

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 04.10.2023 г.
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения



/Е.В. Сафонов /

2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Наноматериаловедение»

Направление подготовки

22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль подготовки

Технология биосовместимых материалов

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

Очно-заочная

Москва 2022 г.

Программа дисциплины «Наноматериаловедение» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению **22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».**

Программу составил:

Доцент, к.т.н.



/ А.Г. Сбитнев /

Программа дисциплины «Наноматериаловедение» по направлению **22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»** утверждена на заседании кафедры «Материаловедение»

« 30 » сентября 2022 г. протокол № 1

Заведующий кафедрой
профессор, д. т. н.



/В.В. Овчинников /

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению **22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»** по профилю подготовки «**Технология биосовместимых материалов**».



/Ю.С. Тер-Ваганянц/

« 30 » сентября 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии машиностроительного факультета

Председатель комиссии



/А.Н. Васильев/

« 13 » 09 2022 г. Протокол: N 14-22

Присвоен регистрационный номер:	22.04.01.02/01.2022. 20
---------------------------------	--------------------------------

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины «Наноматериаловедение» является подготовка к деятельности, связанной с реализацией уникальных свойств наноразмерного состояния вещества в потребительских свойствах материалов конструкционного и функционального назначения.

Задачей освоения дисциплины «Наноматериаловедение» является изучение теоретических основ формирования уникальных свойств наноразмерного состояния вещества и современного арсенала технологических приемов их практического применения.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры.

Дисциплина «Наноматериаловедение» относится к элективным дисциплинам блока Б1.2.ЭД. Успешное освоение дисциплины предполагает уверенное владение студентами основ естественно-научных и общепрофессиональных дисциплин «Физика», «Химия», «Материаловедение», «Сопротивление материалов», «Технология конструкционных материалов» в объеме бакалавриата.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины «Наноматериаловедение» у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2	способностью разрабатывать планы и рекомендации проведения исследований, сбор и анализ научно-технической информации по теме исследований	знать: - нормативную базу, методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований уметь: - применять актуальную нормативную документацию; анализировать новую научную проблематику; применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований

		<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа возможных областей применения и организации внедрения результатов научно-исследовательских работ
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость: дисциплины «Наноматериаловедение» составляет 4 зачетные единицы, т.е. 144 академических часа (из них 112 часов – самостоятельная работа студентов). Дисциплина изучается на первом курсе во втором семестре: лекции – 1 час в неделю (16 часов), семинарские и практические занятия – 1 час в неделю (16 часов), форма контроля – зачет.

Содержание разделов дисциплины:

4. 1. Введение

Обратно-пропорциональная зависимость прочность-пластичность ограничивает технический потенциал конструкционных материалов традиционной технологии. Преодоления данного тупика возможно с использованием технологических приемов нанотехнологии.

Приоритет российских ученых в развитии нанотехнологии.

4. 2. Наночастицы

Основные понятия нанотехнологии.

Распространенная технология получения наночастиц.

Дискретные молекулы и нанопорошки.

Графен, углеродные нанотрубки, фуллерены, астралены, технический углерод, аэросил, наноалмазы, наноразмерные металлы, их сплавы и химические соединения.

Приоритет советских ученых в развитии технологии наночастиц.

4.3. Технология консолидирования наночастиц

Классификация промышленных технологий консолидации наночастиц в объемный материал.

Объемный наноструктурированный материал.

Объемный материал с нанонаполнителем.

Объемный нанофрагментированный материал.

Объемный углеродный наноматериал.

Роль советских ученых в разработке технологии объемных наноматериалов.

4.4. Объемные наноструктурированные материалы

Особенности технологических приемов порошковой металлургии при консолидировании наночастиц.

Спекание без давления.

Технический потенциал объемных наноструктурированных материалов.

Приоритет советских ученых в создании объемных наноструктурированных материалов.

4.5. Объемные материалы с нанонаполнителем

Технико-экономический потенциал использования нанодобавок в технологии традиционных материалов крупнотоннажного производства.

Нанобетон. Технико-экономические основы промышленного производства.

Технический потенциал нанобетона.

Приоритет советских ученых в разработке технологии нанобетона.

