

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель программы
аспирантуры
профессор Е.И. Пряхин

УТВЕРЖДАЮ

Декан механико-
машиностроительного факультета
профессор В.В. Максаров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ, АМОРФНЫЕ И ГИБРИДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Область науки:	2. Технические науки
Группа научных специальностей:	2.6. Химические технологии, науки о материалах, металлургия
Научная специальность:	2.6.17. Материаловедение
Отрасли науки:	Технические
Форма освоения программы аспирантуры:	Очная
Срок освоения программы аспирантуры:	4 года
Составитель:	д.т.н., проф. В.Ю. Пиирайнен

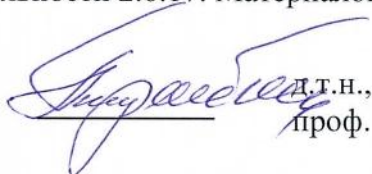
Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Нанокристаллические, аморфные и гибридные материалы» составлена в соответствии:

– с требованиями Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов» и Постановления Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре»;

– на основании учебного плана подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.6.17. Материаловедение.

Составитель:


д.т.н.,
проф.

В.Ю. Пиирainen

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры материаловедения и технологии художественных изделий «30» мая 2022 г., протокол № 11.

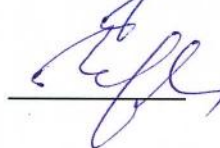
Рабочая программа согласована:

Декан факультета аспирантуры
и докторантуры



к.т.н. В.В. Васильев

Заведующий кафедрой
материаловедения и технологии
художественных изделий



д.т.н., проф. Е.И. Пряхин

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – формирование у аспирантов базовых знаний об основных группах нанокристаллических, аморфных и гибридных материалов, об их важнейших свойствах, отличительных особенностях и областях применения.

Основные задачи дисциплины:

- овладение аспирантами основными принципами разработки, исследования, модификации и использования нанокристаллических, аморфных и гибридных материалов;
- изучение процессов формо- и структурообразования нанокристаллических, аморфных и гибридных материалов;
- формирование представлений о применении нанокристаллических, аморфных и гибридных материалов, а также об управлении их качеством для различных областей техники и технологии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Нанокристаллические, аморфные и гибридные материалы» направлена на подготовку к сдаче промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета, входит в составляющую «Факультативные дисциплины (модули)» образовательного компонента программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.6.17. Материаловедение, изучается в 4 семестре.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

знать: методики оценки закономерностей, лежащих во взаимосвязи между составом, строением и свойствами материалов;

уметь: проводить теоретические и экспериментальные исследования влияния структуры на физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства нанокристаллических, аморфных и гибридных материалов;

владеть навыками: навыками анализа и систематизации полученных результатов экспериментов по оценке влияния фазово-структурного состояния на комплекс свойств материалов.

Уровень владения аспирантом знаниями, умениями и навыками по итогам освоения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации в форме кандидатского экзамена.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Нанокристаллические, аморфные и гибридные материалы» с учетом промежуточной аттестации по дисциплине составляет 36 академических часов, 1 зачетная единица.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
Аудиторные занятия, в том числе:	10	10
Лекции	10	10

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
Самостоятельная работа аспирантов, в том числе	26	26
Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Подготовка устных сообщений	16	16
Освоение пакетов специализированных прикладных программ	10	10
Трудоемкость дисциплины	36	36
Вид промежуточной аттестации – кандидатский экзамен (КЭ)	КЭ	КЭ
Общая трудоемкость дисциплины с учетом промежуточной аттестации		
ак. час.	36	36
зач. ед.	1	1

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа аспиранта, в том числе курсовая работа (проект)
1.	Нанокристаллические материалы	14	4	-	-	10
2.	Аморфные состояния материалов	11	3	-	-	8
3.	Гибридные материалы	11	3	-	-	8
	Всего	36	10	-	-	26
	Итого:	36				

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

Дисциплина включает 3 темы, содержание которых направлено на изучение понятий о нанокристаллических материалах, аморфном состоянии вещества и гибридных материалах.

Тема 1. Нанокристаллические материалы

Основные методы получения консолидированных наноматериалов. Получение порошковых наночастиц. Консолидация объемных конструкционных нанокристаллических материалов. Методы интенсивной пластической деформации. Наноструктурирование при рекристаллизации аморфных сплавов.

