

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шевчик Андрей Павлович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 21.05.2024 16:59:12  
Уникальный программный ключ:  
476b4264da36714552dc83748d2961662babc012



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»  
(СПбГТИ(ТУ))

## ОПИСАНИЕ<sup>1</sup>

дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки  
«Химические технологии получения тонких пленок»

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

**Характеристика новой квалификации и связанных с ней видов профессиональной деятельности, трудовых функций и (или) уровней квалификации**

Присваиваемая квалификация: **Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов.**

Наименование области/сферы деятельности: **в области Материаловедения и технологии материалов**

Выпускник готовится к следующим видам деятельности:

- Разработка типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов;
- Сопровождение типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов.

Осваиваемые трудовые функции:

- Разработка типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов;
- Сопровождение типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов.

Уровень квалификации

**шестой**

<sup>1</sup> Составлено на основании разделов 2, 3, 7 утвержденной программы и установленного макета

**Характеристика компетенций, подлежащих совершенствованию, и (или) перечень новых компетенций, формирующихся в результате освоения программы**

| <b>Виды деятельности</b>  | <b>Профессиональные компетенции или трудовые функции</b>  | <b>Практический опыт</b>  | <b>Умения</b>   | <b>Знания</b>   |
|---|---|---|---|---|
| <b>ВД-1</b> Разработка типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов | <b>ПК-1.1</b> Способность использовать современные представления об основных типах неорганических и органических материалов и о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов | Владение основами химических методов получения поверхностных наноструктур и нанопокровов  | Умение устанавливать корреляции между составом-строением-свойствами низкоразмерных слоистых твердофазных систем                   | Знание:<br>- основных химических методов получения поверхностных наноструктур;<br>- способов регулирования физико-химических свойств твердофазных наноматериалов различного генезиса. |
|   | <b>ПК-1.2</b> Способность понимать физические и химические процессы, протекающие в наноразмерных материалах при их получении, обработке и модификации                                 | Владение представлениями о путях управления физико-техническими характеристиками наносистем   | Умение оценивать физические свойства наноразмерных систем   | Знание физических явлений и основных размерных эффектов, возникающих в наноразмерных системах   |
|   | <b>ПК 1.3</b> Знание традиционных и новых технологий получения тонкопленочных наноматериалов и методов контроля их качества на различных этапах получения                             | Владеть:<br>- основами химических методов получения поверхностных наноструктур;<br>- способами регулирования их физико-химических свойств | Умение оценивать применимость различных видов оборудования и технологических процессов в технологии тонкопленочных наноматериалов | Знание основных методов формирования наносистем различного типа   |

| Виды деятельности  | Профессиональные компетенции или трудовые функции   | Практический опыт   | Умения   | Знания  |
|--|---|---|--|---|
| <b>ВД-2</b> Сопровождение типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов | <b>ПК-2.1</b> Готовность использовать традиционные и новые технологические процессы нанесения наноразмерных пленок на поверхность материалов различной формы и генезиса | Владение:<br>- основами контроля технологических процессов, сырья и продукции;<br>- приборами и методиками оценки готовности оборудования к использованию | Умение формулировать перечень основных параметров технологических процессов, сырья и продукции | Знание:<br>- основных технологий, используемых при создании наноразмерных покрытий, и их параметров;<br>- основных характеристик оборудования, применяемого в технологии нанесения наноразмерных пленок |
|  | <b>ПК-2.2</b> Использование современных физико-химических методов исследования для контроля и диагностики наноматериалов и нанопокровтий различного назначения          | Владение методиками пробоподготовки, регистрации, обработки и интерпретации результатов физико-химических методов анализа                                 | Умение осуществлять выбор оптимальных методов физико-химического анализа материалов            | Знание основных принципов физико-химических методов анализа материалов, физических процессов, лежащих в основе этих методов   |

## УЧЕБНЫЙ ПЛАН

дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки  
"Химические технологии получения тонких пленок"

| № п/п | Наименование дисциплин / модулей / практик   | Всего часов | В т.ч. с использованием ЭО и ДОТ | В том числе |                      |                      |                        |                                     | Формы контроля*/ аттестации     | Формируемые компетенции                |
|-------|--|-------------|----------------------------------|-------------|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--|
|       |  |             |                                  | Лекции      | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа | Промежуточная / итоговая аттестация |                                 |  |
| 1     | Химические основы нанотехнологии   | 54          | 54                               | 16          | 10                   | -                    | 26                     | 2                                   | Экзамен                         | ПК-1.1, ПК-1.2                         |
| 2     | Физическая химия твердых веществ в наноразмерном состоянии                                       | 18          | 18                               | 6           | -                    | -                    | 10                     | 2                                   | Зачет                           | ПК-1.2                                 |
| 3     | Технологии и оборудование нанесения тонких пленок  | 54          | 54                               | 16          | 6                    | -                    | 30                     | 2                                   | Экзамен                         | ПК-1.3, ПК-2.1                         |
| 4     | Физико-химические методы исследования тонких пленок  | 36          | 36                               | 12          | -                    | -                    | 22                     | 2                                   | Зачет                           | ПК-2.2                                 |
| 5     | Практика получения и анализа тонких пленок   | 36          | -                                | -           | -                    | 20                   | 14                     | 2                                   | Зачет                           | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2 |
|       | <b>Итоговая аттестация</b>   | <b>54</b>   | <b>52</b>                        | <b>-</b>    | <b>6</b>             | <b>-</b>             | <b>46</b>              | <b>2</b>                            |                                 | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2 |
|       | Защита выпускной аттестационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты | 54          | 52                               | -           | 6                    | -                    | 46                     | 2                                   | Выпускная аттестационная работа | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2 |
|       | <b>ИТОГО</b>   | <b>252</b>  | <b>214</b>                       | <b>50</b>   | <b>22</b>            | <b>20</b>            | <b>148</b>             | <b>12</b>                           |                                 |  |

