

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
ГГТУ им. П.О.Сухого

_____ О.Д.Асенчик

(подпись)

_____ 02.12. 2020

(дата утверждения)

Регистрационный № УД– 31 – 40 /уч.

**ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ С ГРАДИЕНТОМ СВОЙСТВ**

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1–36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий»

2020

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-36 07 02-2019,
учебных планов первой ступени высшего образования по специальности
1–36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий» учре-
ждения образования «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого»: І 36-1-04/уч. от 06.02.2019г. и І 36-1-15/уч. от
06.02.2019г.

СОСТАВИТЕЛЬ

С.Н. Бобрышева, доцент кафедры «Материаловедение в машиностроении»
учреждения образования «Гомельский государственный технический универ-
ситет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Деликатная И.О. доцент кафедры «Физика и химия» учреждения образования
Белорусский государственный университет транспорта», кандидат техниче-
ских наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Материаловедение в машиностроении» учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 10 от 21.10.2020);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учре-
ждения образования «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого»
(протокол № 11 от 03.11.2020); УД 073-4/уч

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский госу-
дарственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 2 от 01.12.2020).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью изучения дисциплины является специальная базовая подготовка студентов в области материаловедения и структурообразования и технологии градиентных материалов, а также процессов их получения и применения.

Основная задача изучения дисциплины – дать студентам систематические сведения о современных и перспективных функционально-градиентных материалах (ФГМ) различных групп (металлах, полимерах, композитах, керамике и др.) с градиентом состава, свойств, структуры; общих закономерностях их разработки, методах их получения с целью формирования знаний, умений и навыков, необходимых для обоснования оптимальных технологических параметров и показателей свойств при создании изделий и их эксплуатации.

Дисциплина «Принципы создания композиционных материалов с градиентом свойств, (ПСКМГС)» является структурной частью комплекса таких дисциплин специальности как «Основы материаловедения и структурообразования», «Механика материалов аддитивного синтеза» и «Аддитивные технологии в промышленности».

Для успешного усвоения дисциплины «ПСКМГС» необходимы знания по математике, физике, общей и неорганической химии, физической химии, материаловедения.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:
знать:

- виды исходных материалов используемых для получения ФГМ;
- закономерности изменения состава, свойств, структуры основных компонентов ФГМ;
- методы моделирования градиентных параметров ФГМ.
- принципы и методы получения ФГМ,
- особенности технологических процессов получения ФГМ
- современные методы исследования свойств, структуры и состава ФГМ;
- особенности обеспечения и сохранения градиентных свойств ФГМ;
- принципы выбора ФГМ с учетом условий эксплуатации, требований технологичности, экономичности, долговечности;
- области эффективного применения ФГМ;
- способы хранения и переработки;

уметь:

- выбирать материалы (полимерные, композиционные, металлические, керамические и др.), наполнители (дисперсные, волокнистые), модификаторы, тип структуры при моделировании ФГМ с учетом требований градиента;
- выбирать вид основной технологии получения по критериям наибольшей эффективности обеспечения эксплуатационных свойств ФГМ в изделиях;

владеть:

- методологией выбора ФГМ для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований;
- навыками обоснования и принятия решений о режимах технологии переработки ФГМ в изделия;
- навыками управления процессами получения материалов с заданными свойствами;
- навыками исследования состава, свойств, структуры ФГМ и интерпретации их результатов.

Изучение дисциплины должно обеспечить у студента формирование следующей специализированной компетенции:

Знать основы физических и химических процессов, протекающих при производстве порошковых материалов. Уметь прогнозировать влияние структуры и технологических параметров обработки на свойства порошковых материалов. Владеть навыками получения, обработки и исследования порошковых материалов.

