

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Кафедра конструкторско-
технологического обеспечения
машиностроительных
производств (КТОМСП МТФ)

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кафедра конструкторско-
технологического обеспечения
машиностроительных
производств (КТОМСП МТФ)

наименование кафедры

Зеленкова Елена Геннадьевна

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
НАНОМАТЕРИАЛЫ И
НАНОТЕХНОЛОГИИ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 Наноматериалы и нанотехнологии

Направление подготовки /
специальность

Направленность
(профиль)

Форма обучения

Год набора

очная

2021

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

150000 «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

15.04.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Программу
составили

канд.техн.наук, Доцент, Гордеев Ю.И.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины – овладение магистрами знаниями и умениями в теории и практике расчета, проектирования, прогнозирования свойств, оптимизации технологических режимов изготовления наноструктурированных и композиционных материалов и изделий на их основе различного назначения, грамотного построения технологических процессов формообразования в целом и, в конечном итоге, обеспечения и управления качеством готовых деталей и изделий.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Дисциплина «Наноматериалы и нанотехнологии» является одной из основных специальных дисциплин при подготовке магистров по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». Это дисциплина профессионального цикла из числа базовых дисциплин основной образовательной программы, обеспечивающих конструкторскую и технологическую подготовку магистра и формирующих соответствие подготовки выпускников их компетентностной, квалификационной характеристике. В результате изучения дисциплины магистр должен иметь представления о физических и тепловых процессах при формировании структуры и свойств наноструктурированных материалов, должен уметь: целенаправленно изменять и устанавливать функциональных связи и закономерности между параметрами структуры и конечными физико-механическими, прочностными и эксплуатационными свойствами изделия, освоить методы и примеры решения инженерных задач в этой области (обработка резанием), что является необходимым условием для грамотного решения задач в смежных областях и последующих далее по учебному плану дисциплин.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

УК-1:Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	
ИД-1.УК-1:Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связь между ними	
Уровень 1	историю, методологию и современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и наномасштаба на механические, физические, поверхностные и другие свойства материалов, взаимодействия материалов с окружающей средой.

ИД-2.УК-1:Критически оценивает надежность источников информации	
ИД-3.УК-1:Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов	
ПК-5:Способен провести выбор заготовок для производства деталей машиностроения высокой сложности	
ИД-1.ПК-5:Способен устанавливать по марке материала технологические свойства материалов деталей машиностроения высокой сложности; <ul style="list-style-type: none"> • выявлять конструктивные особенности деталей машиностроения высокой сложности, влияющие на выбор способа получения заготовки; 	
Уровень 1	основные типы неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов
ИД-2.ПК-5:Способен выбирать метод получения заготовок деталей машиностроения высокой сложности; <ul style="list-style-type: none"> • выбирать способ получения заготовок деталей машиностроения высокой сложности; • выбирать конструкцию заготовок деталей машиностроения высокой сложности; • устанавливать основные требования к проектируемым заготовкам деталей машиностроения высокой сложности 	
ИД-3.ПК-5:Способен оценивать технические задания на проектирование заготовок, подготовленными специалистами более низкой квалификации; <ul style="list-style-type: none"> • оценивать проекты заготовок, подготовленными специалистами более низкой квалификации. 	

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Математическое моделирование в машиностроении

Планирование и методика экспериментальных исследований
Математическое моделирование в машиностроении

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		2
Общая трудоемкость дисциплины	3 (108)	3 (108)
Контактная работа с преподавателем:	1 (36)	1 (36)
занятия лекционного типа	0,25 (9)	0,25 (9)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия		
практикумы		
лабораторные работы	0,75 (27)	0,75 (27)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	2 (72)	2 (72)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Зачёт)		

