехнологического общества России. ОАО РОСНАНО: цели и задачи, механизмы реализации. Содержание периодических изданий, публикующих результаты фундаментальных и прикладных исследований в области наноаук.
8	Перспективы реализации «снизу вверх»	Современное состояние направления «снизу вверх»: практические примеры, которые по совокупности существенных признаков могут быть отнесены к указанному направлению (нанобиотехнология, микроэлектроника, методы анализа нанообъектов: сканирующая зондовая микроскопия).
9	Первичные наноматериалы	Углеродные нанотрубки, фуллерены, графен, аэрографит, аэрогель, нанокристаллы, оксидные наноматериалы: развитие технологии получения.
10	Направления	Нанозлектроника, нанофотоника, нанобиотехнология.

№ п/п	Наименование темы занятия	Содержание занятия
	реализации нанотехнологии в смежных дисциплинах	Анализ работы Пул Ч., Оуэнс Ф. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2004. 324с.
11	Технико-экономические задачи внедрения нанотехнологии	Экономическая эффективность технологии и показатели качества. Обобщенный критерий качества для оценки показателей материалов различного назначения, позволяющий однозначно количественно характеризовать преимущества различных способов наномодифицирования.
12	Направления реализации нанотехнологии в материаловедении	Опыт реализации в материаловедении. Анализ терминологии применительно к продукции наноиндустрии, применяемой в строительной отрасли.
13	Конкретные пути реализации нанотехнологии в материаловедении . Стандартизация в нанотехнологии	Механизмы повышения показателей эксплуатационных свойств конструкционных и функциональных строительных наноматериалов для каждого из направлений. Конкретные пути, преимущества и недостатки направления реализации, связанного с введением в строительные композиции первичной нанотехнологической продукции. Конкретные пути, преимущества и недостатки направления реализации, связанного с синтезом нанообъектов на межфазных границах строительных композитов в процессе формирования их структуры. Практические приложения строительных нанокompозитов. Обзор работы: Метрологическое обеспечение, стандартизация и оценка соответствия нанотехнологий и нанопродукции / Аналитический обзор. Ростехрегулирование, 2007 г. 38 с.
14	Нанотехнологии и безопасность.	Биомедицинские аспекты реализации нанотехнологии. Источники экологических и медицинских угроз: размеры наночастиц и их высокая проникающая способность; многообразие композиций наночастиц; недостаточный уровень нанотехнологической культуры; возможность скрытой реализации нанотехнологических процессов. Нормативные документы РФ, регламентирующие работу с продукцией наноиндустрии. Метрологические средства обеспечения безопасности при производстве продукции наноиндустрии.

III. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Предусматривается широкое использование в учебном процессе по дисциплине активных и интерактивных форм проведения занятий (дискуссий, устных групповых опросов) в сочетании с внеаудиторной работой. Одной из основных активных форм обучения профессиональным компетенциям, связанным с ведением того вида или видов деятельности является семинар (устный групповой опрос).

В программу включены задания, способствующие развитию компетенций профессиональной деятельности, к которой готовится выпускник, в объеме, позволяющем сформировать соответствующие общекультурные и профессиональные компетенции.

В процессе изучения дисциплины используется метод проблемного изложения материала, самостоятельное чтение учебной, учебно-методической и справочной литературы и последующие дискуссии по освоенному материалу. При этом используются инновационные технологии

обучения, развивающие навыки командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерские качества.

IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Борисенко, В. Нанозлектроника. Учебник [Текст] / В. Борисенко, А. Воробьева, А. Данилюк, Е. Уткина. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2012. – 368 с.
2. Борисенко, В. Нанозлектроника: теория и практика : учеб. для студентов вузов [Текст] / В. Е. Борисенко и др. - М. : БИНОМ, Лаб. знаний, 2013. – 366 с.
3. Кузнецов Н.Т. Основы нанотехнологии : учебник [Текст] / Кузнецов Н. Т. и др. - М. : БИНОМ, Лаб. знаний, 2014. – 397 с.
4. Мусин, Ю. Р. Физика: колебания, оптика, квантовая физика : учебное пособие для СПО / Ю. Р. Мусин. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2017. – 329 с.
5. Полянчиков, Ю.Н. Нанотехнологии в машиностроении [Текст] / Ю.Н. Полянчиков и др. – М.: ТНТ, 2014. – 92 с.
6. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии. Учебное пособие [Текст] / В.В. Старостин. – М.: БИНОМ, 2016. – 431 с.

