

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский университет дружбы народов»

*Инженерная академия*

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

Вид практики: Преддипломная практика

Тип (название) практики: Преддипломная практика

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указываются код и наименование направления подготовки специальности)

Направленность программы (профиль)

Инженерно-физические технологии в наноиндустрии

## 1. Цель и задачи практики

Преддипломная практика направлена на углубление, систематизацию и закрепление теоретических знаний, а также на получение и закрепления профессиональных умений и навыков в области нанотехнологий и микросистемной техники, включая формулировку актуальности, целей и задач в рамках разрешения различных научно-технических проблем в области нанотехнологий и микросистемной техники, закрепления навыков работы на технологическом и исследовательском оборудовании, используемом в нанотехнологиях, расширения перечня освоенных технологий и измерительных методик.

**Основными задачами преддипломной практики** являются:

- овладеть навыками формулировки целей и задач в рамках разрешения научно-технических проблем в области нанотехнологий и микросистемной техники, обоснования актуальности решаемой проблемы.
  - овладеть навыками поиска оптимальных путей решения сформулированных задач.
  - овладеть навыками теоретических исследований, включая моделирования физических процессов;
  - овладеть навыками планирования экспериментальных исследований;
  - овладеть навыками разработки программ и методик испытаний;
  - изучить методики проведения измерений и исследования образцов, используемые в нанотехнологиях включая:
    - сканирующую зондовую микроскопию;
    - сканирующую электронную микроскопию;
    - нано- и микроиндентирование;
    - рентгеновские и ионно-пучковые методы диагностики материалов;
    - спектроскопию комбинационного рассеяния и инфракрасную спектроскопию;
    - эллипсометрию
    - и др.
  - овладеть навыками работы на научно-исследовательском оборудовании для исследования наноматериалов и наноустройств;
  - овладеть практическими навыками реализации различных измерительных методик;
  - овладеть практическими навыками подготовки образцов для проведения измерений.
  - овладеть практическими навыками работы на технологическом оборудовании, используемом в нанотехнологиях.
- Изучить** организацию типового промышленного/лабораторного участка по работе с наноразмерными объектами, в том числе:
- ✓ состав технологического, контрольно-измерительного и вспомогательного оборудования;
  - ✓ особенности работы с наноразмерными объектами;
  - ✓ методы и подходы обеспечения качества получаемых изделий;
- **Научиться** самостоятельно оперировать наноразмерными объектами, включая:

- ✓ разрабатывать маршрут изготовления изделий с наноразмерными структурами;
  - ✓ производить подготовку наноразмерных объектов к исследованиям и/или технологическим операциям;
  - ✓ выполнять процесс создания/изменения/контроля наноразмерных изделий.
- **Овладеть** навыками работы с технологическим и вспомогательным оборудованием для создания/изменения/контроля наноразмерных объектов.

## 2. Место практики в структуре ОПОП ВО

Преддипломная практика относится к вариативной части Блока 2 учебного плана. Её прохождение базируется на материале предшествующих дисциплин и/или практик, а также она является базовой для изучения последующих дисциплин и/или практик учебного плана, перечень которых представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень предшествующих и последующих дисциплин/практик

№ п/п	Предшествующие дисциплины/практики	Последующие дисциплины
1	Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники	Государственная итоговая аттестация
2	Введение в микро- и наноэлектромеханические системы	
3	Оптические измерения	
4	Квантовая механика в наносистемах	
5	Надежность устройств наноэлектронной и микросистемной техники	

## 3. Способы проведения практики

Способы проведения преддипломной практики следующие:

- стационарная;
- выездная.

## 4. Объем практики и виды учебной работы

Таблица 2 – Объем практики и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего, ак. часов	7, 8 семестр	
Контактная работа обучающегося с преподавателем, включая контроль	218		218
Иные формы учебной работы, включая ведение дневника практики и подготовку отчета обучающимся	430		430
Вид аттестационного испытания			Зачет с оценкой
Общая трудоемкость	академических часов	648	648
	зачетных единиц	18	18
Продолжительность	недель	18	18

## 5. Место проведения практики

Место прохождения практики предоставляется обучающемуся руководителем практики на основании заключенных соответствующих договоров с базовыми организациями.

Базами для выполнения обучающимися преддипломной практики служат:

- лаборатории университета;
- организации, основная профессиональная деятельность которых направлена на изготовление продуктов нанотехнологий (предприятия наноиндустрии)
- научно-исследовательские, проектно-конструкторские и научно-производственные учреждения и организации;
- лаборатории, центры качества и сертификации продуктов нанотехнологий

Студент может сам выйти с инициативой о месте прохождения практики. Направление профессиональной деятельности организации, предлагаемой обучающимся для прохождения практики, должно соответствовать профилю образовательной программы и видам профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник программы. Место прохождения практики обязательно согласовывается с руководителем департамента/кафедры с последующим (при положительном решении) заключением соответствующего договора с предложенной обучающимся организацией.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья и/или относящиеся к категории «инвалид» проходят практику, в доступной для них форме в лабораториях университета, а также в профильных организациях, с которыми заключены соответствующие договоры и которые обладают возможностью (оборудование, специальные средства и инфраструктура) работы с данными категориями граждан.