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные методы получения нанопорошков и их физико-механические свойства.	3	0	0	36	
2	Конструирование и технология изготовления объемных наноструктурных материалов и изделий. Изучение их эксплуатационных характеристик.	6	0	27	36	
Всего		9	0	27	72	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в академических часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	Введение в нанотехнологию. Общие понятия и определения; характеристики наночастиц: дисперсность, формы частиц, удельная поверхность, насыпная масса. Технологические свойства наночастиц.	1	0	0
2	1	Основные методы получения нанопорошков: газофазный синтез, плазмохимический синтез, осаждение из коллоидных растворов, термическое разложение и восстановление, механосинтез, электровзрыв.	2	0	0
3	2	Особенности объемных наноструктурных материалов. Роль границ зерен. Роль свободных и внутренних поверхностей. Условия формирования наноструктуры материала. Агломераты наночастиц. Микро и макроструктура порошкового компакта.	2	0	0
4	2	Конструкции прессовой оснастки для формования нанопорошков и оборудование форм и требования, для консолидации при спекании. Технологические проблемы при консолидации в порошковом компакте и градиенты плотности в нём.	2	0	0

5	2	Технологические процессы изготовления объёмных наноструктурных материалов. Порошковые технологии компактирования материалов. Методы формования порошков с равномерным распределением плотности прессовки. Холодное и горячее прессование по-рошков.	2	0	0
Всего			0	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	2	Изучение технологических характеристик наночастиц: дисперсность, форма частиц, удельная поверхность, насыпная масса.	2	0	0
2	2	Аппаратура и методы получения нанопо-рошков : плазмохимическим синтезом и осаждением из коллоидных растворов.	2	0	0

3	2	Электронномикроскопическое исследование особенностей строения и морфологии наночастиц и объемных наноструктурных материалов. Микро и макроструктура порошкового компакта.	6	0	0
4	2	Изучение конструкций прессформ и технологии прессования объемных наноструктурных материалов и изделий. Анализ структурной неоднородности по плотности после спекания.	2	0	0
5	2	Изучение основных операций технологических процессов изготовления объемных наноструктурных материалов. Методы предварительной подготовки, диспергирования, смесеприготовления. Технологические режимы компактирования бимодальных порошковых материалов. Холодное и горячее прессование порошков. Трение в порошковом компакте и градиенты плотности в нём.	2	0	0
6	2	Электронномикроскопическое исследование неоднородности структуры в прессовках из нанопорошков.	2	0	0
7	2	Методика расчета и измерения твердости и трещиностойкости дисперсноупрочненных композиционных материалов.	1	0	0

8	2	Изучение микроструктуры, плотности, трещиностойкости, микротвердости электроконтактных псевдосплавов.	1	0	0
9	2	Конструкции оборудования для спекания порошковых прессовок с применением нанодобавок. Назначение режимов. Изучение градиента плотности в спеченных образцах.	2	0	0
10	2	Методика и аппаратура научных исследований физико-механических свойств объёмных наноструктурных материалов по микротвердости, трещиностойкости К1с с использованием наномикротвердомера и твердомера ТП-7Р1 для измерения твердости по Виккерсу и трещиностойкости.	2	0	0
11	2	Изучение коэффициента смачиваемости и определение прочности соединения по границе раздела слоистых КМ по коэффициенту взаимной диффузии (растровая электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ).	1	0	0
12	2	Изучение состава, структуры, физико-механических и эксплуатационных свойств электротехнических КМ группы псевдосплавов. Аппаратура и методы изготовления и контроля.	2	0	0

13	2	Аппаратура и технология формования по-лимерных композиционных материалов. Изучение влияния составов и технологии изготовления на структуру полимерно-керамических КМ и изделий. Конструкция и принцип работы прессформы для горячего прессования или экструзии.	1	0	0
14	2	Технология изготовления наноструктури-рованных композитов инструментального назначения (режущая керамика, сверх-твердые композиты). Изучение состава, структуры и свойств.	1	0	0
Итого			27	0	0