Самостоятельная работа.

Освоение пакетов специализированных прикладных программ.

Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины по заданию преподавателя. Подготовка устного сообщения.

Тема 2. Аморфные состояния материалов

Понятие об аморфном состоянии вещества. Способы получения материалов в аморфном состоянии. Структура аморфных материалов. Структурные дефекты в

аморфном состоянии. Свойства аморфных сплавов. Применение аморфных металлических материалов.

Самостоятельная работа.

Освоение пакетов специализированных прикладных программ.

Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины по заданию преподавателя. Подготовка устного сообщения.

Тема 3. Гибридные материалы

Понятие о гибридных материалах. Основные методы получения гибридных материалов. Типы компонентов гибридных материалов и их комбинации. Виды гибридных материалов в зависимости от назначения. Применение гибридных материалов. Гибридные наноструктурные материалы.

Самостоятельная работа.

Освоение пакетов специализированных прикладных программ.

Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины по заданию преподавателя. Подготовка устного сообщения.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины «Нанокристаллические, аморфные и гибридные материалы» применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки аспирантов.

Цели лекционных занятий:

— дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

— стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Консультации (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета) является одной из форм руководства учебной работой аспирантов и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа аспирантов направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим практическим занятиям и промежуточной аттестации в форме кандидатского экзамена.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Проведение текущего контроля успеваемости

Текущий контроль используется для оценки хода и уровня достижения аспирантом планируемых результатов освоения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса, консультирования аспирантов и проверки выполнения самостоятельной работы.

Основными формами текущего контроля по дисциплине являются:

- устный опрос аспиранта по контрольным вопросам (устный ответ);
- устное сообщение аспиранта о результатах выполненной самостоятельной работы (устный ответ).

6.2. Примерный перечень вопросов для текущего контроля успеваемости

Тема 1. Нанокристаллические материалы

1. Охарактеризуйте классификации наноматериалов по Глейтеру и по Зигелю.
2. Назовите физические методы получения порошковых наночастиц?
3. Назовите химические методы получения нанопорошков.
4. Назовите механические методы получения нанопорошков.
5. Основные методы получения консолидированных наноматериалов.
6. Особенности структурообразования из аморфных сплавов.
7. Физико-химические особенности наноструктурных материалов.
8. Механическое измельчение порошков.
9. Сущность интенсивного пластического деформирования материалов.
10. Спекание нанопорошков.
11. Кристаллизация объемно-аморфизирующихся сплавов.
12. Как меняется вклад межфазной области в общие свойства объекта при уменьшении его размера?
13. Устойчивость структуры аморфных сплавов.
14. Объемные наноструктурные материалы.
15. Получение нанопорошков методом испарения и конденсации.

Тема 2. Аморфные состояния материалов

1. Какие вещества называют аморфными?
2. Назовите критерии легкой аморфизации сплавов.
3. Наличие каких интерметаллических соединений облегчает процесс аморфизации?
4. Как можно количественно выразить способность к аморфизации?
5. В чем состоит трудность метода Тейлора и для производства чего он применяется?
6. Перечислите методы производства порошков аморфных сплавов.
7. Назовите отличия в структуре аморфных и нанокристаллических материалов.
8. Назовите недостатки аморфных материалов.
9. В каких областях возможно применение аморфных металлических сплавов?
10. Могут ли аморфные материалы использоваться в качестве защитных покрытий металлов?
11. Влияет ли химический состав на способность к аморфизации?
12. Как получают аморфную проволоку?
13. Что такое «металлическое стекло»?
14. Какое термодинамическое состояние обеспечивает переход вещества в аморфную фазу?
15. На какие две большие группы (в зависимости от состава) подразделяются аморфные сплавы?

Тема 3. Гибридные материалы

1. Сущность гибридных материалов.
2. Характер взаимодействия между компонентами гибридных материалов.

3. Свойства гибридных материалов.
4. Классификация гибридных материалов по структуре.
5. Структурно-гибридизированные материалы.
6. Материалы, гибридизированные по химической связи.
7. Функционально-гибридные материалы.
8. Основные методы получения гибридных материалов.
9. Темплатный синтез.
10. В чем заключается сущность золь-гель процесса?
11. Гидротермальная обработка. Какие методы включает в себя гидротермальная обработка?
12. Какие вещества называют гибридными наноматериалами?
13. Что может являться компонентами гибридных материалов?
14. Классификация гибридных материалов по назначению.
15. Применение гибридных материалов.

