

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет
Кафедра физических методов исследования твёрдого тела



Рабочая программа дисциплины
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ НАУЧНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

Направление подготовки: **03.04.02 Физика**

Направленность (профиль): **Физика. Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения **Очная**

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная ра- бота, не включая пе- риод сессии	Самостоятельная подготовка к проме- жуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные за- нятия			Консультации	Зачет	Дифференциро- ванный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	72	16	16		38				2	
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1										

Ответственный за образовательную программу
д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2026

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	4
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	4
5. Перечень учебной литературы.	7
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	7
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	7
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	7
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	8
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	8

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Дисциплина «Основные принципы научного материаловедения» имеет своей целью познакомить студентов с основными принципами создания материалов с заданным комплексом механических и/или функциональных свойств с использованием базовых представлений химии и физики твёрдого тела в рамках парадигмы «способ получения-состав-структура-свойства».

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен использовать специализированные знания в области физики при решении поставленных задач в научно-исследовательской деятельности в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	Знать тенденции развития и актуальные проблемы современного материаловедения; основные принципы микроструктурного дизайна материалов, методы исследования и способы контроля их микроструктуры. Уметь планировать комплексные исследования процессов структурообразования материалов; использовать результаты исследований процессов фазо- и структурообразования материалов при выборе технологического процесса его получения. Владеть теоретическими представлениями о строении, микроструктуре и факторах, определяющих свойства металлов, керамических материалов, полимеров и композитов; навыками работы с научной, научно-технической и справочной литературой в области материаловедения.

Дисциплина «Основные принципы научного материаловедения» преподается классическим способом – читаются лекции и проводятся практические занятия с постановкой промежуточных вопросов. При подаче материала лекционного курса используется мультимедийная техника. На экран выводятся определения, основные понятия, графические иллюстрации, помогающие наглядно представить материал. Все практические занятия проводятся в интерактивной форме с обсуждением лекционного материала на конкретных примерах. Все магистранты готовят сообщения по разделам дисциплины, по возможности близким к темам магистерских работ слушателей (темы сообщений определяются преподавателем совместно со студентами на первых занятиях курса), с которым выступают на занятиях, отвечая на вопросы преподавателя и сокурсников.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Основные принципы научного материаловедения» является одной из завершающих дисциплин профессионального цикла подготовки по направлению 03.04.02 Физика. Общая и фундаментальная физика. В ходе курса студенты получают возможность научиться использовать механические и/или функциональные свойства материалов, требуемые для решения практически важных научных или производственных задач, а также необходимые параметры конечных изделий (размеры, геометрию) в качестве отправной точки для выбора состава материала, дизайна его структуры и выбора/разработки способа его получения. В курсе уделяется существенное внимание технологическим аспектам получения материалов.

3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Трудоемкость дисциплины составляет: 2 зачётные единицы, 72 часа.

Форма промежуточной аттестации: 3 семестр – дифференцированный зачёт

№	Вид деятельности	Семестр
		3
1	Лекции, ч	16
2	Практические занятия, ч	16
3	Лабораторные занятия, ч	-
4	Занятия в контактной форме, ч из них	34
5	аудиторных занятий, ч	32
6	в электронной форме, ч	-
7	консультаций, час.	-
8	промежуточная аттестация, ч	2
9	Самостоятельная работа, час.	38
10	Всего, ч	72

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Программа и основное содержание лекций (16 часов)

Часть I. Тенденции развития современного материаловедения. (2 часа)

1. Тенденции развития материаловедения в России и в мире, их обусловленность Большими Вызовами. Задачи, стоящие перед современным материаловедением. Разработка новых материалов с использованием парадигмы «способ получения-состав-структура-свойства». Создание новых материалов в результате осуществления неравновесных процессов. Роль границ раздела в многофазных материалах, способы модификации границы раздела для улучшения целевых свойств материалов.

Часть II. Принципы дизайна состава и структуры материалов для достижения комплекса практически важных свойств. (4 часа)

2. Кристаллическое строение и механические и физические свойства металлов, керамики и полимеров. Характеристики микроструктуры материалов. Размер структурных составляющих материала. Влияние размера зерна на механические и физические свойства металлов и керамики. Соотношение Холла-Петча, пределы его применимости для металлов и керамики. Прочность и пластичность – компромиссные свойства. Металлические сплавы: состав, микроструктура, принципы создания. Сплавы на основе железа, алюминия, титана, меди и никеля. Материалы на основе интерметаллидов. Аморфные и высокоэнтропийные металлические сплавы. Трещиностойкость керамики, способы повышения трещиностойкости. Сверхпластичность металлических и керамических материалов.