## 6. Перечень планируемых результатов прохождения практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Преддипломная практика направлена на формирование у обучающихся следующих компетенции:

УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; УК-7; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОПК-7; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8 Результатом прохождения практики являются знания, умения, навыки и опыт профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы, представленные в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения

Компетенция	Знания	Умения	Навыки
1	2	3	4
Способность проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований	Знания информационных баз данных, библиографических и реферативных баз данных и инструментов для отслеживания цитируемости статей, опубликованных в научных изданиях	Умение проводить информационный поиск по отдельным объектам исследований	Навык проведения информационного поиска по отдельным объектам исследований
Способность осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов	Знания составления научно-технических отчетов по результатам проведенных исследований, составления актов и протоколов исследования образцов	Умения составлять научно-технических отчетов по результатам проведенных исследований, составления актов и протоколов исследования образцов	Навыки подготовки научно-технической документации по результатам проведенных исследований
Готовность осуществлять патентные исследования в области профессиональной деятельности, а также сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации	Знание законодательства в области патентного права, баз данных патентов, форм заявок на патенты различных типов. Знания процедуры оформления заявки на защиту объектов интеллектуальной собственности	Умения осуществлять патентные исследования в области профессиональной деятельности, а также сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации	Навыки осуществления патентных исследований в области профессиональной деятельности, а также сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации
Готовность нести ответственность за результат собственных действий и (или) группы сотрудников	Знания нормативно-правовой базы, методик проведения исследований, технологических	Умения выполнения работ в коллективе с персональной ответственностью за ре-	Навык выполнения работ в коллективе с персональной ответственностью за результат собственных действий и (или) группы со-

на конкретном участке деятельности	инструкций и последствий нарушения инструкций и методик.	зультат собственных действий и (или) группы сотрудников на конкретном участке деятельности	трудников на конкретном участке деятельности
------------------------------------	--	--	--

## 7. Структура и содержание практики

№ п/п	Этапы практики	Виды работ, осуществляемых обучающимися	Учебная работа по формам, ак.ч.		Всего, ак.ч.
			Контактная работа	Иные формы учебной работы	
1	Организационно-подготовительный	Получение индивидуального задания на практику от руководителя	20	-	20
2		Инструктаж по технике безопасности на рабочем месте (в лаборатории и/или на производстве)	20	-	20
3	Основной	Ознакомление с технологическим участком/исследовательской лабораторией по работе с наноразмерными объектами	10	40	50
4		Выбор объектов исследований, составление плана практики и плана научно-исследовательской выпускной квалификационной работы	58	40	98
5		Контроль и утверждение планов преддипломной практики научно-исследовательской выпускной квалификационной работы	40		40
6		Проведение экспериментальных работ по изготовлению/исследованию образцов наноразмерных объектов	20	90	110
7		Проведение исследований полученных объектов	10	100	110
8		Составление актов и протоколов проведенных экспериментальных исследований.	10	40	50
9		Текущий контроль прохождения практики со стороны руководителя	30		30
10		Ведение дневника прохождения практики	-	40	40
11		Подготовка отчета о прохождении практики	-	40	40
12		Отчетный	Промежуточная аттестация (подготовка к защите и защита отчета)		40
<b>ВСЕГО:</b>			<b>218</b>	<b>430</b>	<b>648</b>

Для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и/или относящихся к категории «инвалид», при необходимости, руководитель практики разрабатывает индивидуальные задания, план и порядок прохождения практики с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья, образовательной программы, адаптированной для указан-

ных обучающихся (при наличии) и в соответствии с индивидуальными программами реабилитации инвалидов.

## **8. Образовательные, научно-исследовательские и научно-производственные технологии, используемые на практике**

В процессе выполнения преддипломной практики используются следующие образовательные технологии:

- контактная работа обучающегося с преподавателем, заключающаяся в получении индивидуального задания, прохождении инструктажа по технике безопасности, получении консультаций по вопросам прохождения практики, заполнения текущей и отчетной документации, а также защита отчета о прохождении практики;

- иные формы учебной работы (образовательной деятельности), к которым относится основная деятельность обучающегося по выполнению разделов практики в соответствии с индивидуальным заданием, рекомендованными методиками и источниками литературы, направленная на формирование определенных профессиональных навыков или опыта профессиональной деятельности, предусмотренных программой практики, а также по заполнению текущей и отчетной документации, и подготовке к защите отчета о прохождении практики.

В процессе выполнения преддипломной практики используются следующие научно-исследовательские и научно-производственные технологии:

- освоение обучающимся методов анализа информации и интерпретации результатов научно-исследовательской деятельности;

- выполнение письменных аналитических и расчетных заданий в рамках практики с использованием рекомендуемых информационных источников;

- использование различных компьютерных программных продуктов графического, аналитического и/или производственного назначения (в зависимости от места прохождения практики и специфики задания);

- использование обучающимся различных электронно-библиотечных и справочно-правовых систем и т.д.