4.6. Нанотрагментация структуры металлов

Физико-химические основы нанотрагментации. Энергетическое состояние атомов вещества в объеме и на поверхности раздела фаз. Критический диаметр наночастиц.

Способы нанотрагментации, основанные на:

- эвтектическом превращении железо-углеродистых сплавов;
- процессах наклепа и рекристаллизации;
- вторичной кристаллизации аморфных металлов;
- модифицировании наночастицами расплава металла;
- интенсивной пластической деформации.

4.7. Объемные наноструктурированные материалы

Интенсивная пластическая деформация: наковальня Бриджмена, установка равноканального углового прессования и всесторонняя изотермическая ковка.

Дисперсно-упрочненные металлы и сплавы: алюминий, магний, никель, вольфрам, железо, аморфные металлы, а также керамика и ситаллы.

Технический потенциал наноструктурированного сплава вольфрам-ниобий.

Приоритет советских ученых в исследованиях процесса интенсивной пластической деформации.

4.8. Научные предпосылки

моностадийной технологии объемного наноматериала

Химические связи углерода: sp^3 , sp^2 и sp -гибридизации.

А.М.Бутлеров – основоположник классического учения о химической активности многоядерных химических соединений.

Молекулярные диаграммы. Индекс свободной валентности атомов химического соединения. Алгоритм количественной оценки величины критического диаметра.

Приоритет советских ученых в исследованиях процесса sp-гибридизации.

4.9. Разработка моностадийной технологии объемных наноматериалов

Теоретические основы моностадийной технологии объемных наноматериалов.

Технологические принципы реализации теоретических основ моностадийной технологии объемных наноматериалов.

Экспериментальная проверка реализации теоретических основ моностадийной технологии объемных наноматериалов.

Аппаратурное оформление моностадийной технологии объемных наноматериалов.

Приоритет советских ученых в разработке моностадийной технологии объемных наноматериалов.

4.10. Объемный углеродный наноматериал

Объемный углеродный наноматериал, маркируемый как BCN (Bulk Carbon Nanomaterial), не имеет аналогов в мире и превосходит известные материалы по:

–технологии;

–комплексу потребительских свойств;

–диапазону применения;

–техническому потенциалу.

Технический потенциал BCN (высокая прочность, высокая рабочая температура, низкая плотность, низкий коэффициент трения, химическая инертность, газо-жидкостная непроницаемость и др.) и наличие заводской технологии реализованы как в самых смелых проектах человечества (искусственный клапан сердца, термоядерный реактор), так и в традиционном машиностроении (высокотемпературные торцевые уплотнения агрессивных сред, антифрикционные вкладыши газодинамических подшипников и др.) при создании машиностроительной продукции с техническими характеристиками выше мирового уровня.

Приоритет советских ученых в техническом применении объемного углеродного наноматериала.

4.11. Медико-технический потенциал BCN

Медико-технические свойства BCN (максимальная тромборезистентность, низкая плотность, высокая прочность, низкий коэффициент трения)

и наличие заводской технологии реализуются в медицинских изделиях со свойствами выше мировых аналогов (искусственные клапаны сердца, все крупные и мелкие суставы, хирургические крепежные изделия, детали медицинской техники и др.)

Приоритет советских ученых в медико-техническом применении объемного углеродного наноматериала.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Наноматериаловедение» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- установочная лекция,
- внеаудиторная самостоятельная подготовка студента к семинарским и практическим занятиям,
- консультация преподавателем по сети Интернет в режиме on- или of-line,

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация.

6.1. Организация и порядок проведения текущего контроля.

6.1.1. Формы проведения контроля.

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: доклад с презентацией.

6.1.2. Содержание текущего контроля.

Содержание форм текущего контроля и порядок их применения изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 1)".

6.1.3. Сроки выполнения текущего контроля и шкала и критерии оценивания результатов.

Сроки выполнения текущего контроля и шкала и критерии оценивания результатов изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 1)".

6.2. Промежуточная аттестация. Организация и порядок проведения.

6.2.1. Форма проведения промежуточной аттестации

Форма, предусмотренная учебным планом - зачет.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Доклад с презентацией (темы докладов в приложении 1)	Выступление с презентацией по теме доклада.