А также развить ряд профессиональных компетенций:

- Проводить научные исследования и разработки с использованием современных информационных технологий.
- Анализировать и объективно оценивать достижения науки в области ФГМ, разработки, производства и применения (эксплуатации) изделий из ФГМ, перспективы и направления развития.
- Проводить патентно-информационные исследования по разрабатываемым объектам, оценивать их новизну и технический уровень, патентоспособность и патентную чистоту, составлять отчет о патентно-информационном исследовании.
- Разрабатывать методы и технические средства экспериментального исследования ФГМ, изделий и процессов, метрологического, программного, организационно-методического обеспечения.
- Организовывать и проводить экспериментальные исследования ФГМ, изделий, технологических процессов и элементов технологического оборудования по профилю специальности, анализировать и обрабатывать результаты исследований.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий.

Форма получения высшего образования: дневная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Принципы создания композиционных материалов с градиентом свойств» в соответствии с учебными планами по специальности: 1–36 07 02 – «Производство изделий на основе трехмерных технологий» всего 120 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах–3.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

	Дневная форма
Курс	3
Семестр	6
Лекции (час)	26
Лабораторные занятия (час)	17
Всего аудиторных (час)	43

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

	Дневная форма
Зачет, семестр	6

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение в дисциплину.

Тема 1.1. Общие сведения о составе и свойствах ФГМ.

Требования к современным конструкционным материалам. Общие сведения и концепция ФГМ. Терминология и признаки градиентных материалов.

Тема 1.2. Классификация ФГМ.

Определение закономерностей изменения свойств, и структуры и состава ФГМ. Характеристики и основные типы градиентных структур.

Тема 1.3. Проблемы получения и использования ФГМ.

Технологические проблемы получения ФГМ. Проблемы энерго- и трудоемкости процессов получения ФГМ. Особенности обеспечения качества и ресурса ФГМ.

Тема 1.4. Области применения ФГМ.

Использование ФГМ в машиностроении, технике, медицине, электронике, инструментальном производстве.

Раздел 2. Функционально-градиентные материалы.

Тема 2.1. Материалы с градиентом структуры.

Градиент размеров, распределения, формы, ориентации. Пористые, керамические, металлические порошковые материалы и сплавы.

Тема 2.2. Материалы с градиентом химических, физических и механических свойств.

Материалы с градиентом структуры, фазового или химического состава. Природные композиты.

Тема 2.3. Материалы с градиентом состава.

Однофазные и многофазные материалы. Однородные, композиционные и слоистые материалы.

Раздел 3. Методы получения ФГМ.

Тема 3.1. Методы формирования пространственных ФГМ.

Методы литья Методы уплотнения и консолидации. Методы сварки в твердой фазе Методы послойного синтеза.

Тема 3.2. Методы формирования поверхностных ФГМ.

Методы напыления и наплавки. Методы осаждения из суспензий и электролитов.

Тема 3.3. Методы модифицирования структуры и свойств однородных материалов.

Методы механической и термомеханической обработки. Методы химико-термической обработки. Методы радиационного модифицирования. Методы электрохимического и электрофизического воздействия.

Раздел 4. Методы исследования свойств ФГМ.

Тема 4.1. Определение состава и физико-химических свойств ФГМ.

Аналитическое оборудование для исследования структуры ФГМ.

Оптические методы. Рентгеноструктурный и электронно-графический анализ. Микрхимический анализ.

Тема 4.2. Методы исследования макро- и микроструктурных особенностей ФГМ.

Оборудование и методики исследования материалов с градиентом химических, физических и механических свойств.

Определение механических свойств. Универсальная испытательная машина Instron, маятниковый копер, твердомеры.

Тема 4.3. Оценка механических свойств ФГМ.

Оборудование и методики материалов с градиентом состава и свойств.

ДТА, ДТА анализ. Сканирующая зондовая микроскопия и спектроскопия.

