Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 09.09.2025 11:42:16
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735885bc44

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

Факультет Машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/

«27» февраля 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Объемные биосовместимые наноматериалы

Направление подготовки
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль
Технология биосовместимых материалов

Квалификация
Магистр

Формы обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

доцент. к.т.н, б/з  /А.Г. Сбитнев/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Материаловедение»,
д.т.н, профессор  /В.В. Овчинников/

Руководитель образовательной программы
доцент кафедры «Материаловедение»,
к.т.н.  /Ю.С. Тер-Ваганянц/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 2
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 2
3. Структура и содержание дисциплины ... 3
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 3
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 3
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 3
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 4
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 5
   - 4.1. Основная литература ... 5
   - 4.2. Дополнительная литература ... 5
   - 4.3. Электронные образовательные ресурсы ... 5
   - 4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 5
   - 4.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 6
5. Материально-техническое обеспечение ... 6
6. Методические рекомендации ... 7
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 7
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 7
7. Фонд оценочных средств ... 8
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 8
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 8
   - 7.3. Оценочные средства ... 9

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины – подготовка к деятельности, связанной с реализацией уникальных свойств объемных наноматериалов в потребительских свойствах материалов конструкционного и функционального назначения.

Задачи дисциплины – изучение теоретических основ формирования уникальных свойств объемных наноматериалов и современного арсенала технологических приемов их практического применения.

Планируемые результаты обучения - подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению, в том числе формирование умений по выявлению уникальных свойств объемных наноматериалов и технологических приемов их практического применения в области машиностроения и медицины.

Обучение по дисциплине «Объемные биосовместимые наноматериалы» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций в соответствии с ФГОС 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», утверждённым приказом Минобрнауки России от 24.04.2018 N 306:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен формулировать требования к материалам, рекомендации по изменению состава, структуры, режимов и способов их обработки на основе анализа взаимосвязи, между эксплуатационными, технологическими свойствами и параметрами состава и структуры материала	ИПК-1.1 Знает основные требования, предъявляемые к биосовместимым материалам; режимы и способы их обработки, а также методики определения свойств. ИПК-1.2 Умеет анализировать процесс разработки, обработки и испытаний продукции; разрабатывать предложения по совершенствованию технологического процесса и организации работ по его обеспечению ИПК-1.3 Владеет навыками разработки рекомендаций по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных, полимерных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к числу элективных дисциплин блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части (Б1.1):

– Методология научно-исследовательской деятельности;
– Научные критерии выбора и методы исследования материалов.

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.2):

– Аддитивное производство медицинских изделий;
– Инженерные методы и средства исследования в медицине.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

Очная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			2
	Аудиторные занятия	**36**	**36**
	В том числе:		
1.	Лекции	18	18
2.	Семинарские/практические занятия	18	18
	Самостоятельная работа	**108**	**108**
	В том числе:		
1.	Подготовка к семинарским/практическим занятиям	54	54
2.	Самостоятельное изучение	54	54
	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф. зачет/экзамен	**экзамен**	**экзамен**
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение

Материаловедческое обеспечение имплантологии.

Постановка задачи по созданию биосовместимого материала конструкционного назначения.

Тема 2. Выбор объекта исследования

Углерод как модельный химический элемент таблицы Д.И.Менделеева для создания биосовместимого материала. Химические связи углерода: sp3, sp2 и sp-гибридизации. А.М.Бутлеров – основоположник классического учения о химической активности многоядерных химических соединений. Углерод в аллотропной модификации графита как модельное вещество для экспериментальной проверки теоретических основ и технологических приемов создания объемных наноматериалов.

Тема 3. Выбор технологической стратегии

Место нанотехнологии в материаловедческой подготовке студентов машиностроительного профиля. Коллоидная химия как прародитель нанотехнологии. Роль Д.И.Менделеева в становлении коллоидной химии. Приоритет советских ученых в разработке объемного наноструктур-ного наноматериала.

Тема 4. Выбор технологии получения наночастиц

Классификация технологий синтеза наночастиц в производственной продукции нанотехнологии. Основные виды углеродных наночастиц: графен, углеродные нанотрубки, фуллерены, астралены, технический углерод, наноалмазы. Пиролиз углеводородов как исходное сырье для разработки объемного наноматериала. Роль советских ученых в развитии технологии синтеза наночастиц.

Тема 5. Выбор технологии консолидации наночастиц

Классификация промышленных технологий консолидации наночастиц в объемный материал. Объемный наноструктурированный материал. Объемный материал с нанонаполнителем. Объемный наноструктурированный материал. Объемный углеродный наноматериал. Физико-химические основы наноэффекта. Энергетическое состояние атомов вещества в объеме и на поверхности раздела фаз.Критический диаметр наночастиц. Молекулярные диаграммы. Индекс свободной валентности атомов химического соединения. Алгоритм количественной оценки величины критического диаметра. Роль советских ученых в разработке технологии объемных наноматериалов.

Тема 6. 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.

Тема 7. Медико-технический потенциал объемного углеродного наноматериала

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.

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.)

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Практические занятия

Практическое занятие №1. «Объемные биосовместимые наноматериалы».