*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

6.2.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой.

6.2.3. Организация и порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация - (зачет) проставляется, если студент успешно выступил с докладом и презентацией по выбранной теме.

Фонды оценочных средств представлены в Приложении 1 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Волков Г.М. В Нанотехнология в машиностроении : учебник / Г.М. Волков. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 306 с. — (Высшее образование: Магистратура). — [www. dx.doi.org/10.12737/xxxxx](http://www.dx.doi.org/10.12737/xxxxx). ISBN 978-5-16-14405-4 (print) ISBN 978-5-16-106920-2 (online) – **права на электронный вариант**

б) дополнительная литература:

1. Валиев Р.З. Объемные наноструктурные материалы: фундаментальные основы и применения: пер. с англ. [Текст] / Р.З. Валиев, А.П. Жилиев, Т. Дж. Лэнгдон. — СПб.: Эко-Вектор, 2017. — 479 с.
2. Витязь П.А. Наноматериаловедение [Текст]: учеб. пособие для вузов / П.А. Витязь, Н.А. Свидунович, Д.В. Куис. — Минск: Вышэйшая школа, 2015. — 512 с.
3. Полянчикова М.Ю. Нанотехнологии в машиностроении [Текст]: учебник для вузов / М.Ю. Полянчикова, Ю.Н. Полянчиков, А.Г. Схиртладзе [и др.]. — Волгоград: ВолгГТУ, 2013. — 620 с.
4. Раков Э.Г. Неорганические наноматериалы [Текст]: учеб. пособие для вузов / Э.Г. Раков // Нанотехнологии. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 477 с.
5. Мищенко С.В. Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение [Текст] / С.В. Мищенко, А.Г. Ткачѳв. — М.: Машиностроение, 2008. — 318 с.
6. Пономарѳв А.Н. Наноструктурированные бетоны. Синергизм наноструктурирования цементных вяжущих и армирующей фибры [Электронный ресурс] / Пономарѳв А.Н. — ЗАО «НТЦ Прикладных Нанотехнологий». — URL: <http://ntc-pn.ru/pub/articles/concrete/ab.html> (дата обращения: 08.08.2018).

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Студенты работают на компьютере, используя стандартные программы типа Word с программным обеспечением Windows10.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические и информационные материалы в электронном виде, представленные на сайтах:

<http://www.portalnano.ru>

<http://www.nanoindustries.com>

<http://www.nanometer.ru>

<http://www.nanotechweb.org>

<http://www.nanotechweb.org>

<http://www.bulknanomat.ru>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Специализированная учебная лаборатория кафедры «Материаловедение» Ауд.1313, оснащенная современными средствами информации-онно-коммуникационных технологий доступа к глобальным информационным ресурсам в области материаловедения и технологии, проектором с экраном, а также другие лаборатории кафедры:

Номер аудитории	Оборудование
1313	Твердомер Роквелла ТР 5006 (1шт.) Проектор + экран Микроскоп МИМ-7 (9 шт.)
1304	Микроскоп ZASILACZMIKROSKOPOWYtypTVO 6/20 – 6 шт. Твердомер Роквелла ТР 5006 (1 шт.) Микротвердомер ПМТ-3М (2 шт.) Лупа Бринелля – 6 шт. Микроскоп АЛЬТАМИ (4 шт.)
1308	Микротвердомер ПМТ-3М (1 шт.) Пресс для запрессовки образцов
1309	NEXSYS ImageExpert™ Sample 2 Программа для качественного анализа изображений структур методом сравнения с эталонными шкалами Микроскоп Axiovert 40MAT – 1 шт.
1316	Микроскоп АЛЬТАМИ (1 шт.) Микроскоп МИМ-7 (1 шт.) Твердомер Супер- Роквелл ТКС-1М Проектор
1307	Электропечь (Набертерм 1280°) – 1 шт. Электропечь (Снол 1100°) – 2 шт. Электропечь (ПК-РК–10/12 1280°) –1шт. Твердомер «Бринелль» ТБ5004 – 2 шт. Твердомер Роквелла ТР 5006 – 1 шт. Печь муфельная ПМ-10 – 2 шт. Полировальный станок StruersTegraPol- 11 - 1 шт. Отрезной станок StruersLaboton – 3 -1 шт. Установка для торцевой закалки Установка для электроотравления Struers Lectro Pol -5. (1 шт.) Отрезной станок (1 шт.) Установка для запрессовки образцов (1 шт.) Вольтметр – 4 шт. Фотоэлектрический колориметр KF-77 Пневматический шлифовально-полировальный станок P-20FS-1-R5
1318	Штангенциркуль – 15 шт. Пресс для запрессовки образцов Лупа Бринелля – 1шт.