УЧЕБНО – МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1–36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий»

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение в дисциплину	8						
1.1.	Общие сведения о составе и свойствах ФГМ.	2						З
1.2.	Классификация ФГМ	2						З
1.3.	Проблемы получения и использования ФГМ	2						З
1.4.	Области применения ФГМ	2						
2	Функционально-градиентные материалы	6						
2.1.	Материалы с градиентом структуры.	2			4			О,ЗЛР,З
2.2.	Материалы с градиентом химических, физических и механических свойств.	2						З
2.3.	Материалы с градиентом состава	2			4			О,ЗЛР,З
3	Методы получения ФГМ	6						
3.1.	Методы формирования пространственных ФГМ	2						О,ЗЛР,З
3.2.	Методы формирования поверхностных ФГМ	2						З
3.3.	Методы модифицирования структуры и свойств однородных материалов	2			1			О,ЗЛР,З
4	Методы исследования свойств ФГМ	6						
4.1.	Определение состава и физико-химических свойств ФГМ.	2			4			О,ЗЛР,З
4.2.	Методы исследования макро- и микроструктурных особенностей ФГМ.	2						З
4.3.	Оценка механических свойств ФГМ.	2			4			О,ЗЛР,З
		26			17			

Обозначения (форма контроля знаний): О – отчет по лабораторной работе; ЗЛР – защита лабораторной работы; З – зачет.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Каменев, С.В. Технологии аддитивного производства : учебное пособие / С.В. Каменев, К.С. Романенко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2017. - 145 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7410-1696-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481769> (05.07.2019).
2. Лахтин Ю.М. Материаловедение/ Ю.М Лахтин., В.П.Леонтьева. – 3-е изд. М.: Машиностроение», 1990.-528с.
3. Материаловедение: учебник / В.А.Струк и др. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008.- 519с.
4. Материаловедение: учебное пособие для вузов / И.М.Жарский [и др.]. –Минск : Вышэйшая школа, 2015.-557с. : ил. Библиогр. : с.549-553.-ISBN 978-985-06-2517-5: 241230

Дополнительная литература

1. Геллер Ю.А. Материаловедение /Ю.А.Геллер, А.Г.Рахштадт.- М.: Металлургия, 1989.-456с.
2. Гуляев А.П. Металловедение /А.П.Гуляев –6-е изд.– М.: Металлургия, 1986.- 542с.
3. Бобович, Б. Б. Полимерные конструкционные материалы (структура, свойства, применение): уч. пособие для студентов высших учебных заведений / Б. Б. Бобович. – Москва: Форум, 2014. – 398 с.
4. Кенько В.М. Неметаллические материалы и методы их обработки / В.М. Кенько – Мн.: Дизайн ПРО, 1998.-240с.
5. Кидин И.Н.Электро-химико-термическая обработка металлов и сплавов /И.Н.Кидин и др. –М.: Металлургия,1978.320 с.
6. Конструкционные стали и сплавы: учебное пособие / Г.А.Воробьева, Е.Н.Складнова, В.К.Ерофеев, А.А.Устинова; под. Ред. Г.А.Воробьевой. – Санкт-Петербург: Политехника, 2013. – 440 с. : схем., табл. – Библиогр. В кн. – ISBN 978-5-7325-1010-2; Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447615> дата обращ.01.07.2019.
7. Конструкционные электротехнические материалы: учебное пособие / В.П.Горелов, С.В.Горелов, В.С.Горелов, Е.А.Григорьев; под ред. В.П.Горелова. – 5-е изд., стер. – Москва; Берлин : Директ-Медиа, 2016. -341 с. : ил., схем., табл. – Библиогр.в кн. – ISBN 978-5-4475-8609-6; Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445837> дата обращ.01.07.2019.
8. Материаловедение: справочные материалы / авт.-сост. В.А. Брагин, Э.А. Бубнов, В.С. Крохалев ; Министерство образования и науки Российской Федерации и др. – Екатеринбург : , 2018. – 194 с. : ил. – Режим доступа: по

подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498300> (дата обращения: 29.01.2020). – Библиогр.: с. 166-168. – Текст : электронный.

9. Методы получения нанодисперсных порошков // Винников В. П., Генералов М. Б.– СПб.: ЦОП Профессия, 2016. –240 с.

10. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие– 4-е испр. и доп. изд. / под ред. Л.А. Берлина. – СПб.:ЦОП Профессия, 2014. – 592 с.

11. Худокормова Р.Н. Материаловедение (лабораторный практикум)/ Р.Н. Худокормова, Ф.И. Пантелеенко.- Мн.: Вышэйшая школа, 1988, - 211с.