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Ковальчук М. В., Тодуа П. А.	Нанотехнологии, метрология, стандартизация и сертификация в терминах и определениях: [термилог. словарь]	Москва: Техносфера, 2009
Л1.2	Третьяков Ю. Д.	Нанотехнологии. Азбука для всех: науч.-попул. изд.	М.: Физматлит, 2010
Л1.3	Полянчиков Ю. Н., Схиртладзе А. Г., Воронцова А. Н., Полянчикова М. Ю., Курсин О. А., Егоров Н. И.	Нанотехнологии в машиностроении: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"	Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2014

Л1.4	Нан Яо И. В., Чжун Лин Ван, Яминский	Справочник по микроскопии для нанотехнологии: перевод с английского	Москва: Научный мир, 2011
Л1.5	Мартин-Пальма Р. Х., Лахтакия А.	Нанотехнологии. Ударный вводный курс: [учебное пособие]	Долгопрудный: Интеллект, 2014
Л1.6	Дзидзигури Э. Л.	Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии	Москва: МИСИС, 2012
Л1.7	Кузнецов Н. Т., Жабрев В. А, Марголин В. И., Новоторцев В. М.	Основы нанотехнологии: учебник	Москва: Лаборатория знаний"" (ранее ""БИНОМ. Лаборатория знаний", 2014
Л1.8	Гусев А.И.	Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии	Москва: Физматлит, 2009
Л1.9	Кузнецов Н. Т., Новоторцев В. М., Марголин В. И., Жабрев В. А	Основы нанотехнологии: учебник	Москва: Лаборатория знаний"" (ранее ""БИНОМ. Лаборатория знаний", 2017
Л1.1 0	Полянчиков Ю.Н., Схиртладзе А.Г., Воронцова А.Н., Полянчикова М.Ю., Курсин О.А., Егоров Н.И.	Нанотехнологии в машиностроении: учебное пособие.; допущено УМО вузов по образованию в области автоматизированного машиностроения	Старый Оскол: ТНТ, 2012
Л1.1 1	Чиганова Г.А., Лямкин А.И.	Физико - химия ультрадисперсных материалов: учеб. пособие	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Высокоэнергетические методы получения ультрадисперсных и наноматериалов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины / А. Ю. Бабушкин, В. П. Исаков, А. И. Лямкин ; Сиб. федерал. ун-т. - Версия 1.0. - Электрон. дан. (35 Мб). - Красноярск : ИПК СФУ, 2008. - on-line. - (Высокоэнергетические методы получения ультрадисперсных и наноматериалов : УМКД № 103-2007 / рук. творч. коллектива А. И. Лямкин) (Электронная библиотека СФУ. Учебно-методические комплексы дисциплин). -	ISBN 978-5-7638-1509-2 (комплекса). - № гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320802590
----	--	---

	Загл. с титул. экрана. -	
Э2	Лепешев А.А. Нанодисперсные материалы плазмохимического синтеза: учеб. пособие: в 2 т. /А.А. Лепешев, А.В. Ушаков, И.В. Карпов. – Крас-ноярск : СФУ, 2011.-356 с.	ISBN 978-5-7638-2137-6
Э3	Гордеев Ю.И. Резание материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / авт. Ю.И. Гордеев, Е.Г. Зеленкова; разработ. Центр обучающих систем ИнТК СФУ: Версия 2.0.- Красноярск: СФУ, 2012	ISBN 978-5-7638-2543-5;
Э4	. Robin A. Carden Use of Talbor®, a Metal Matrix composite, as a Neutron Shielding Material, Document: TC-021005-C, Talon Composites, LLC.25677 Paseo de la Paz San Juan Capistrano, CA 92675	www.taloncomposites.com.
Э5	MC-21, Inc. 5100 Convair Drive Carson City, NV 89706	www.mc21inc.com.
Э6	. Occhionero M.A., Fennessy K.P., Adams R.W., G.J. Sundberg AlSiC Baseplates for Power IGBT Modules: Design, Performance and Reliability Ceramics Process Systems Chartley, MA 02712-0338	www.cpstechologies.net/pdf/cps_igbt_2001.pdf.