Практическое занятие №2. «Биосовместимые медицинские материалы»

Практическое занятие №3. «Нанотехнология»

Практическое занятие №4. «Получение наночастиц»

Практическое занятие №5. «Консолидация наночастиц»

Практическое занятие №6. «Определение критического диаметра наночастиц»

Практическое занятие №7. «Расчет моностадийной технологии объемных наноматериалов»

Практическое занятие №8. «Медико-технический потенциал объемного углеродного наноматериала»

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы по данной дисциплине не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 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. ISBN 978-5-16-14405-4 (print) ISBN 978-5-16-106920-2 (online) – права на электронный вариант

4.2 Дополнительная литература

1. Валиев Р.З. Объемные наноструктурные материалы: фундаментальные основы и применения: пер. с англ. [Текст] / Р.З. Валиев, А.П. Жиляев, 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. Ткачёв. — М.: Машиностроение, 2008. — 318 с.

6. Пономарёв А.Н. Наноструктурированные бетоны. Синергизм наноструктурирования цементных вяжущих и армирующей фибры [Электронный ресурс] / Пономарёв А.Н. — ЗАО «НТЦ Прикладных Нанотехнологий». — URL: http://ntc-pn.ru/pub/articles/concrete/ a6.html (дата обращения: 08.08.2018).

4.3 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка на курс
Объемные биосовместимые наноматериалы	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=3533

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	МойОфис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	WebofScienceCoreCollection – политематическая реферативно-библиографическая инаукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Номер аудитории	Оборудование
1313	Ноутбук, проектор, экран

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. Вначале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к практическому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS мосполитеха) как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы, и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация самостоятельной работы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

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

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

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

Шкала оценивания	*Описание*

Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Магистрант демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Магистрант демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Магистрант демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Магистрант демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, магистрант испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Доклад, сообщение	Отметка в журнале преподавателем о выступление с презентацией по теме доклада.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация - (экзамен) проводится в форме тестирования на сайте https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=3533. Регламент проведения аттестации:

- время для прохождения тестирования – 60 мин.;
- разрешенное количество попыток - 10.

Попытка считается успешной, если дано 50% и более правильных ответов.

Приложение 1

Тематический план дисциплины «Объемные биосовместимые наноматериалы» по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» (магистр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Второй семестр														
1.1	**Введение** Материаловедческое обеспечение имплантологии. Постановка задачи по созданию биосовместимого материала конструкционного назначения.	2		2											
	Практическое занятие №1. «Объемные биосовместимые наноматериалы».	2			2		14								
1.2	**Выбор объекта исследования** Углерод как модельный химический элемент таблицы Д.И.Менделеева для создания биосовместимого материала. Химические связи углерода: sp3, sp2 и sp-гибридизации. А.М.Бутлеров – основоположник классического учения о	2		2											

	химической активности многоядерных химических соединений. Углерод в аллотропной модификации графита как модельное вещество для экспериментальной проверки теоретических основ и технологических приемов создания объемных наноматериалов.														
	Практическое занятие №2. «Биосовместимые медицинские материалы»	2			2		14								
1.3	**Выбор технологической стратегии** Место нанотехнологии в материаловедческой подготовке студентов машиностроительного профиля. Коллоидная химия как прародитель нанотехнологии. Роль Д.И.Менделеева в становлении коллоидной химии. Приоритет советских ученых в разработке объемного наноструктурного наноматериала.	2		2											
	Практическое занятие №3. «Нанотехнология»	2			2		14								
1.4	**Выбор технологии получения наночастиц** Классификация технологий синтеза наночастиц в производственной продукции нанотехнологии. Основные виды	2		2											

	углеродных наночастиц: графен, углеродные нанотрубки, фуллерены, астралены, технический углерод, наноалмазы. Пиролиз углеводородов как исходное сырье для разработки объемного наноматериала. Роль советских ученых в развитии технологии синтеза наночастиц.														
	Практическое занятие №4. «Получение наночастиц»	2			2		14								
1.5	**Выбор технологии консолидации наночастиц** Классификация промышленных технологий консолидации наночастиц в объемный материал. Объемный наноструктурированный материал. Объемный материал с нанонаполнителем. Объемный наноструктурированный материал. Объемный углеродный наноматериал. Физико-химические основы наноэффекта. Энергетическое состояние атомов вещества в объеме и на поверхности раздела фаз. Критический диаметр наночастиц. Молекулярные диаграммы. Индекс свободной валентности атомов химического соединения. Алгоритм количественной оценки	2		4											

	величины критического диаметра. Роль советских ученых в разработке технологии объемных наноматериалов.														
	Практическое занятие №5. «Консолидация наночастиц»	2			2		14								
1.6	**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.	2		2											
	Практическое занятие №6. «Определение критического диаметра наночастиц»	2			2		14								

	Практическое занятие №7. «Расчет моностадийной технологии объемных наноматериалов»	2			4		12								
1.7	**Медико-технический потенциал объемного углеродного наноматериала** 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. 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.)	2		4											

	Практическое занятие №8. «Медико-технический потенциал объемного углеродного наноматериала»	2			2		12								
	Всего часов по дисциплине			18	18		108							**Э**	

Приложение 2

ФОНДОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Наноматериаловедение»

Направление подготовки

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Образовательная программа (профиль подготовки)

Технология биосовместимых материалов

Темы докладов, сообщений

1. Постановка задачи по созданию биосовместимого материала конструкционного назначения.
2. Приоритет советских ученых в разработке объемного наноструктурного наноматериала
3. Классификация технологий синтеза наночастиц в производственной продукции нанотехнологии
4. Классификация промышленных технологий консолидации наночастиц в объемный материал
5. Роль советских ученых в разработке технологии объемных наноматериалов
6. Разработка моностадийной технологии объемных наноматериалов
7. Медико-технический потенциала объемного углеродного наноматериала