

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

*Инженерная академия*

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

**Вид практики:** Технологическая практика

**Тип (название) практики:** Технологическая практика

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(указываются код и наименование направления подготовки специальности)

**Направленность программы (профиль)**

Инженерно-физические технологии в nanoиндустрии

## 1. Цель и задачи практики

Технологическая практика направлена на углубление, систематизацию и закрепление теоретических знаний, а также на получение профессиональных умений и навыков в области нанотехнологий и наноинженерии, 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 технологической практики** 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

Технологическая 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	Надежность устройств нанoeлектронной и микросистемной техники
2	Введение в микро- и нанoeлектромеханические системы	Оптические измерения
3		Квантовая механика в наносистемах
4		
8		Государственная итоговая аттестация

### 3. Способы проведения практики

Способы проведения технологической 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	4,7 семестр
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 прохождения обучающимися технологической практики 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

Технологическая 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-3; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-7; 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 ОПОП ВО

Компетенция	Знания	Умения	Навыки
1	2	3	4
Готовность в составе коллектива исполнителей участвовать во внедрении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики	Знание технологических процессов производства нанообъектов, методов контроля, методик расчета технологической себестоимости	Умение в составе коллектива исполнителей участвовать во внедрении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики	Навык в составе коллектива исполнителей участия во внедрении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики
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
Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в проведении расчетных работ (по существующим методикам) при	Знание методик проектирования нанообъектов, программных сред. Методов управления про-	Умение в составе коллектива исполнителей участвовать в проведении расчетных работ	Навык в составе коллектива исполнителей участвовать в проведении расчетных работ (по существующим методикам) при проектировании нанообъектов и форми-

проектировании нанообъектов и формируемых на их основе изделий (включая электронные, механические, оптические)	ектами	(по существующим методикам) при проектировании нанообъектов и формируемых на их основе изделий (включая электронные, механические, оптические)	руемых на их основе изделий (включая электронные, механические, оптические)
Способность в составе коллектива исполнителей участвовать в проектных работах по созданию и производству нанообъектов, модулей и изделий на их основе	Знание методов проектирования и производства нанообъектов, технологического оборудования, методик контроля качества и исследования нанообъектов	Умение в составе коллектива исполнителей участвовать в проектных работах по созданию и производству нанообъектов, модулей и изделий на их основе	Навык в составе коллектива исполнителей участия в проектных работах по созданию и производству нанообъектов,
Способностью составлять частное техническое задание	Знание структуры технического задания, правил оформления, ГОСТов	Умение составлять частное техническое задание	Навык составления частного технического задания
Способность управлять небольшой группой и оказывать помощь равным по квалификации и подчиненным	Знание методов управления проектами, способов управления небольшой группой. Знания нормативно-правовой базы, методик проведения исследований, технологических инструкций и последствий нарушения инструкций и методик.	Умения управлять небольшой группой и оказывать помощь равным по квалификации и подчиненным	Навык управления небольшой группой и оказывать помощь равным по квалификации и подчиненным

## 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	Отчетный	Подготовка отчета о прохождении практики	-	10	10
14		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. Макеев М.О. Применение инфракрасной спектроскопической эллипсометрии в наноинженерии. – М.: Изд-во РУДН, 2018. – 144.

2. Борейшо А.С., Борейшо В.А., Евдокимов И.М., Ивакин С.В. Лазеры: применения и приложения: Учебное пособие / Под ред. А. С. Борейшо. — СПб.: Издательство «Лань», 2021. — 520 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература).  
<https://e.lanbook.com/book/168977>

3. Борейшо А. С., Ивакин С. В. Лазеры: устройство и действие: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2021. — 304 с.— (Учебники для вузов. Специальная литература).

<https://e.lanbook.com/book/167409>

*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
5. Технология тонких пленок: Справочник в 2-х томах/ Под ред. Л. Майссела, Р. Глэнга – М.: Сов. радио, 1977. – 664 с. и 770 с.
6. 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, МГИ "Раско", 2001г., 608 с.
7. Кеменов В.Н., Нестеров С.Б. Вакуумная техника и технология: –М.: Издательство МЭИ, 2002. – 84 с.

*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):*

## **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**

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 фор-

мирования 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