



ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(СПбГУ)

## П Р И К А З

30.08.2019

№ 8533/1

Об утверждении  
учебно-методической документации  
дополнительной образовательной  
программы (шифр В1.2223.\*)

В соответствии с приказом первого проректора по учебной, внеучебной и учебно-методической работе от 22.08.2016 № 6372/1 «Об утверждении Регламента создания и реализации дополнительных образовательных программ» (с последующими изменениями и дополнениями)

ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Утвердить учебно-методическую документацию дополнительной профессиональной образовательной программы повышения квалификации «Использование дулучевых станций «сфокусированный ионный пучок – сканирующий электронный микроскоп» для проведения исследований в области нанотехнологий и материаловедения» (шифр В1.2223.\*):
    - 1.1. Компетентностно-ориентированный учебный план (регистрационный номер 19/2223/1) (Приложение №1);
    - 1.2. Календарный учебный график (Приложение №2);
    - 1.3. Общую характеристику (шифр В1.2223.\*) (Приложение №3).
  2. Начальнику Управления по связям с общественностью Зайнуллину Т.Т. обеспечить публикацию настоящего приказа на сайте СПбГУ.
  3. За разъяснением содержания настоящего приказа следует обращаться посредством сервиса «Виртуальная приемная» на сайте СПбГУ к начальнику Управления образовательных программ.
  4. Предложения по изменению и/или дополнению настоящего приказа направлять на адрес электронной почты [org@spbu.ru](mailto:org@spbu.ru).
  5. Контроль за исполнением настоящего приказа оставляю за собой.
- Основание: служебная записка директора Центра дополнительных образовательных программ по направлениям математика, процессы управления, физика и химия Мягковой-Романовой М.А. от 11.07.2019 № 04/1-09-53.

Начальник  
Управления образовательных программ

М.А. Соловьева

Приложение №1 к приказу  
начальника  
Управления образовательных программ

от 30.08.2019 № 8533/1

**Санкт-Петербургский государственный университет**  
**КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН**  
**дополнительной профессиональной образовательной программы**

*Использование дулучевых станций  
«сфокусированный ионный пучок – сканирующий электронный микроскоп»  
для проведения исследований в области нанотехнологий и материаловедения  
Focused Ion beam – Scanning Electron Microscope Crossbeam Station for Investigations  
in Material Science and Nanotechnology*

**подвид программы**  
**позиция в лицензии**  
по профилю (профилям)

*ДОП повышения квалификации*  
*Дополнительное профессиональное образование*  
*Не предусмотрено*

**форма обучения:**  
**язык(и) обучения:**

*очная*  
*английский, русский*

Регистрационный номер учебного плана	19/2223/1
--------------------------------------	-----------

Санкт-Петербург

## Раздел 1. Формируемые компетенции

1.1. Компетенции, формируемые в результате освоения дополнительной образовательной программы:

Профиль	Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
	ДК-1	<p>Способен объяснить основные принципы устройства дулучевых станций ФИП-СЭМ, основы физики взаимодействия пучков ускоренных заряженных частиц с поверхностью твёрдых тел и основы кристаллографии</p> <p>Capable to explain basic principles of construction and operation of FIB-SEM stations, basics of solid state physics, charged particles physics and crystallography</p>
	ДК-2	<p>Способен объяснить области применения ФИП-СЭМ, основные и комплементарные методы исследования: визуализация топографического и фазового контраста, определения элементного состава, определение кристаллографической ориентации поверхности, исследования особенностей рекомбинации электрон-дырочных пар в полупроводниках. Способен самостоятельно составлять схему эксперимента с использованием станции ФИП-СЭМ, учитывая особенности исследуемых объектов и поставленные задачи исследования</p> <p>Capable to explain areas of application of FIB-SEM stations, basics and advanced investigation methods: topographical and phase contrast imaging, elemental analysis, determination of crystallographic orientation of the surface of the sample, investigation of recombination and luminescent activity of electron-hole pairs in semiconductors</p>
	ДК-3	<p>Способен подготовить поверхность образцов к исследованиям с помощью ФИП-СЭМ, включая очистку, резку, шлифовку и поливку, а также нанесение проводящих покрытий на поверхность образцов методом вакуумного ионного распыления</p> <p>Capable to prepare the samples: cleaning of the sample surface, cutting, grinding and polishing, evaporation of conductive coatings by ion beam deposition(IBD)</p>
	ДК-4	<p>Способен проводить базовую настройку и фокусировку ионной и электронной колонн дулучевой станции ФИП-СЭМ</p> <p>Capable to basic alignment and focusing of electron and ion columns of FIB-SEM stations</p>
	ДК-5	<p>Способен использовать ФИП-СЭМ для получения увеличенных изображений микро- и нано-объектов, проводить качественный элементный анализ, регистрировать спектры катодолуминесценции, а также проводить пробоподготовку методом ФИП</p> <p>Capable to use FIB-SEM for imaging micro- and nano-objects, for qualitative energy-dispersive X-Ray microanalysis(EDX)? for cathodoluminescence spectra acquiring and for ion beam assisted sample preparation with FIB-SEM station</p>