б) дополнительная литература

1. Андреев, В.В. Физические основы наноинженерии: учеб. пособие для студентов вузов [Текст] / В.В. Андреев, А. А. Столяров ; под ред. В. А. Шахнова. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011.
2. Бондарев, Б.В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 2: электромагнетизм, оптика, квантовая физика : учебник для бакалавров [Текст] / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. – 2-е изд. – М. : Юрайт, 2017. – 441 с.
3. Гинзбург И.Ф. Введение в физику твёрдого тела. Основы квантовой механики и статистической физики с отдельными задачами физики твёрдого тела [Текст] / И.Ф. Гинзбург. – СПб.: Лань, 2007. – 504 с.
4. Степанов, Н.Ф. Квантовая механика и квантовая химия в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для академического бакалавриата [Текст] / Н. Ф. Степанов. (МГУ им. М.В. Ломоносова). – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2017. – 233 с.
5. Степанов, Н.Ф. Квантовая механика и квантовая химия в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для академического бакалавриата [Текст] / Н.Ф. Степанов. (МГУ им. М.В. Ломоносова). – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2016. – 283 с.
6. Суздаев, И. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов [Текст] / Суздаев И.П. – (2-е изд.). – М.: Либроком, 2017. – 592 с.

в) учебно-методическая литература для самостоятельной работы студента

1. Введение в нанотехнологию. Кобаяси Н. – М.: БИНОМ, 2008. 134 с.
2. Наноматериалы и Нанотехнологии. Анищик В.М. и др. – Минск: БГУ, 2011. 375 с.
3. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии. Пул Ч. и др. – М.: Техносфера, 2004. 324с.
4. Handbook of Nanoscience, Engineering, and Technology. Goddard W. et al. – Boca Raton: Taylor & Francis, 2007. 1080 p.
5. A Handbook on Nanoscience and Nanotechnology. Borisenko V.E et al. – Wiley, 2008. 538 p.

г) периодические издания

1. Нанотехника: инж. журн. / ОАО «Конверсия» –М. : [б. и.], с 2004
2. Нанотехнологии: наука и производство: науч. журн. / ООО «Издательство Практика» – Обнинск: Практика, с 2008

3. Российские нанотехнологии / Федер. агентство по науке и инновациям РФ, ООО «Парк-медиа» – М.: [б. и.], с 2006

Перечень информационных технологий

Справочные материалы и Интернет-ресурсы:

1. URL: <http://lib.mexmat.ru> – Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ
2. URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html> – Электронная библиотека химического факультет МГУ
3. URL: <http://www.fnm.msu.ru/ucheba-na-fakultete/biblioteka-uchebnykh-materialov> – Электронная библиотека факультета наук о материалах МГУ

Программное обеспечение:

Обязательное программное обеспечение – MS Office.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Научно-исследовательская работа обучающихся предусматривает следующие виды и этапы выполнения и контроля научно-исследовательской работы обучающихся:

- планирование научно-исследовательской работы, включающее ознакомление с тематикой исследовательских работ в области строительства, производства строительных материалов и изделий, инженерной инфраструктуры зданий, сооружений и населенных мест, а также экологической безопасности;
- выбор темы исследования, написание реферата по избранной теме;
- проведение научно-исследовательской работы;
- корректировка плана проведения научно-исследовательской работы;
- составление отчета о научно-исследовательской работе;
- публичная защита выполненной работы.

Основной формой планирования и корректировки индивидуальных планов научно-исследовательской работы обучаемых является обоснование темы, обсуждение плана и промежуточных результатов исследования в рамках научно-исследовательского семинара. В процессе выполнения научно-исследовательской работы и в ходе защиты ее результатов проводится широкое обсуждение с привлечением работодателей и ведущих исследователей, позволяющее оценить уровень приобретенных знаний, умений и сформированных компетенций обучающихся. Дается оценка компетенций, связанных с формированием профессионального мировоззрения и определенного уровня культуры.

Текущий контроль успеваемости – проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Итоговая аттестация осуществляется в конце семестра в виде зачета и завершает изучение дисциплины.

Важным элементом образовательного процесса выступает самостоятельная работа студентов, которая направлена на развитие практических навыков в изучаемой области. Обучающиеся, выполняя домашние задания, осуществляя подготовку к семинарским занятиям, учатся работать с научной информацией, анализировать и обобщать её для достижения поставленных перед ними задач в рамках курса.

Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы) для самостоятельной работы
1	Классики нанотехнологии	Сравнительный анализ подходов «сверху вниз» и «снизу вверх» на основе классических работ: 1. Feynman R. There's Plenty of Room at the Bottom / Lecture at the annual meeting of APC. 1959.

