

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

*Инженерная академия*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ**

**Вид практики:** Научно-исследовательская

**Тип (название) практики:** Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская)

**Направление подготовки:** 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника



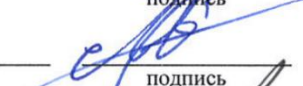
**Направленность (профиль/специализация):** «Инженерно-физические технологии в наноиндустрии»

Москва,  
2017

Рабочая программа практики разработана в соответствии с учебным планом по направлению 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», профиль «Инженерно-физические технологии в наноиндустрии», 2017 года набора, утвержденным на заседании Ученого совета Инженерной академии 07/12/2016 г. (протокол № 3).

Рабочая программа практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности рассмотрена на заседании департамента Механики и мехатроники 21/04/2017 г. (протокол № 3).

**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

Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности является научно-исследовательской практикой и направлена на углубление, систематизацию и закрепление теоретических знаний, а также на получение профессиональных умений и навыков в области нанотехнологий и микросистемной техники, в том числе создания и исследования наноразмерных пленочных структур, работы на специализированном высоковакуумном технологическом оборудовании, включая подготовку, проведение технологического процесса, обеспечения контроля и оценкой полученного результата, умений пользоваться контрольно-измерительными приборами при работе с наноразмерными объектами.

Основными задачами практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности являются:

- **Изучить** организацию типового промышленного/лабораторного участка по получению наноразмерных пленок, в том числе:
  - ✓ состав технологического, контрольно-измерительного и вспомогательного оборудования;
  - ✓ особенности работы с наноразмерными объектами;
  - ✓ методы и подходы обеспечения качества получаемых изделий;
- **Научиться** самостоятельно изготавливать образцы наноразмерных пленок вакуумными методами, включая:
  - ✓ разрабатывать маршрут изготовления наноразмерных изделий;
  - ✓ производить подготовку изделий к нанесению наноразмерных покрытий;
  - ✓ выполнять процесс формирования покрытий;
  - ✓ производить первичный контроль полученных изделий;
- **Овладеть** навыками работы с технологическим и вспомогательным оборудованием для изготовления наноразмерных тонкопленочных изделий.

## 2. Место практики в структуре ОПОП ВО

Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности 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	Технология производства микро- и наносистем
2	Физика твердого тела, конденсирование состояний вещества наносистем	Технологическое обеспечение качества в микроиндустрии
3	Квантовая механика	Технология производства микро- и нанoeлектронных интегральных схем

4	Введение в материалы и методы нанотехнологий	Технологии микро- и нанoeлектронных схем
	Основы современной нано-, микро- и оптоэлектроники	Государственная итоговая аттестация
	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков	

### 3. Способы проведения практики

Способы проведения практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности следующие:

- стационарная;
- выездная.

### 4. Объем практики и виды учебной работы

*Таблица 2 – Объем практики и виды учебной работы*

Вид учебной работы	Всего, ак. часов	Семестр
		2
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
	зачетных единиц	6
Продолжительность практики	недель	4

### 5. Место проведения практики

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

Базами для прохождения обучающимися практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности служат:

- лаборатории университета;
- организации, основная профессиональная деятельность которых направлена на изготовление изделий с использованием нанотехнологий (микро- и наносистемной техники, наноструктурированных материалов; услуг и др.);
- научно-исследовательские, проектно-конструкторские и научно-производственные учреждения и организации;
- лаборатории, центры качества и сертификации изделий с использованием 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**

Практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности направлена на формирование у обучающихся следующих компетенции:

- способностью использовать иностранный язык в профессиональной сфере (ОК-1)
- способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-2)
- готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности (ОК-3)
- способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности (ОК-4)
- способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры (ОПК-2)
- готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач (ПК-1)
- готовностью выполнять научно-технические отчеты, доклады, публикации по результатам выполненных исследований (ПК-4)
- готовностью оформлять заявки на защиту объектов интеллектуальной собственности (ПК-5)

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 ОПОП ВО*

<b>Компетенция</b>	<b>Знания</b>	<b>Умения</b>	<b>Навыки</b>
1	2	3	4
способность использовать иностранный язык в профессиональной сфере (ОК-1)	Знания иностранного языка, технических терминов	Умение использовать иностранный	Навык использования иностранного языка в профессиональной сфере

		язык в профессиональной сфере	
способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-2)	Знания организации исследовательских и проектных работ и управления коллективом	умения в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом
готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности (ОК-3)	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
способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности (ОК-4)	Знания по адаптации к изменяющимся условиям, переоценки накопленного опыта, анализу своих возможностей	Умения адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	Навыки адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности
способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры (ОПК-2)	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.
готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач (ПК-1)	Знания проблематики в направлении проводимых исследований	Умение формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и	Навык формулировки цели и задач научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованного выбора теоретических и экспериментальных методов и средств решения сформулированных задач

		экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	
готовностью выполнять научно-технические отчеты, доклады, публикации по результатам выполненных исследований (ПК-4)	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
готовностью оформлять заявки на защиту объектов интеллектуальной собственности (ПК-5)	Знания процедуры оформления заявки на защиту объектов интеллектуальной собственности.	Умения оформлять заявки на защиту объектов интеллектуальной собственности	Навыки подготовки заявок на защиту объектов интеллектуальной собственности

## 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	Ознакомление с технологиями получения наноразмерных слоев	-	10	10
4		Ознакомление с технологическим участком нанесения наноразмерных покрытий	-	10	10
5		Получение базовых навыков работы с вакуумным технологическим оборудованием	-	40	40
6		Выбор тестовых изделий, составление маршрута изготовления изделия с наноразмерным покрытием		50	50
7		Контроль правильности составления технологического маршрута тестовых изделий	2		2
8		Изготовление тестовых образцов наноразмерных покрытий		40	40
9		Исследование качества полученных изделий		16	16

10		Составление акта и протоколов изготовления тестовых изделий с наноразмерными покрытиями.		4	4
11		Текущий контроль прохождения практики со стороны руководителя	2	-	2
12		Ведение дневника прохождения практики	-	10	10
13		Подготовка отчета о прохождении практики	-	10	10
14	Отчетный	Промежуточная аттестация (подготовка к защите и защита отчета)	18	-	18
		<b>ВСЕГО:</b>	<b>26</b>	<b>190</b>	<b>216</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 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 прохождения практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности 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 прохождения 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:*

1. Технология тонких пленок: Справочник в 2-х томах/ Под ред. Л. Майссела, Р. Глэнга – М.: Сов. радио, 1977. – 664 с. и 770 с.
2. 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.
3. Кеменов В.Н., Нестеров С.Б. Вакуумная техника и технология: –М.: Издательство МЭИ, 2002. – 84 с.

### *Дополнительная литература:*

1. Е. Берлин, С.Двинин, Л. Сейдман. Вакуумная технология и оборудование для нанесения и травления тонких пленок. М. Техносфера, 2007
2. Walter Umrath. Fundamentals of Vacuum Technology. Laybold, 1998
3. Данилин Б.С. Вакуумные процессы и оборудование микроэлектроники. М.: Машиностроение, 1987. 72 с.
4. Е.П. Шешин. Вакуумные технологии, 504с., Интеллект, 2009

### *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/>

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

1. Методические указания для прохождения практики, ведения текущей и подготовки отчетной документации обучающимся по направлению 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (приложение 2).

## 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 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 практике по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности 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.