Учебно-методические материалы

1. Кенько В.М. Материаловедение: Курс лекций / В.М.Кенько. – Гомель: УО ГГТУ им.П.О.Сухого, 2009.-246с.

2. М/УК 2176 Практическое пособие по разделам "Термообработка и структура легированных сталей" курсов "Материаловедение" и " Материаловедение и ОТМ" для студентов / Базилеева Н.И., Овчинникова М.М., Каф. "Материаловедение в машиностроении". - Гомель : ГПИ, 1997. - 52с.

3. М/УК 2583 Практическое пособие "Материаловедение" к лабораторным занятиям по одноименному курсу для студ. спец. Т.02.02.01, Т.02.02.02, Т.02.02.07, Т.03.01.01, Т.05.09.02, Т.20.02.03 / Овчинникова М.М., Базилеева Н.И., Каф."Материаловедение в машиностроении".-Гомель:ГГТУ, 2001. - 63с.

4. М/УК 2924Практическое пособие "Цветные металлы и неметаллические материалы" к лаб. работам по одноим. разделу курса "Материаловедение" для студ. машиностр. спец. / Н. И. Базилеева, М. М. Овчинникова, В. М. Кенько; Каф. "Материаловедение в машиностроении"-Гомель:ГГТУ,2004.-34с.

5. М/УК 4054 «Материаловедение» Лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов машиностроительных специальностей дневной и заочной форм обучения / В.М.Кенько Материаловедение, Н.В.Грудина.-Гомель : ГГТУ им.П.О.Сухого, 2011-55с

Электронные учебно-методические комплексы

1. Кенько В.М. Материаловедение : электронный учебно-методический комплекс дисциплины / В.М.Кенько. - Гомель: ГГТУ, 2010.

1 папка+1 электрон.опт.диск.- <http://elib.gstu.by> УДК 669.01(075.8)+620.22(075.8)

2. Материаловедение и технология конструкционных материалов : электронный учебно-методический комплекс дисциплины для студентов спец. 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники»/И.А.Панкратов[и д.р.]; кафедра «Материаловедение в машиностроении».- Гомель: ГГТУ им. П.О.Сухого, 2015. <https://elib.gstu.by>

3. Электронный учебно-методический комплекс «Материаловедение» в образовательном разделе кафедры «Материаловедение в машиностроении» на сайте ГГТУ им. П.О.Сухого. <https://elib.gstu.by>

4. Электронный учебно-методический комплекс «Технология материалов» в образовательном разделе кафедры «Материаловедение в машиностроении» на сайте ГГТУ им. П.О.Сухого. <https://elib.gstu.by>

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

- Организация самостоятельной работы студентов в вузе [Электронный ресурс] : методические указания для преподавателей и студентов всех специальностей дневной формы обучения / М. М. Рыженко, И. Н. Степанкин, В. М. Кенько ; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого", Кафедра "Материаловедение в машиностроении". - Гомель : ГГТУ, 2009 - 58 с. УДК 378.147(075.8) ББК 74.580.26я73.

- Положение об управляемой самостоятельной работе студентов № 22 от 18.05.2011;

Примерный перечень лабораторных занятий

Основная цель проведения лабораторных занятий состоит в закреплении теоретического материала курса, приобретении навыков выполнения эксперимента, обработки экспериментальных данных, анализа результатов. Все лабораторные работы четырехчасовые, кроме «Определение эффективности применения ФГМ с покрытиями» (2 часа).

- Определение коррозионной стойкости ФГМ (с покрытиями и модифицированной поверхностью).
- Определение градиента механических свойств (твердости) ФГМ.
- Изучение механических свойств (ударной вязкости) слоистых материалов.
- Получение ФГМ пропиткой пористой матрицы.
- Исследование водопоглощения и влагопоглощения ФГМ.
- Когезия и адгезия ФГМ.
- Определение эффективности применения ФГМ с покрытиями.