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы) для самостоятельной работы
		2. Drexler E. Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology. Norwell: Anchor Press/Doubleday, 1986. 298 p.
2	Зарубежные нанотехнологии	Предпосылки законодательного выдвижения нанотехнологии на приоритетное место: анализ работы: Уайтсайдс Д. и др. Нанотехнология в ближайшем десятилетии: прогноз направления исследований / Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса, П. Аливисатоса. М.: Мир, 2002. 292 с.
3	Получение наноматериалов	Подробная классификация наноматериалов и методов их получения. Анализ работ: 1. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. М.: БИНОМ, 2008. 134 с. 2. Пул Ч., Оуэнс Ф. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2004. 324с. 3. Goddard W. et al. Handbook of Nanoscience, Engineering, and Technology. Boca Raton: Taylor & Francis, 2007. 1080 p.
4	Перспективы реализации «снизу вверх»	Критика классической работы: Drexler E. Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology. Norwell: Anchor Press/Doubleday, 1986. 298 p.
5	Направления реализации нанотехнологии в смежных дисциплинах	Обзор работы: Пул Ч., Оуэнс Ф. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2011 324с.
6	Направления реализации нанотехнологии в материаловедении	Опыт реализации в материаловедении. Обзор работы: Анищик В.М., Борисенко В.Е., Жданок С.А., Толочко Н.К., Федосюк В.М. Наноматериалы и Нанотехнологии. Минск: БГУ, 2011. 375 с.
7	Конкретные пути реализации нанотехнологии в материаловедении	Опыт реализации в материаловедении. Обзор работы: Borisenko V.E, Ossicini S. What is What in the Nanoworld: A Handbook on Nanoscience and Nanotechnology. Wiley, 2008. 538 p.

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение включает аудиторные помещения, укомплектованные проекторами для демонстрации видеоматериалов, компьютером преподавателя, доской. Необходимо программное обеспечение MS Office.

V. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Тематика курсовых работ

Курсовая работа по дисциплине «Нанотехнологии» не предусмотрена.

Темы рефератов и презентаций

- Тема 1. Наночастицы.
- Тема 2. Пористые материалы.
- Тема 3. Фуллерены и нанотрубки.
- Тема 4. Неорганические волокна.
- Тема 5. Пленки и покрытия.
- Тема 6. Нанокерамика.
- Тема 7. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ).
- Тема 8. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ).

Тема 9. Растровая электронная микроскопия (РЭМ).

Тема 10. Аналитическая электронная микроскопия (АЭМ).

Тема 11. Конфокальная лазерная сканирующая микроскопия (КЛСМ).

Тема 12. Нанометрология.

Тема 13. Организация исследований безопасности наноматериалов.

Вопросы к контрольной работе

1. Углеродные нанотрубки: методы получения и применение в медицине.
2. Применение фуллеренов для адресной доставки лекарств.
3. Разработка биосовместимых наноматериалов и покрытий, содержащих наночастицы.
4. Отходы нанотехнологий: образование и технологии утилизации.
5. Методы измерения дисперсности наноматериалов.
6. Применение наноматериалов для диагностики заболеваний.
7. Источники выделения наночастиц: применение наночастиц в строительстве.
8. Источники выделения наночастиц: применение квантовых точек для нанодиагностики.
9. Источники выделения наночастиц: применение квантовых точек для терапии.
10. Источники выделения наночастиц: получение ультратвердых фуллеритов.
11. Источники выделения наночастиц: изготовление углеродных наномембран.
12. Источники выделения наночастиц: адресная доставка лекарства.
13. Источники выделения наночастиц: разработка био-нанокомпозитов.
14. Источники выделения наночастиц: извлечение примесей из воды.
15. Влияние структуры углеродных нанотрубок на их токсичность.
16. Влияние состава на экотоксичность наночастиц металлов и оксидов металлов.
17. Влияние формы наночастиц на их токсичность *in vitro*.
18. Влияние размера наночастиц на экотоксичность (бактерии, гидробионты, растения).
19. Влияние стабилизатора на экотоксичность наночастиц.
20. Влияние концентрации наночастиц на токсичность по отношению к гидробионтам.
21. Влияние примесей на экотоксичность углеродных нанотрубок.
22. Влияние способа введения наночастиц в организм на их токсичность.

Пример контрольного задания

Вопросы к коллоквиумам и для составления экзаменационных билетов:

- 1) Дайте определение понятию «наноматериалы».
- 2) Какие характеристики наноматериалов вы знаете?
- 3) Какие классификации наноматериалов вы знаете? Приведите основные классификации.
- 4) Дайте классификацию наноматериалов по форме и размерности.
- 5) Дайте классификацию наноматериалов по их природе.
- 6) В чем специфика фуллереновых структур? Какое применение фуллеренам вы знаете?
- 7) В чем особенность углеродных нанотрубок?
- 8) Приведите примеры полимерных наноматериалов.