## Раздел 2. Организация обучения и итоговой аттестации

Трудоёмкость, зачётных единиц	Коды компетенций	Наименование учебной дисциплины, практики, формы научно-исследовательской работы, процедуры аттестации	Виды аттестации	Формы аттестации	Число часов аудиторной работы									Число часов самостоятельной работы					Всего часов контактной работы	Всего часов самостоятельной работы
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Кolloквиумы	Текущий контроль	Аттестация	В присутствии преподавателя	Под руководством преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль	Аттестация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<b>02 нед. Учётных недель 02</b>																				
<b>Базовая часть периода обучения</b>																				
4	ДК-1, ДК-2, ДК-3, ДК-4, ДК-5	[031397] Использование дуолучевых станций «сфокусированный ионный пучок - сканирующий электронный микроскоп» для проведения исследований в области нанотехнологий и материаловедения Focused Ion Beam – Scanning Electron Microscope Crossbeam Station for Investigations in Material Science and Nanotechnology	итоговая аттестация	итоговый зачёт	21	0	0	41	10	0	0	0	2	0	0	70	0	0	74	70
<b>Вариативная часть периода обучения</b>																				
<b>Не предусмотрено</b>																				

Приложение №2 к приказу  
начальника  
Управления образовательных программ

от 30.08.2019 № 8533/1

**КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК**  
дополнительной профессиональной образовательной программы  
**«Использование двулучевых станций**  
**«сфокусированный ионный пучок – сканирующий электронный микроскоп»**  
**для проведения исследований в области нанотехнологий и материаловедения»**

шифр образовательной программы В1.2223.\*

**Вариант реализации 1**

№ п/п	Вид учебной работы	Продолжительность, в днях
1	Учебные занятия (лекции, практические занятия, лабораторные работы)	9
2	Учебные занятия, итоговая аттестация	1

Приложение №3 к приказу  
начальника  
Управления образовательных программ

от 30.08.2019 № 8533/1

**Санкт-Петербургский государственный университет**  
**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**  
**дополнительной профессиональной образовательной программы**

*Использование двулучевых станций  
«сфокусированный ионный пучок – сканирующий электронный микроскоп»  
для проведения исследований в области нанотехнологий и материаловедения  
Focused Ion beam – Scanning Electron Microscope Crossbeam Station  
for Investigations in Material Science and Nanotechnology*

**Шифр образовательной программы: В1.2223.\***

<b>подвид программы</b>	<i>ДОП повышения квалификации</i>
<b>позиция в лицензии</b>	<i>Дополнительное профессиональное образование</i>
по профилю (профилям)	<i>Не предусмотрено</i>
<b>Форма обучения:</b>	<i>очная</i>
<b>Язык(и) обучения:</b>	<i>русский, английский</i>
<b>Срок(и) обучения:</b>	<i>2 учетные недели</i>

## Раздел 1. Общая информация об образовательной программе

1.1. Цель (аннотация/ миссия) ДОП: Образовательная программа посвящена изучению возможностей использования дулучевых станций: сфокусированный ионный пучок – сканирующий электронный микроскоп (ФИП-СЭМ) для проведения исследований в области материаловедения и нанотехнологий. В курсе рассмотрены как базовые методы визуализации микро- и нано-объектов, так и аналитические методы исследования состава и структуры образцов: EBSD, EDX, EBIC и катодолуминесценция. Отдельно рассмотрены методы подготовки образцов для проведения соответствующих исследований.

Курс состоит из теоретической части, включающей в себя основы оптики заряженных частиц, физики взаимодействия электронов и ионов с поверхностью твердых тел, а также основы кристаллографии, и практической части, в которой подробно рассмотрены практические аспекты подготовки образцов и проведения исследований методом ФИП-СЭМ.