6.3. Критерии оценивания устных ответов аспирантов

Развернутый ответ аспиранта должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

При оценке устного ответа аспиранта необходимо руководствоваться следующими критериями:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изучаемого материала;
- 3) знание терминологии и правильное ее использование;
- 4) соответствие требованиям рабочей программы по дисциплине.

Оценка **«зачтено»** за устный ответ ставится, если аспирант:

- 1) ориентируется в излагаемом материале, владеет базовой терминологией в объеме, предусмотренном рабочей программой дисциплины;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, подкрепляет теоретические положения примерами;
- 3) умеет структурировать содержание ответа в соответствии с поставленным вопросом;
- 4) не допускает (или допускает немногочисленные негрубые) ошибки при ответе; способен исправить допущенные им ошибки при помощи уточняющих вопросов преподавателя.

6.4. Проведение промежуточной аттестации в форме кандидатского экзамена

Сдача аспирантом кандидатского экзамена по дисциплине «Нанокристаллические, аморфные и гибридные материалы» осуществляется в порядке, утвержденном Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

7.1. Основная литература

1. Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко ; под редакцией Е. И. Пряхина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-5373-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149303>

2. Нанотехнологии и специальные материалы [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. П. Солнцев [и др.] ; под ред. Ю. П. Солнцева. - СПб. : Химиздат, 2009. - 334 с. — URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081772.html>

3. Научные основы материаловедения [Текст]: учебник для вузов / под ред. Б. Н. Арзамасова. - М.: Изд-во МГТУ, 1994. - 366 с. Арзамасов, Б. Н. Материаловедение : учебник / Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин. — 8-е изд., стер. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2008. — 648 с. — ISBN 978-5-7038-1860-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106366> (дата обращения: 29.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2. Дополнительная литература

1. Андриевский Р. А. Наноструктурные материалы [Текст] : учеб. пособие для вузов / Р. А. Андриевский А. В. Рагуля. - М. : Академия, 2005. - 178 с.

2. Аморфные металлические материалы [Текст]: [сб. ст.] / АН СССР, Ин-т металлургии им. А. А. Байкова; под ред. А. И. Манохина. - М.: Наука, 1984. - 156 с.

3. Солнцев Ю. П. Материаловедение специальных отраслей машиностроения [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. П. Солнцев, В. Ю. Пирайнен, С. А. Вологжанина ; под ред. Ю. П. Солнцева. - СПб.: Химиздат, 2007. - 782 с.

7.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

— Методические указания для самостоятельной работы аспирантов;

— Методические указания по практическим занятиям.

7.4. Ресурсы сети «Интернет»

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».

2. Библиотека ГОСТов www.gostrf.com.

3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>

4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России. <http://www.gpntb.ru/>

5. Каталог образовательных интернет ресурсов <http://www.edu.ru/modules.php>

6. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>, <http://www.tehlit.ru/>.

7. Специализированный портал по информационно-коммуникационным технологиям в образовании <http://www.ict.edu.ru>

7.5. Электронно-библиотечные системы:

-ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>

-ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>

-ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>

-ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>

-ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>

-ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>

-Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL» <https://informsystema.ru>

-Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64» <https://elnit.org>

7.6. Информационные справочные системы:

1. Система ГАРАНТ: информационный правовой портал [Электронный ресурс]. – Электр.дан. <http://www.garant.ru/>
2. Консультант Плюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. – Электр.дан. www.consultant.ru/
3. ООО «Современные медиа-технологии в образовании и культуре». <http://www.informio.ru/>.
4. Программное обеспечение Норма CS «Горное дело и полезные ископаемые» <https://softmap.ru/normacs/normacs-gornoe-delo-i-poleznye-iskopaemye/>
5. Информационно-справочная система «Техэксперт: Базовые нормативные документы» <http://www.cntd.ru/>.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Аудитории для проведения лекционных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Аудитория для проведения лекционных занятий: 30 посадочных мест, Стул – 30 шт., стол – 16 шт., доска маркерная – 1 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

Аудитория для самостоятельной работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: 13 посадочных мест, Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

8.2. Помещения для самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