3. Понятие композиционного материала. Упрочняющие фазы, включения второй фазы для придания требуемых механических свойств. Механизмы упрочнения металлов, сочетание различных механизмов упрочнения в композитах с металлическими матрицами. Принципы дизайна структуры композиционных материалов с металлическими матрицами, матрицами из аморфных сплавов, керамическими и полимерными матрицами и углерод-углеродных композитов в свете достижения комплекса механических и/или физических свойств. Применение правила смесей для расчетов механических и физических характеристик композитов. Методы исследования структуры материалов. Приготовление металлографических шлифов, методы травления для выявления структуры, фрактографические исследования. Применение оптической и электронной микроскопии. Пористые металлические и керамические материалы, характеристики пористой структуры.

Часть III. Технологии получения металлов, керамики, полимеров и композитов. Принципы «зеленой химии». (4 часа)

4. Получение металлов и сплавов технологией литья. Процессы кристаллизации металлов. Получение аморфных сплавов методами закалки. Обработка металлов давлением. Принципы и области применения порошковой металлургии. Спекание порошков. Классические и современные методы. Технологии получения керамических материалов и изделий. Использование электромагнитных полей как инструмента управления процессами спекания. Подходы, основанные на применении высоких скоростей нагрева при спекании порошков.

5. Технологии получения композиционных материалов с металлическими, керамическими и полимерными матрицами. Принципы «зеленой химии». Способы контроля структуры материалов. *In situ* синтез частиц-включений в матрицах, преимущества и способы контроля структуры. Технологии получения пористых материалов. Природные материалы и биомиметики.

Часть IV. Нанесение покрытий. Аддитивные технологии. (4 часа)

6. Методы нанесения покрытий и тонких пленок. Подготовка поверхности для нанесения покрытий. Методы физического и химического осаждения из газовой фазы. Диффузионные методы. Химические и электрохимические методы. Методы газотермического напыления покрытий. Напыление однофазных материалов и композиционных смесей. Факторы, влияющие на структуру покрытий. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов.

7. Развитие технологий аддитивного производства. Аддитивные технологии для получения изделий на основе металлов, керамики и полимеров. Общая последовательность процесса. Основы процесса фотополимеризации в ванне. Спекание и плавление порошков в сформированном слое. Процессы направленного энерговклада. Ламинирование листовых материалов. Особенности

формирования структуры материалов при аддитивном производстве изделий. Роль пост-обработки изделий.

Часть V. Выбор материалов для решения актуальных проблем улучшения качества жизни. (2 часа)

8. Проблемы выбора материалов для решения актуальных задач промышленности, транспорта, защиты жизни и здоровья человека. Ультравысокотемпературная керамика, прозрачная керамика, бронекерамика, функциональная керамика, металлические материалы с высокой прочностью и малым удельным весом, материалы с малым коэффициентом трения, материалы для защиты от электромагнитного излучения, биосовместимые материалы, биоразлагаемые материалы, метаматериалы. Лекарственные препараты как материалы. Фотоактивные материалы. Материалы для современных установок класса «мега-сайенс». Катализаторы как материалы.

Программа практических занятий (16 часов)

Занятие 1. Современные тенденции развития материаловедения в России и в мире: обсуждение (2 ч).

Занятие 2. Металлы и сплавы, взаимосвязь между составом, структурой и свойствами. Анализ фазовых диаграмм и металлографических данных (2 ч).

Занятие 3. Керамические материалы и композиты: взаимосвязь между составом, структурой и свойствами. Анализ фазовых диаграмм и микроструктурных данных (2 ч).

Занятие 4. Технологии получения металлов и композитов: доклады студентов и обсуждение (2 ч).

Занятие 5. Технологии получения керамики, полимеров и композитов: доклады студентов и обсуждение (2 ч).

Занятие 6. Структура и свойства защитных и функциональных покрытий: доклады студентов и обсуждение (2 ч).

Занятие 7. Технологии аддитивного производства: доклады студентов и обсуждение (2 ч).

Занятие 8. Выбор материалов для решения актуальных проблем улучшения качества жизни: доклады студентов и обсуждение (2 ч).

Самостоятельная работа студентов (38 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к практическим занятиям.	14
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	14
Подготовка к дифференцированному зачёту	10

5. Перечень учебной литературы.

1. А. Вест. Химия твердого тела: теория и приложения, в 2-х ч., пер. с англ., М., Мир, 1988.: Ч.11988555 с. : ил.ISBN 5-03-000056-9 (47 экз.); Ч.21988335 с. : ил.ISBN 5-03-000071-2 (54 экз.)
2. Цыбуля С. В. Введение в структурный анализ нанокристаллов: учебное пособие: [для магистрантов Физ. фак. НГУ] / С.В. Цыбуля, С.В. Черепанова; Федер. агентство по образованию, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак., Каф. физ. методов исследования твёрдого тела, Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2009. - 87 с., ISBN 978-5-94356-762-9 (10 экз.)

