

*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

Направление подготовки: 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

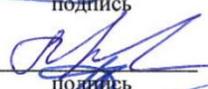
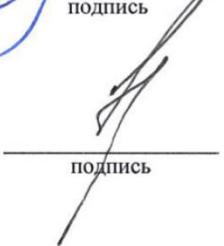
Направленность (профиль/специализация): «Инженерно-физические технологии в
наноиндустрии»

Москва,
2019

Рабочая программа практики разработана в соответствии с учебным планом по направлению 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», профиль «Инженерно-физические технологии в наноиндустрии», 2019 года набора, утвержденным на заседании Ученого совета Инженерной академии 21 марта 2019 г. (протокол №2022-08/7).

Рабочая программа преддипломной практики рассмотрена на заседании департамента Механики и мехатроники 19 мая 2019 г. (протокол № 2022-05-04/09).

Разработчики:

доцент	_____		Осипков А.С.
	должность	подпись	инициалы, фамилия
доцент	_____		Макеев М.О.
	должность	подпись	инициалы, фамилия
ассистент	_____		Михалев П.А.
	должность	подпись	инициалы, фамилия
Руководитель департамента механики и мехатроники	_____		Разумный Ю.Н.
		подпись	инициалы, фамилия

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	Методы исследования характеристик наноструктур	Государственная итоговая аттестация
2	Физика твёрдого тела, конденсированное состояние вещества наносистем	
3	Квантовая механика	
4	Супрамолекулярные наносистемы	
5	Введение в материалы и методы нанотехнологий	
6	Основы современной нано-, микро- и оптоэлектроники	
7	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков	
8	Технология производства микро- и наносистем	
9	Технологическое обеспечение качества в nanoиндустрии	
10	Технология производства микро- и наноэлектронных интегральных схем	
11	Технологии микро- и наноэлектронных схем	

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	4 семестр
			1
Контактная работа обучающегося с преподавателем, включая контроль		26	26
Иные формы учебной работы, включая ведение дневника практики и подготовку отчета обучающимся		190	190
Вид аттестационного испытания			Зачет с оценкой
Общая трудоемкость	академических часов	216	216
	зачетных единиц	6	6
Продолжительность практики	недель	6	6

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 nanoиндустрии)
- 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 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

-УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

-УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели

-УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия

-УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия

-УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

-УК-7 Способен к использованию цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации (в области нанотехнологии и микросистемной техники) в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры

-ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей

-ОПК-2 Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента

-ОПК-3 Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений

-ОПК-4 Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов

-ОПК-5 Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов

-ОПК-6 Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности

-ОПК-7 Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники

-ПК-1 Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

-ПК-2 Готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты

-ПК-3 Готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники

-ПК-4 Готовность выполнять научно-технические отчеты, доклады, публикации по результатам выполненных исследований, а также оформлять заявки на защиту объектов интеллектуальной собственности

-ПК-5 Способность разрабатывать технологии изготовления наноструктурированных покрытий с заданными свойствами и проводить исследования их характеристик

-ПК-6 Способность выполнять подготовку конструкторской документации для запуска в производство и разрабатывать методики испытаний, контроля и отбраковки наногетероструктурных элементов и устройств на их основе

-ПК-7 Способность разрабатывать современные технологические процессы изготовления нанoeлектронных изделий

-ПК-8 Способность разрабатывать новые технологические процессы производства микро- и наноразмерных электромеханических систем

-ПК-9 Способность разрабатывать технологические процессы в области биотехнических систем и технологий

Результатом прохождения практики являются знания, умения, навыки и опыт профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы,

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

Компетенция	Знания	Умения	Навыки
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	Знания иностранного языка, технических терминов	Умение использовать иностранный язык в профессиональной сфере	Навык использования иностранного языка в профессиональной сфере
Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	Знания правил делового этикета, норм и правил делового общения	умения общаться с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности	Навыки общения с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности

ПК-3 Готовность разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии и микросистемной техники	Знания, получаемые при освоении дисциплин программы магистратуры	Умения использовать полученные знания, умения и навыки, полученные при изучении программы магистратуры, в практической деятельности.	Навык использования результатов освоения дисциплин программы магистратуры в практической деятельности.
ПК-1 Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Знания проблематики в направлении проводимых исследований	Умение формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Навык формулировки цели и задач научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованного выбора теоретических и экспериментальных методов и средств решения сформулированных задач
готовность разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники, анализировать их результаты (ПК-2)	знания методик проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и микросистемной техники,	умения проводить измерения и исследования образцов на следующем оборудовании: сканирующий зондовый микроскоп, сканирующий электронный микроскоп; нано- и микроинденторы; рентгеновские и ионно-пучковые установки, спектрометры комбинационного рассеяния и т.п.	Навыки выбора методов подготовки образцов и проведения исследований на исследовательском и измерительном оборудовании, используемом в нанотехнологиях.
готовностью разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области	Знания физических закономерностей в области решаемых задач, методик физического и математического моделирования.	Умения разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области	Практический навык разработки физических и математических моделей, проведения компьютерного моделирования исследуемых физических процессов в

нанотехнологии и микросистемной техники (ПК-3)		нанотехнологии и микросистемной техники	области нанотехнологии и микросистемной техники.
--	--	---	--

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	2	-	2
2		Инструктаж по технике безопасности на рабочем месте (в лаборатории и/или на производстве)	2	-	2
3	Основной	Работа под руководством научного руководителя, 1 семестр	8	294	302
4		Работа под руководством научного руководителя, 2 семестр	8	190	198
5		Работа под руководством научного руководителя, 3 семестр	18	468	486
6		Работа под руководством научного руководителя, 4 семестр	6	120	130
7	Отчетный		-	-	-
8		Промежуточная аттестация (подготовка к защите и защита отчета)	72	-	72
ВСЕГО:			116	190	216

№ 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	2	-	2
2		Инструктаж по технике безопасности на рабочем месте (в лаборатории и/или на производстве)	2	-	2
3	Основной	Ознакомление с технологическим участком/исследовательской лабораторией по работе с наноразмерными объектами	-	20	20
4		Выбор объектов исследований, составление плана практики и плана научно-исследовательской выпускной квалификационной работы		50	50
5		Контроль и утверждение планов преддипломной практики научно-исследовательской выпускной квалификационной работы	2		2

6		Проведение экспериментальных работ по изготовлению/исследованию образцов наноразмерных объектов		50	50
7		Проведение исследований полученных объектов		45	45
8		Составление актов и протоколов проведенных экспериментальных исследований.		5	5
9		Текущий контроль прохождения практики со стороны руководителя	2	-	2
10		Ведение дневника прохождения практики	-	10	10
11		Подготовка отчета о прохождении практики	-	10	10
12	Отчетный	Промежуточная аттестация (подготовка к защите и защита отчета)	18	-	18
		ВСЕГО:	26	190	216

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 указанных 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 обещающемуся 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. Макеев М.О. Применение инфракрасной спектроскопической эллипсометрии в наноинженерии. – М.: Изд-во РУДН, 2018. – 144.

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

5. 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.

6. 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.

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

8. 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.

9. 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

- 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 наноиндустрии)
- 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

Фонд оценочных средств, сформированный для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по преддипломной практике представлен в *приложении 1* к рабочей программе практики и включает в себя:

- перечень компетенций, формируемых в процессе прохождения практики;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.