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Ковалевская О. В. Нанотехнологии в машиностроении: учеб.-метод. пособие [для студентов напр. подг. 151900.68 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»] Красноярск: СФУ, 2013

Чиганова Г. А. Введение в нанотехнологии: учебное пособие для студентов направления 222900.62 "Нанотехнологии и микросистемная техника" Красноярск: СФУ, 2013.

Наноматериалы и нанотехнологии. Электронный учебно-методический комплекс дисциплины.-Чурилов Г.Н., Внукова Н.Г., Осипова И.В., Булина Н.В., Новосельцева П.В., Глущенко Г.А.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Программы расчета прочности твердосплавных композитов и бимодальных керамик, модифицированных наночастицами (Приложение 2).
9.1.2	Программы расчета структурных и прочностных свойств композиционных материалов на основе программных продуктов ANSYS.

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Robin A. Carden Use of Talbor®, a Metal Matrix composite, as a Neutron Shielding Material, Document: TC-021005-C, Talon Composites, LLC.25677 Paseo de la Paz San Juan Capistrano, CA 92675 www.taloncomposites.com.
9.2.2	MC-21, Inc. 5100 Convair Drive Carson City, NV 89706 www.mc21inc.com.
9.2.3	AMETEK Specialty Metal Products 21 Toelles Road, Wallingford, CT 06492 USA www.ametekmetals.com.
9.2.4	Occhionero M.A., Fennessy K.P., Adams R.W., G.J. Sundberg AlSiC Baseplates for Power IGBT Modules: Design, Performance and Reliability Ceramics Process Systems Chartley, MA 02712-0338 www.cpstechnologies.net/pdf/cps_igbt_2001.pdf.
9.2.5	Xian Miqam Microelectronic Materials Co., Ltd. 303#, Chuangtuo Building, 5th Gaoxin Rd., Xian City, P. R. China Website: www.al-sic.com.
9.2.6	Электронный каталог инструментов фирмы Sandvik Coromant www.sandvik.coromant.com
9.2.7	Электронный каталог инструментов фирмы ISCAR www.iscar.com
9.2.8	Гордеев Ю.И. Резание материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / авт. Ю.И. Гордеев, Е.Г. Зеленкова; разработ. Центр обучающих систем ИнТК СФУ: Версия 2.0.- Красноярск: СФУ, 2012; ISBN 978-5-7638-2543-5;
9.2.9	Лепешев А.А. Нанодисперсные материалы плазмохимического синтеза: учеб.пособие: в 2 т. /А.А. Лепешев, А.В. Ушаков, И.В. Карпов. – Красноярск : СФУ, 2011.-356 с. ISBN 978-5-7638-2137-6;
9.2.1 0	Лепешев А.А. Нанодисперсные материалы плазмохимического синтеза: учеб.пособие: в 2 т. /А.А. Лепешев, А.В. Ушаков, И.В. Карпов. – Красноярск : СФУ, 2011.-356 с. ISBN 978-5-7638-2137-6;
9.2.1 1	Высокоэнергетические методы получения ультрадисперсных и наноматериалов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины / А. Ю. Бабушкин, В. П. Исаков, А. И. Лямкин ; Сиб. федерал. ун-т. - Версия 1.0. - Электрон. дан. (35 Мб). - Красноярск : ИПК СФУ, 2008. - on-line. - (Высокоэнергетические методы получения ультрадисперсных и наноматериалов : УМКД № 103-2007 / рук. творч. коллектива А. И. Лямкин) (Электронная библиотека СФУ. Учебно-методические комплексы дисциплин). - Загл. с титул. экрана. - ISBN 978-5-7638-1509-2 (комплекса). - № гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320802590
9.2.1 2	Приложение:
9.2.1 3	Высокоэнергетические методы получения ультрадисперсных и наноматериалов. Презентационные материалы : наглядное пособие / А. Ю. Бабушкин, В. П. Исаков, А. И. Лямкин. - Красноярск : ИПК СФУ, 2008. Шифр УМКД541/Б 12-333218
9.2.1 4	Высокоэнергетические методы получения ультрадисперсных и наноматериалов : конспект лекций / А. Ю. Бабушкин, В. П. Исаков, А. И. Лямкин. - Красноярск : ИПК СФУ, 2008. Шифр УМКД541/Б 12-590180