\* - формы текущего контроля определяются рабочей программой дисциплин/модулей/практик

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

### Учебно-методическое обеспечение программы

#### 1. Основная литература:

1. Абызов, А.М. Рентгенодифракционный анализ поликристаллических веществ на мини-дифрактометре «Дифрей»: учебное пособие / А.М.Абызов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2008. - 95 с.
2. Альмяшева, О.В. Основы физической химии наноразмерных систем: Конспект лекций / О.В.Альмяшева; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра физической химии. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. - 41 с.
3. Беляков, А.В. Химические основы нанотехнологии твердофазных материалов различного назначения: учебное пособие / А.В. Беляков, Е.В. Жариков, А.А. Малыгин; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2006.- 102 с.
4. Громов, В.К. Введение в эллипсометрию: Учебное пособие / В.К.Громов; МВ и ССО РСФСР, ЛТИ им. Ленсовета. Кафедра химии твердых веществ.- Ленинград: Изд-во ЛГУ, 1986.- 191 с.
5. Ежовский, Ю.К. Основы расчета вакуумной техники: учебное пособие / Ю.К. Ежовский, А.А. Малыгин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2016. - 45 с.
6. Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы/ А.А.Елисеев, А.В.Лукашин; под ред. Ю.Д.Третьякова. – Москва: Физматлит, 2010. – 456 с. - ISBN 978-5-9221-1120-1
7. Захарова, Н.В. Определение координационного состояния титана в оксидных наноструктурах на поверхности дисперсных твердофазных матриц по спектрам диффузного отражения: методические указания к лабораторной работе / Н.В.Захарова, М.Н.Цветкова, А.А.Малков; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. - Санкт-Петербург: СПбГТИ (ТУ), 2009. - 22 с.
8. Захарова, Н.В. Техника и методика ИК-спектроскопии: Практикум / Н.В.Захарова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2016. - 28 с.
9. Захарова, Н.В. Метрологическое обеспечение измерений наноразмерных объектов: учебное пособие / Н.В.Захарова, Е.А.Соснов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2014. - 92 с.
10. Кольцов, С.И. Спектроскопическая эллипсометрия в исследовании поверхности твердых веществ: Учебное пособие / С.И.Кольцов, В.К.Громов; МВ и ССО РСФСР, ЛТИ им. Ленсовета. Кафедра химии твердых веществ.- Ленинград: ЛТИ им. Ленсовета, 1988.- 78 с.
11. Малыгин, А.А. Химическая сборка функциональных наноматериалов методом молекулярного наслаивания: конспект лекций / А.А.Малыгин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. - 74 с.

12. Малыгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов: Текст лекций / А.А. Малыгин, А.А. Малков; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 71 с.
13. Неволин, В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике / В.К.Неволин. - Москва: Техносфера, 2006. - 159 с. - ISBN 5-94836-098-9
14. Раков, Э.Г. Неорганические наноматериалы: учебное пособие / Э.Г.Раков. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 480 с. - ISBN 978-5-00101-741-7 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.05.2022). - Режим доступа: по подписке.
15. Розанов, Л.Н. Вакуумная техника: учебник для вузов / Л.Н. Розанов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 2007. – 391 с. - ISBN 978-5-06-005521-4
16. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы: Учебное пособие./ Д.И.Рыжонков, В.В.Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. - 5-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 368 с. - ISBN 978-5-00101-474-4 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.05.2022). - Режим доступа: по подписке.
17. Соснов, Е.А. Методы зондовой микроскопии. Анализ продуктов молекулярного наслаивания методами Атомно-Силовой Микроскопии: Учебное пособие / Е.А.Соснов, А.С.Ципанова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2022.- 54 с.
18. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологии: Учебное пособие / В.В. Старостин; Под ред. Л.Н.Патрикеева. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.- 431 с. - ISBN 978-5-94774-727-0
19. Фахльман, Б. Химия новых материалов и нанотехнологии / Б.Фахльман; под ред. Ю.Д. Третьякова, Е.А.Гудилина. - Пер. с англ. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 463 с. - ISBN 978-5-91559-029-7
20. Фундаментальные и прикладные основы нанотехнологии молекулярного наслаивания: Учебное пособие. / С.И.Кольцов, А.А.Малыгин, А.А.Малков, Е.А.Соснов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2021. - 279 с.
21. Цао, Гочжун. Наноструктуры и наноматериалы. Синтез, свойства и применение / Г.Цао, Ин Ван; Пер. с англ. - Москва: Научный мир, 2012. - 520 с. - ISBN 978-5-91522-224-2