<p>Микрометр – 2 шт. Твердомер TP 5006-M – 1шт. Твердомер TP5006-02 – 1шт. Микротвердомер ПМТ-3М – 1 шт. Твердомер ТК – 1шт. Микроскоп Метам-РВ1 шт.</p>

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Студентам для самостоятельной работы рекомендуется использовать современными методы информационно-коммуникационных технологий доступа к глобальным информационным ресурсам в области материаловедения и технологии.

При подготовке к семинарам рекомендуется использовать информационные Интернет-ресурсы, представленные на сайтах в разделе 7 данной рабочей программы.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Преподавателю рекомендуется использовать личный опыт практической работы в области нанотехнологии, желательно с конечным результатом в виде инновационного проекта, доведенного до заводской стадии производства.

Для освоения теоретической части дисциплины начинающему преподавателю рекомендуется регулярно знакомиться с передовыми научно-техническими работами в области нанотехнологии и смежных областей фундаментальной науки посредством информационных Интернет-ресурсов, представленных на сайтах в разделе 7 данной рабочей программы.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

ОП (профиль): «Технология биосовместимых материалов»

Форма обучения: очно-заочная

Кафедра: Материаловедение

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Наноматериаловедение»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Темы докладов, презентаций

Составители:

профессор, д.т.н.

Сбитнев А.Г.

Москва, 2022 год

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Керамические биосовместимые материалы					
ФГОС ВО 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИН-ДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-2	Способность разрабатывать планы и рекомендации проведения исследований, сбор и анализ научно-технической информации по теме исследований.	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> нормативную базу, методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> применять актуальную нормативную документацию; анализировать новую научную проблематику; применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками анализа возможных областей применения и организации внедрения результатов научно-исследовательских работ. 	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия, зачет	ДС	<p>Базовый уровень Способность обоснованно (осмысленно) разрабатывать планы и рекомендации проведения исследований, сбор и анализ научно-технической информации по теме исследований для решения стандартных профессиональных задач.</p> <p>Повышенный уровень Способность обоснованно (осмысленно) разрабатывать планы и рекомендации проведения исследований, сбор и анализ научно-технической информации по теме исследований для решения профессиональных задач повышенной сложности.</p>

Перечень оценочных средств по дисциплине «Наноматериаловедение»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Доклад, сообщение (ДС)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений

Темы докладов, сообщений, презентаций (ПК-2)

по дисциплине «Наноматериаловедение»

Состав, строение и свойства биологической костной ткани

Наночастицы

Технология консолидирования наночастиц

Объемные наноструктурированные материалы

Объемные материалы с нанонаполнителем

Нанофрагментация структуры металлов

Объемные наноструктурированные материалы

Научные предпосылки

моностадийной технологии объемного наноматериала

Разработка моностадийной технологии объемных наноматериалов

Объемный углеродный наноматериал

Медико-технический потенциал BCN

Критерии оценки:

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если тема доклада раскрыта полностью, показана актуальность, проблемы и показаны пути их возможного решения, автором высказана точка своя зрения, использована современная литература;
- **оценка «не зачтено»** если тема доклада не раскрыта, материал заимствован из различных источников без самостоятельного анализа, использована старая литература;

	ные нанотрубки, фуллерены, астралены, технический углерод, аэросил, наноалмазы, наноразмерные металлы, их сплавы и химические соединения. Приоритет советских ученых в развитии технологии наночастиц.														
3.	Технология консолидирования наночастиц Классификация промышленных технологий консолидации наночастиц в объемный материал. Объемный наноструктурированный материал. Объемный материал с нанонаполнителем. Объемный нанофрагментированный материал. Объемный углеродный наноматериал. Роль советских ученых в разработке технологии объемных наноматериалов.			1	1		10								
4.	Объемные наноструктурированные материалы Особенности технологических приемов порошковой металлургии при консолидировании наночастиц. Спекание без давления. Технический потенциал объемных наноструктурированных материалов. Приоритет советских ученых в создании объемных наноструктурированных материалов.			2	2		15								