1.2. Компетенции, формируемые в результате освоения дополнительной образовательной программы:

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
ДК-1	Способен объяснить основные принципы устройства дулучевых станций ФИП-СЭМ, основы физики взаимодействия пучков ускоренных заряженных частиц с поверхностью твёрдых тел и основы кристаллографии Capable to explain basic principles of construction and operation of FIB-SEM stations, basics of solid state physics, charged particles physics and crystallography
ДК-2	Способен объяснить области применения ФИП-СЭМ, основные и комплементарные методы исследования: визуализация топографического и фазового контраста, определения элементного состава, определение кристаллографической ориентации поверхности, исследования особенностей рекомбинации электрон-дырочных пар в полупроводниках. Способен самостоятельно составлять схему эксперимента с использованием станции ФИП-СЭМ, учитывая особенности исследуемых объектов и поставленные задачи исследования Capable to explain areas of application of FIB-SEM stations, basics and advanced investigation methods: topographical and phase contrast imaging, elemental analysis, determination of crystallographic orientation of the surface of the sample, investigation of recombination and luminescent activity of electron-hole pairs in semiconductors
ДК-3	Способен подготовить поверхность образцов к исследованиям с помощью ФИП-СЭМ, включая очистку, резку, шлифовку и полировку, а также нанесение проводящих покрытий на поверхность образцов методом вакуумного ионного распыления Capable to prepare the samples: cleaning of the sample surface, cutting, grinding and polishing, evaporation of conductive coatings by ion beam deposition (IBD)
ДК-4	Способен проводить базовую настройку и фокусировку ионной и электронной колонн дулучевой станции ФИП-СЭМ Capable to basic alignment and focusing of electron and ion columns of FIB-SEM stations
ДК-5	Способен использовать ФИП-СЭМ для получения увеличенных изображений микро- и нано-объектов, проводить качественный элементный анализ, регистрировать спектры катодолуминесценции, а также проводить пробоподготовку методом ФИП Capable to use FIB-SEM for imaging micro- and nano-objects, for qualitative energy-dispersive X-Ray microanalysis (EDX)? for cathodoluminescence spectra acquiring and for ion beam assisted sample preparation with FIB-SEM station

1.3. Требования к профессорско-преподавательскому составу, необходимому для реализации образовательной программы:

Наличие ученой степени, звания или опыт практической работы по соответствующему направлению/дисциплинам.

1.4. Условия реализации, делающие ДОП уникальной или дающие дополнительные конкурентные преимущества на рынке образовательных услуг:

Возможность проведения обучения на базе Научного Парка СПбГУ, МРЦ «Нанотехнологии» и РЦ «Нанофотоника». Оснащение ресурсных центров на уровне ведущих мировых центров микроскопии, позволяющее получить опыт работы на высококласном оборудовании. Большая коллекция образцов из различных областей наук о Земле, материаловедения и физики твердого тела, позволяющие получить опыт работы с различными классами объектов в зависимости от пожеланий обучающихся.

1.5. Возможные модели особенности реализации (параллельное, дистанционное, электронное обучение, сетевая форма обучения и др., если есть): очная форма.

**Раздел 2. Таблица соответствия действующих профессиональных стандартов направлению подготовки**

Код профессионального стандарта по классификации Минтруда	Область профессиональной деятельности	Вид профессиональной деятельности	Наименование профессионального стандарта (с последующими изменениями и дополнениями)
26.015	Химическое, химико-технологическое производство	Проведение исследований и разработки новых наноструктурированных PVD-покрытий	Специалист по исследованиям и разработке наноструктурированных PVD-покрытий
26.016	Химическое, химико-технологическое производство	Проведение контроля и испытаний на этапах получения изделий с наноструктурированными PVD-покрытиями	Специалист по контролю и испытаниям наноструктурированных PVD-покрытий
40.005	Сквозные виды профессиональной деятельности	Производство объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них	Специалист в области материаловедческого обеспечения технологического цикла производства объемных нанометаллов, сплавов, композитов на их основе и изделий из них
40.017	Сквозные виды профессиональной деятельности	Производство объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них	Специалист в области материаловедческого обеспечения технологического цикла производства объемных нанокерамик, соединений, композитов на их основе и изделий из них
40.037	Сквозные виды профессиональной деятельности	Разработка и оптимизация технологических процессов производства приборов квантовой электроники и	Специалист по разработке технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники



		фотоники на основе наноструктурированных материалов	
40.185	Сквозные виды профессиональной деятельности	Метрологическое обеспечение инновационной продукции наноиндустрии	Специалист по метрологии в nanoиндустрии
40.011	Сквозные виды профессиональной деятельности	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок	Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам
Профессиональные стандарты не разработаны	Сканирующая электронная микроскопия	Научно-исследовательская деятельность	Профессиональные стандарты не разработаны
Профессиональные стандарты не разработаны	Ионно-лучевые методы	Научно-исследовательская деятельность	Профессиональные стандарты не разработаны