## **2. Вспомогательная литература:**

1. Бодалёв, И.С. Термогравиметрический контроль физико-химических процессов на поверхности твердых веществ: Практикум/ И.С.Бодалёв, А.А.Малков, Е.А.Соснов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 62 с.
2. Гусев, А.И. Наноматериалы. Наноструктуры. Нанотехнологии / А.И.Гусев. - Москва: Физматлит, 2007. - 415 с. - ISBN 978-5-9221-0582-8
3. Дьячков, П.Н. Электронные свойства и применение нанотрубок / П.Н.Дьячков. - 4-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 491 с. - ISBN 978-5-00101-842-1 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.05.2022). - Режим доступа: по подписке.
4. Исследование наноструктур с применением сканирующей зондовой микроскопии: учебное пособие / К.Л.Васильева, О.М.Ищенко, Е.А.Соснов, А.А.Малыгин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2010. - 64 с.

5. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям: учебное пособие / Е.Д.Мишина и др.; под ред. А.С.Сигова. - 5-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 187 с. – ISBN 978-5-00101-473-7 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: по подписке.
6. Миронов, В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии / В.Л.Миронов. - Москва: Техносфера, 2005. - 144 с. - ISBN 5-94836-034-2
7. Нано- и биоконпозиты / Под ред. А.К.-Т.Лау и др. - 2-е изд.- Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 393 с. - ISBN 978-5-00101-727-1 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.05.2022). - Режим доступа: по подписке.
8. Нанотехнологии в электронике / Под ред. Ю.А.Чаплыгина. - Москва: Техносфера, 2005. - 446 с. - ISBN 5-94836-059-8
9. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение: сб. научн. тр. / под ред. У.Жу, Ж.Л.Уанга.- Москва: Лаборатория знаний, 2021.- 601 с.- ISBN 978-5-00101-142-2. // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.05.2022). - Режим доступа: по подписке.
10. Суздаев, И.П. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П.Суздаев. – Изд. 2-е испр. – Москва: Книжный дом «ЛИБРОМ», 2009. – 592 с. - ISBN 978-5-397-00217-2
11. Третьяков, Ю.Д. Введение в химию твердофазных материалов: Учебное пособие / Ю.Д. Третьяков, В.И.Путляев. - Москва: Наука, 2006. - 400 с. - ISBN 5-211-06045-8
12. Физические методы исследования наноструктур и поверхности твердого тела: учебное пособие/ В.И. Троян, М.А. Пушкин, В.Д. Борман, В.Н. Тронин.- М.: МИФИ, 2008.- 260 с.

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;  
<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ», «Профессия»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);  
[www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;  
[www.scopus.com](http://www.scopus.com) - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;  
<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;  
<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство ИОР (Великобритания);  
[www.oxfordjournals.org](http://www.oxfordjournals.org) - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;  
<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));  
<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);  
<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;  
<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.  
<http://science.sciencemag.org>, обеспечивающий доступ к полнотекстовым материалам академического мультидисциплинарного журнал Science;  
<https://scholar.google.ru>, Сервис компании Google ("Link resolver"), позволяющий осуществлять поиск библиографических ссылок, рефератов и полнотекстовых вариантов научных публикаций по широкому спектру источников информации.

### Материально-техническое обеспечение программы

| Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий  | Вид занятий  | Наименование оборудования, программного обеспечения   |
|--|--|---|
| Среда дистанционного обучения Moodle.<br>Виртуальные аналоги специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий – личный кабинет слушателя | лекции, практические занятия, самостоятельная работа, промежуточная аттестация | Компьютер с выходом в Интернет  |
| Технологическая лаборатория  | лабораторные занятия   | Технологические установки молекулярного наслаивания, ПО управлением процессом молекулярного наслаивания нанопокровов заданной толщины и состава (Св-во регистрации программы ЭВМ RU 2020618405)<br>Оборудование для проведения физико-химических исследований тонких пленок, ПО управления соответствующим оборудованием, ПО обработки ЭСДО (Св-во регистрации программы ЭВМ RU 2022617223) |
| Аудитория  | итоговая аттестация  | Компьютер, мультимедийный проектор, экран   |

### Кадровые условия реализации программы

Программа реализуется квалифицированными специалистами в области создания наноразмерных покрытий по технологии молекулярного наслаивания из числа сотрудников Первого всероссийского Инжинирингового центра технологии молекулярного наслаивания (ИЦТМН) СПбГТИ(ТУ).