5.	<p>Объемные материалы с нанонаполнителем</p> <p>Технико-экономический потенциал использования нанодобавок в технологии традиционных материалов крупнотоннажного производства. Нанобетон. Технико-экономические основы промышленного производства. Технический потенциал нанобетона. Приоритет советских ученых в разработке технологии нанобетона.</p>		2	2		15									
6.	<p>Нанофрагментация структуры металлов</p> <p>Физико-химические основы наноэффекта. Энергетическое состояние атомов вещества в объеме и на поверхности раздела фаз. Критический диаметр наночастиц. Способы нанофрагментации, основанные на эвтектическом превращении железо-углеродистых сплавов, процессах наклепа и рекристаллизации, вторичной кристаллизации аморфных металлов, модифицировании наночастицами расплава металла, интенсивной пластической деформации.</p> <p>Объемные нанофрагментированные материалы</p> <p>Интенсивная пластическая деформация: наковальня Бриджмена, равноканальное угловое прессование и всесторонняя изотермическая ковка. Дисперсно-упрочненные металлы и сплавы: алюминий, магний, никель, воль-</p>		3	3		20									

	фрам, железо, аморфные металлы, а также керамика и ситаллы. Технический потенциал наноструктурированного сплава вольфрам-ниобий. Приоритет советских ученых в исследованиях процесса интенсивной пластической деформации.														
7.	<p>Научные предпосылки моностадийной технологии объемного наноматериала Химические связи углерода: sp^3, sp^2 и sp-гибридизации. А.М.Бутлеров – основоположник классического учения о химической активности многоядерных химических соединений. Молекулярные диаграммы. Индекс свободной валентности атомов химического соединения. Алгоритм количественной оценки величины критического диаметра. Приоритет советских ученых в исследованиях процесса sp-гибридизации.</p> <p>Разработка моностадийной технологии объемных наноматериалов Теоретические основы моностадийной технологии объемных наноматериалов. Технологические принципы реализации теоретических основ моностадийной технологии объемных наноматериалов. Экспериментальная проверка реализации теоретических</p>			3	3	20									

	<p>основ моностадийной технологии объемных наноматериалов. Аппаратурное оформление моностадийной технологии объемных наноматериалов. Приоритет советских ученых в разработке моностадийной технологии объемных наноматериалов.</p>														
8.	<p>Объемный углеродный наноматериал Объемный углеродный наноматериал, маркируемый как BCN (Bulk Carbon Nanomaterial), не имеет аналогов в мире и превосходит известные материалы по: –технологии; –комплексу потребительских свойств; –диапазону применения; –техническому потенциалу. Технический потенциал BCN (высокая прочность, высокая рабочая температура, низкая плотность, низкий коэффициент трения, химическая инертность, газо-жидкостная непроницаемость и др.) и наличие заводской технологии реализованы как в самых смелых проектах человечества (искусственный клапан сердца, термоядерный реактор), так и в традиционном машиностроении (высокотемпературные торцевые уплотнения агрессивных сред, антифрикционные вкладыши газодинамических под-</p>			3	3	20									

	<p>шипников и др.) при создании машиностроительной продукции с техническими характеристиками выше мирового уровня. Приоритет советских ученых в техническом применении объемного углеродного наноматериала</p> <p>Медико-технический потенциал объемного углеродного наноматериала</p> <p>Медико-технические свойства BCN (максимальная тромборезистентность, низкая плотность, высокая прочность, низкий коэффициент трения) и наличие заводской технологии реализуются в медицинских изделиях со свойствами выше мировых аналогов (искусственные клапаны сердца, все крупные и мелкие суставы, хирургические крепежные изделия, детали медицинской техники и др.). Приоритет советских ученых в медико-техническом применении объемного углеродного наноматериала</p>														
ИТОГО			16	16		112									+