## **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной практики**

*Основная литература:*

Рекомендуется практиканту научным руководителем в зависимости от темы НИР

*Дополнительная литература:*

1. В. Л. Миронов Основы сканирующей зондовой микроскопии. Учебное пособие для студентов старших курсов высших учебных заведений. Российская академия наук, Институт физики микроструктур. г. Нижний Новгород, 2004 г. - 110 с.

2. Электронная микроскопия : учеб. пособие / А. И. Власов, К. А. Елсуков, И. А. Косолапов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. –168 с.: ил.

3. Головин Ю.И. Наноиндентирование и его возможности М.: Машиностроение, 2009. — 312 с.: ил.

4. А. Г. Колмаков, В. Ф. Терентьев, М. Б. Бакиров Методы измерения твердости : справочное издание / . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Интермет Инжиниринг, 2005 . – 150 с. - ISBN 5-89594-111-7.

5. Львов Б. Г., Бондаренко Г. Г., Николаевский А. В. Сканирующая зондовая микроскопия в исследовании поверхностной структуры наноматериалов М.: Московский государственный институт электроники и математики, 2010. – 26 с.

6. Технология тонких пленок: Справочник в 2-х томах/ Под ред. Л. Майссела, Р. Глэнга – М.: Сов. радио, 1977. – 664 с. и 770 с.

7. Вакуумное оборудование тонкопленочной технологии производства изделий электронной техники: Учебник для студентов специальности «Электронное машиностроение» / Под ред. Проф. Л.К. Ковалева, Н.В. Василенко. т.1. — Красноярск: НИИ СУВПТ, МГП "Раско", 2001г., 608 с.

8. Кеменов В.Н., Нестеров С.Б. Вакуумная техника и технология: –М.: Издательство МЭИ, 2002. – 84 с.

*Периодические издания:*

Журнал «Измерительная техника», ISSN 0132-4713

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

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

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

*Программное обеспечение:*

«Использование специализированного программного обеспечения при проведении практики не предусмотрено».

*Методические материалы для прохождения практики, ведения текущей и подготовки отчетной документации обучающимся (также размещены в ТУИС РУДН в соответствующем разделе дисциплины):*



## 10. Материально-техническое обеспечение учебной практики

Для проведения практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности требуются лаборатории и/или производственный участки оснащенные вакуумным оборудованием одного из следующих типов:

1. Установки магнетронного напыления;
2. Установки электронно-лучевого распыления;
3. Установки термического распыления;
4. Установки вакуумно-дугового распыления;
5. Установки импульсно-лазерного напыления;
6. Установки смешанных типов и/или технологические комплексы, включающие одну или несколько вышеперечисленных технологий.

Выбор конкретной технологии, а также другого материально-технического обеспечения определяется руководителем практики, исходя из возможностей лаборатории, на базе которой проводится практика. Базами для прохождения обучающимися практики по получению первичных профессиональных умений и навыков служат:

- лаборатории университета;
- организации, основная профессиональная деятельность которых направлена на изготовление продуктов нанотехнологий (предприятия nanoиндустрии)
- научно-исследовательские, проектно-конструкторские и научно-производственные учреждения и организации;
- лаборатории, центры качества и сертификации продуктов нанотехнологий

В качестве примера можно привести следующие лаборатории/организации:

1. Центр аддитивных и порубежных технологий Институт инновационных инженерных технологий РУДН
2. Научно-образовательный центр Функциональные микро и наносистемы МГТУ им. Н.Э. Баумана
3. ООО «Новые плазменные технологии»

Технические средства, используемые при проведении практики, должны эксплуатироваться в соответствии с технической документацией.

Необходимо соблюдать меры электробезопасности по ГОСТ 12.1.019-79, если другое не установлено в технической документации на измерительное/исследовательское оборудование и применяемые технические средства.

## 11. Формы аттестации практики

В процессе прохождения преддипломной практики преподавателем осуществляется текущий контроль выполнения обучающимся задания на практику. По итогам практики предусмотрена промежуточная аттестация в форме **зачета с оценкой** (по результатам защиты отчета по практике).

## 12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по практике


## 12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по практике

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала по практике, включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

### Разработчики:

Ассистент,  
Кафедра «Нанотехнологии и  
микросистемная техника»  
должность, название кафедры

  
подпись

П.А.Михалев  
инициалы, фамилия

**Руководитель программы**  
Доцент,  
Кафедра «Нанотехнологии и  
микросистемная техника»  
должность, название кафедры

  
подпись

С.В.Агасиева  
инициалы, фамилия

**ИО заведующего кафедрой**  
Доцент,  
Кафедра «Нанотехнологии и  
микросистемная техника»  
должность, название кафедры

  
подпись

С.В.Агасиева  
инициалы, фамилия