9.2.1 5	Высокоэнергетические методы получения ультрадисперсных и наноматериалов : метод. указ. по практ. занятиям / Сиб. федерал. ун-т. - Красноярск : ИПК СФУ, 2008. Шифр UMKD541/В 93-589704
9.2.1 6	Высокоэнергетические методы получения ультрадисперсных и наноматериалов : учеб. программа дисциплины / Сиб. федерал. ун-т. - Красноярск : ИПК СФУ, 2008. Шифр UMKD541/В 93-440607
9.2.1 7	Высокоэнергетические методы получения ультрадисперсных и наноматериалов : метод. указ. по самостоят. работе / Сиб. федерал. ун-т. - Красноярск : ИПК СФУ, 2008. Шифр UMKD541/Б 12-432871
9.2.1 8	
9.2.1 9	
9.2.2 0	

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Новые и стандартные методики и аппаратура для неразрушающего контроля физико-механических свойств и комплексных многопараметровых испытаний композиционных материалов, электронный микроскоп JEOL JSM-7001F, просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM-2100, сканирующие электронные микроскопы JEOL JSM 6490LV, HITACHI TM 1000 и оптический микроскоп ZEISS Observer.Zlm., термоанализатор STA 449 Jupiter фирмы NETZSCH, дифрактометр рентгеновской фирмы BRUKER D8 ADVANCE, универсальный измерительный прибор P4833 (одинарно-двойной мост постоянного тока).

При выполнении лабораторных работ магистры имеют возможности использования уникального оборудования, приборов и аппаратуры Научно-исследовательского аналитического Центра коллективного пользования Сибирского федерального университета «Научно-исследовательские методы исследования и анализа новых материалов, наноматериалов и минерального сырья».

На базе центра коллективного пользования имеется следующее научное оборудование:

Ионный хроматограф PIA-1000

Люминесцентный спектрометр LS 55

Масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой X Series 2

Просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM-2100.

Растровый электронный микроскоп JEOL JSM-6490 LV

Растровый электронный микроскоп JEOL JSM-7001F

Рентгеновский дифрактометр Advance D8

Рентгеновский дифрактометр XRD 7000

Рентгеновский спектрометр Lab Center XRF1800

Рентгенофлуоресцентный спектрометр ARL Advant'X

Рентгенофлуоресцентный энергодисперсионный спектрометр ARL Quant'X

Сканирующий спектрофлуориметр Cary Eclipse

Хромато-масс-спектрометр: жидкостной хроматограф Agilent 1200 с масс-селективным детектором на основе трех квадрупольей 6410

Прибор синхронного термического анализа ТГ-ДТА/ДСК STA 449 Jupiter.

10.2. Специализированное лабораторное оборудование

1. Лабораторный стенд для определения геометрических параметров режущей части инструментов.
2. Автоматическая прессформа для изготовления ДУ КМ на основе керамики и твердого сплава.
3. Вакуумные электропечи СНВ – 1.3.1/И16И1, печь отжига вакуумная СНВ-5.5.5/И16, печь отжига вакуумная СНВ-5.5.5/И16 для спекания порошковых композиционных материалов (на основе керамик, металлов, сверхтвердых материалов).
4. Гидравлический пресс ДВ2430 усилием 100 тонн для формования образцов из композиционных материалов.
5. Пресс кривошипный для калибровки К8130
6. Лабораторная установка горячего прессования изделий из полимерных композиционных материалов с автоматическим контролем по температуре, давлению, времени.
7. Комплект прессформ для изготовления образцов, сменных много-гранных пластин (твердосплавных композитов).