Основными методами обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

–элементы проблемного обучения (проблемное изложение), реализуемые на лекционных занятиях;

–элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;

–коммуникативные технологии (дискуссии, учебные дебаты), реализуемые на лабораторных занятиях и конференциях.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

– контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием занятий;

– самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных заданий с консультациями у преподавателя, а также выполнение те-

стовых заданий путем обращения к заданиям размещенным в электронном курсе дисциплины.

Учебно-методическое обеспечение ориентировано на освоение студентами основ инновационных технологий, умение работать с научной и технической литературой. Изучение каждой темы помимо приведенных в учебной программе литературных источников предполагает использование материалов тематической печати, а также информационных ресурсов Internet.

Самостоятельная работа обучающегося складывается из следующих элементов:

- проработка прослушанного лекционного материала;
- подготовка к промежуточному контролю и выполнение тестирования по итогам изучения учебных модулей;
- подготовка к слушанию очередной лекции;
- подготовка к выполнению лабораторной работы;
- подготовка к защите лабораторной работы;
- подготовка к зачету.

Требования к студентам при прохождении аттестации.

В соответствии с п. 17 Положения «О текущей аттестации» от 11.11.2013 № 29 студенты допускаются к сдаче зачета по учебной дисциплине «Принципы создания композиционных материалов с градиентом свойств» при условии выполнения ими всех видов занятий, предусмотренных учебным планом и настоящей учебной программой.

При прохождении текущей аттестации студентам запрещается пользоваться учебными изданиями по дисциплине, различного рода записями, конспектами, мобильными телефонами и другими средствами хранения и передачи информации.

Вопросы к зачету

1. Общие сведения о составе и свойствах ФГМ. Требования к современным конструкционным материалам.
2. Общие сведения и концепция ФГМ. Терминология и признаки градиентных материалов.
3. Классификация ФГМ. Определение закономерностей изменения свойств, и структуры и состава ФГМ.
4. Характеристики и основные типы градиентных структур.
5. Проблемы получения и использования ФГМ.
6. Технологические проблемы получения ФГМ.
7. Проблемы энерго- и трудоемкости процессов получения ФГМ.
8. Особенности обеспечения качества и ресурса ФГМ.
9. Материалы с градиентом структуры. Градиент размеров, распределения, формы, ориентации.

10. Градиентные пористые, керамические, металлические порошковые материалы и сплавы.
11. Материалы с градиентом химических, физических и механических свойств.
12. Материалы с градиентом структуры, фазового или химического состава.
13. Природные композиты.
14. Материалы с градиентом состава.
15. Однофазные и многофазные материалы.
16. Однородные, композиционные и слоистые материалы.
17. Методы формирования пространственных ФГМ.
18. Методы литья.
19. Методы уплотнения и консолидации.
20. Методы сварки в твердой фазе.
21. Методы послойного синтеза.
22. Методы формирования поверхностных ФГМ.
23. Методы напыления и наплавки.
24. Методы осаждения из суспензий и электролитов.
25. Методы модифицирования структуры и свойств однородных материалов.
26. Методы механической и термомеханической обработки.
27. Методы химико-термической обработки.
28. Методы радиационного модифицирования.
29. Методы электрохимического и электрофизического воздействия.
30. Аналитическое оборудование для исследования структуры ФГМ.
31. Оптические методы.
32. Рентгеноструктурный и электронно-графический анализ.
33. Микрхимический анализ.
34. Оборудование и методики исследования материалов с градиентом химических, физических и механических свойств.
35. Определение механических свойств. Универсальная испытательная машина Instron, маятниковый копер, твердомеры.
36. Оборудование и методики материалов с градиентом состава и свойств. ДТА, ДТА анализ.
37. Сканирующая зондовая микроскопия и спектроскопия.
38. Применение ФГМ в машиностроении и технике.
39. Авиационно-космическая техника и автомобилестроение, оборонная отрасль.
40. Применение ФГМ в оптике, электронике, энергетике, фильтрующих материалах и инструментальном производстве.
41. Применение ФГМ в отраслях обеспечения жизнедеятельности человека: медицине, спортивной отрасли и др.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Аддитивные технологии в производстве	Материаловедение в машиностроении	Нет _____ И.Б.Одарченко	