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями:

3. А. Вест. Химия твердого тела: теория и приложения, в 2-х ч., пер. с англ., М., Мир, 1988.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

1. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI
2. БД Scopus (Elsevier)

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем заслушивания сообщений, самостоятельно подготовленных магистрантами по заданным темам и доложенных на занятиях.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня в области материаловедения в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на дифференцированном зачёте. Он проводится в конце семестра по билетам в устной форме. Вопросы билета подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-1.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Таблица 10.1

Код компетенции	Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
ПК-1	ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования	Знать тенденции развития и актуальные проблемы современного материаловедения; основные принципы микроструктурного дизайна материалов, методы исследования и способы контроля их микроструктуры. Уметь планировать комплексные исследования процессов структурообразования материалов; использовать результаты исследований процессов фазо- и структурообразования материалов при выборе технологического процесса его получения. Владеть теоретическими представлениями о строении, микроструктуре и факторах, определяющих свойства металлов, керамических материалов, полимеров и композитов; навыками работы с научной, научно-технической и справочной литературой в области материаловедения.	Заслушивание сообщений, дифференцированный зачёт

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Основные принципы научного материаловедения».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
<u>Дифференцированный зачёт:</u> – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, – точность и корректность применения терминов и понятий, – наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы.	<i>Отлично</i>

При изложении ответа на вопрос(ы) преподавателя обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.	
<u>Дифференцированный зачёт:</u> – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок, – наличие полных ответов на дополнительные вопросы с возможным присутствием ошибок.	<i>Хорошо</i>
<u>Дифференцированный зачёт:</u> – самостоятельность и осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, а также затруднений при формулировке собственных суждений, – корректность применения терминов и понятий, с множественными ошибками, – наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы.	<i>Удовлетворительно</i>
<u>Дифференцированный зачёт:</u> – отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий, – отсутствие ответов на дополнительные вопросы.	<i>Неудовлетворительно</i>

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры тем сообщений

1. Выбор упрочняющих фаз в композитах с металлическими матрицами.
2. Распределение частиц упрочняющих фаз в металлических матрицах, способы контроля распределения частиц и волокон при получении композитов, влияние на свойства материалов.
3. Керамические материалы с повышенной трещиностойкостью: выбор состава и структуры, разработка способов получения изделий.
4. Композиты с полимерными матрицами: состав, структура и области применения.
5. Износостойкие и коррозионностойкие покрытия: способы нанесения, состав, структура.
6. Спекание порошков пропусканием электрического тока. Методы высоковольтной и низковольтной консолидации.
7. Метод флеш-спекания: принцип, преимущества, новые свойства материалов.

8. Селективное лазерное спекание: сущность процесса, формирование структуры материала, свойства получаемых изделий.
9. Аддитивные технологии для решения задач медицины.
10. Биоразлагаемые материалы: состав, получение, стоимость.
11. Лекарственные препараты как материалы.
12. Фотоактивные материалы.
13. Материалы для современных установок класса «мега-сайенс».
14. Катализаторы как материалы.

Примерные вопросы на дифференцированный зачёт

1. Тенденции развития материаловедения, их обусловленность Большими Вызовами.
2. Роль границ раздела в многофазных материалах, способы модификации границы раздела для улучшения целевых свойств материалов.
3. Влияние размера зерна на механические и физические свойства металлов и керамики. Соотношение Холла-Петча, пределы его применимости для металлов и керамики.
4. Металлические сплавы: состав, микроструктура, принципы создания. Сплавы на основе железа, алюминия, титана, меди и никеля.
5. Аморфные металлические сплавы: принципы создания, строение, свойства.
6. Высокоэнтропийные сплавы: принципы создания, строение, свойства.
7. Понятие композиционного материала. Упрочняющие фазы, включения второй фазы для придания требуемых механических свойств.
8. Механизмы упрочнения металлов, сочетание различных механизмов упрочнения в композициях с металлическими матрицами.
9. Композиционные материалы с матрицами из аморфных сплавов: принципы создания, микроструктура, свойства.
10. Трещиностойкость керамики, способы повышения трещиностойкости. Принципы дизайна композитов с керамическими матрицами.
11. Сверхпластичность металлических и керамических материалов.
12. Методы исследования структуры материалов. Приготовление металлографических шлифов, методы травления для выявления структуры, фрактографические исследования.
13. Получением металлов и сплавов технологией литья. Получение аморфных сплавов методами закалки.
14. Обработка металлов давлением.
15. Принципы и области применения порошковой металлургии. Спекание порошков. Классические и современные методы.
16. Использование электромагнитных полей как инструмента управления процессами спекания.
17. Композиты с металлическими матрицами: технологии получения, структура, свойства.
18. Композиты с керамическими матрицами: технологии получения, структура, свойства.
19. Композиты с полимерными матрицами: технологии получения, структура, свойства.
20. Пористые металлические и керамические материалы, характеристики пористой структуры, технологии получения пористых материалов.

Пример билета на дифференцированный зачёт

1. Трещиностойкость керамики, способы повышения трещиностойкости. Принципы дизайна композитов с керамическими матрицами.
2. Принципы «зеленой химии».

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.