Вопросы для зачета

1. Что представляют собой нанотехнологии?
2. Что включает в себя понятие наномасштаб?
3. Дайте характеристику наночастицам – слоистым двойным гидроксидам.
4. Дайте характеристику наночастицам – квантовым точкам.
5. Дайте характеристику наночастицам – фотонным кристаллам
6. Дайте характеристику аэрогелям и мезопористым материалам.
7. Что представляют собой фуллерены?
8. Что представляют собой нанотрубки?
9. Дайте характеристику неограническим волокнам – вискерам.

10. Дайте характеристику неограническим волокнам – гибким электродам.
11. Дайте характеристику неограническим волокнам – базальтовым волокнам.
12. Дайте характеристику пленкам – асимметрической мембране.
13. Дайте характеристику пленкам – электролюминесцентным пленкам.
14. Дайте характеристику алмазоподобному углеродному покрытию.
15. Что представляют собой манганиты?
16. Что представляют собой ферриты?
17. Что представляют собой гидроксилapatиты?
18. Опишите принцип работы сканирующего зондового микроскопа. Приведите пример применения СЗМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов.
19. Опишите принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Приведите пример применения ПЭМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов
20. Опишите принцип работы растрового электронного микроскопа. Приведите пример применения РЭМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов
21. Опишите принцип работы аналитического электронного микроскопа. Приведите пример применения АЭМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов.
22. Опишите принцип работы конфокального лазерного сканирующего микроскопа. КЛСМ в исследовании нанообъектов и наноматериалов
23. Поясните основные вопросы нанометрологии: нестабильность, точность и неопределенность наноизмерений
24. Как выполняется поверка и калибровка оборудования в сфере нанометрологии.
25. Расскажите алгоритм определения уровня потенциальной опасности наноматериалов для здоровья человека.
26. Дайте характеристику методам изучения основных физических, химических и молекулярно биологических свойств наноматериалов.
27. Как проводится оценка безопасности наноматериалов в эксперименте на лабораторных животных.

VI. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем курса – 108 часа, 3 зачетные единицы, в том числе 36 часов – аудиторная нагрузка, из которых 12 часов – лекции, 24 часа – семинары, 72 часа – самостоятельная работа студентов. Читается на 3 курсе (5 семестр), итоговая форма отчетности – зачет.

Вид учебной работы	Всего часов
Контактные занятия (всего)	36
В том числе:	-
Лекции	12
Практические занятия (ПЗ)	-
Семинары (С)	24
Лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (всего)	72
В том числе:	-
Реферат	26
Проектное исследование	30
Подготовка презентации	16
Вид промежуточной аттестации Зачет	4

Общая трудоемкость (часы)	108
Зачетные единицы	3

Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
		Ауд.	СРС	Л	С
1.	Нанотехнология: термины и определения	4	8	1	3
2.	Продукция наноиндустрии	4	8	1	3
3.	История развития нанотехнологии и нанотехнологии в строительстве	3	12	1	2
4.	Российские нанотехнологии	4	10	1	3
5.	Первичные наноматериалы	4	12	2	2
6.	Технико-экономические задачи внедрения нанотехнологии	6	8	2	4
7.	Направления реализации нанотехнологии в строительном материаловедении. Нанотехнологии и безопасность. Обзорная лекция: от исторической перспективы до повседневных практических применений нанотехнологии	11	14	4	7
ИТОГО: 108		36	72	12	24

ФОРМА БИЛЕТА К ЗАЧЕТУ

Российская Федерация
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
“Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова”
Факультет «Высшая школа управления и инноваций»

БИЛЕТ № ____
по дисциплине «Нанотехнологии»
Направление/Специальность 27.03.05. «Инноватика»

Вопрос 1.

Вопрос 2.

Задача.

Утверждено на заседании Совета факультета «__» _____ 201__ года, протокол № ____

Председатель Совета _____ Ф.И.О.

СИСТЕМА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

№ п/п	СТРУКТУРА	Баллы по каждому модулю
1.	Оценка за активное участие в учебном процессе и посещение занятий: <div style="text-align: right;"> Всех занятий Не менее 75% Не менее 50% Не менее 25% </div> Итого:	 5 4 3 2 до 5
2.	устный опрос в форме собеседования (УО-1) контрольная работа (ПР-2) устный опрос в форме коллоквиума (УО-2) письменная работа в форме реферата (ПР-4) Итого:	5 15 10 10 40
3.	Зачет	55
	ВСЕГО:	100

Пересчет на 5 балльную систему

2 (неудовлетворительно)	3 (удовлетворительно)	4 (хорошо)	5 (отлично)
< 50	50-64	65-84	85-100