

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

Инженерная академия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

Вид практики: Научно-исследовательская

Тип (название) практики: Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Направление подготовки: 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

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

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 практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности рассмотрена на заседании департамента 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

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 nanoиндустрии
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	18	18	
Иные формы учебной работы, включая ведение дневника практики и подготовку отчета обучающимся	198	198	
Вид аттестационного испытания		Зачет с оценкой	
Общая трудоемкость	академических часов	216	216
	зачетных единиц	6	6
Продолжительность практики	недель	4	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:

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

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

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
		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 прохождения практики по научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) 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 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
- 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 практики

Для проведения практики по получению профессиональных умений и получению первичных навыков научно-исследовательской работы 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.

Итогом практики является оформление и защита отчета в установленные сроки – последний день прохождения практики в соответствии с графиком учебного процесса. По результатам защиты отчета студенту выставляется зачет с оценкой.

В отчете должны быть приведены все полученные материалы в соответствии с заданием на практику по основным направлениям исследования, анализ полученных данных, определение проблем и перспектив развития объекта исследования.

При оформлении отчета необходимо использовать информацию и полученные знания в результате обследования и анализа различных подразделений (служб) предприятия (организации). Кроме этого, необходимо использовать сведения и информацию из научно-технической, справочной и учебной литературы.

Отчет по практике является основным документом, характеризующим работу студента во время практики. Отчет составляется в соответствии с реально выполненной программой практики и должен соответствовать индивидуальному заданию.

Отчет рекомендуется составлять на протяжении всей практики по мере накопления материала.

По итогам практики студент представляет отчет о прохождении практики на базовую кафедру. Отчет должен содержать следующие разделы:

1. Титульный лист.
2. Задание на практику.
3. Список терминов и сокращений.
4. Характеристика организации (места прохождения практики).
5. Практические результаты, полученные студентом, результаты производственной работы.
6. Заключение.
7. Список использованных источников и литературы.
8. Приложения.

Студенты защищают отчет перед комиссией. В состав комиссии входят заведующий кафедрой (председатель комиссии), руководитель практики от кафедры, научный руководитель студента по магистерской работе, куратор направления.

В процессе защиты студент должен кратко изложить основные результаты проделанной работы, ответить на вопросы по программе практики.

Отчет о практике должен включать:

- отзыв руководителя практики от предприятия с оценкой работы студента в период прохождения производственной практики;
- текстовый материал с необходимыми схемами, рисунками, пояснениями, расчетами объемом не менее 30 страниц машинописного текста.

Отчет и дневник должны быть заверены и подписаны руководителем практики от предприятия.

Итоговая оценка практик – 100 баллов.

Шкала оценок проводится в соответствии с таблицей 1.

Критерии оценки практики приведены в таблице 2.

Таблица 1

Балльно-рейтинговая система оценки знаний, шкала оценок

Баллы БРС	Традиционные оценки РФ	Оценки ECTS
95 – 100	Отлично – 5	A (5+)
86 – 94		B (5)
69 – 85	Хорошо – 4	C (4)
61 – 68	Удовлетворительно – 3	D (3+)
51 – 60		E (3)
31 – 50	Неудовлетворительно – 2	FX (2+)
0 – 30		F (2)
51 - 100	Зачет	Passed

Таблица 2

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРАКТИКИ

<p>Отчет по практике оформлен надлежащим образом, задание на практику выполнено в полном объеме. Руководитель практики от предприятия оценил прохождение практики с оценкой «отлично».</p> <p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен с использованием научных терминов.</p> <p>В случае индивидуального прохождения практики, индивидуальное задание, выданное на кафедре, соответствует задачам</p>	96 - 100	A(5+)
--	----------	-------

<p>практиканта, выданным на предприятии. В отчетной документации четко обозначены результаты решения задач, поставленных кафедрой в Индивидуальном задании</p> <p>Все необходимые документы (входящие и отчетные) сданы и зарегистрированы на кафедре не позднее утвержденных кафедрой сроков.</p> <p>Допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.</p>		
<p>Нарушены сроки предоставления входящих документов сроком не более чем на 2 дня.</p>	86 - 94	B(5)
<p>Отчет по практике оформлен надлежащим образом, задание на практику выполнено в полном объеме. Руководитель практики от предприятия оценил прохождение практики с оценкой «отлично» или «хорошо»</p> <p>Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1-2 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.</p> <p>Все необходимые отчетные документы сданы и зарегистрированы на кафедре не позднее утвержденных кафедрой сроков.</p> <p>Нарушены сроки предоставления входящих документов сроком не более чем на 2 дня.</p>	69 - 85	C(4)
<p>Отчет по практике оформлен надлежащим образом, задание на практику выполнено в полном объеме. Руководитель практики от предприятия оценил прохождение практики положительной оценкой</p> <p>Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.</p> <p>Результаты индивидуального задания, выданного на кафедре, признаны выполненными не в полном объеме.</p> <p>Нарушены сроки предоставления входящих документов сроком не более чем на 5 дней. Все отчетные документы сданы и зарегистрированы на кафедры не позднее утвержденных кафедрой срокам.</p>	61 – 68	D(3+)
<p>Отчет по практике оформлен надлежащим образом, задание на практику выполнено не в полном объеме. Руководитель практики от предприятия оценил прохождение практики положительной оценкой</p> <p>Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущес-</p>	51 – 60	E(3)

<p>ственных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.</p> <p>Результаты индивидуального задания, выданного на кафедре, признаны выполненными не в полном объеме.</p> <p>Нарушены сроки предоставления входящих документов сроком не более чем на 5 дней. Все отчетные документы сданы и зарегистрированы на кафедры не позднее утвержденных кафедрой срокам.</p>		
<p>Отчет по практике оформлен надлежащим образом, задание на практику выполнено не в полном объеме. Руководитель практики от предприятия оценил прохождение практики с оценкой «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»</p> <p>Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы по выполненному заданию на практику.</p> <p>Нарушены сроки предоставления входящих документов сроком не более чем на 5 дней. Предоставлен не полный пакет документов.</p>	31 – 50	FX(2+)
<p>Отчет по практике оформлен не надлежащим образом, задание на практику выполнено не в полном объеме. Руководитель практики от предприятия оценил прохождение практики с оценкой «хорошо» или «удовлетворительно». Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины.</p> <p>Нарушены сроки предоставления входящих документов сроком не более чем на 5 дней. Предоставлен не полный пакет документов.</p> <p>Документы не сданы.</p>	0 – 30	F(2)

Основные критерии:	Баллы
Срок сдачи и полнота «входящих» документов	10
Выполнение индивидуального задания, выданного на кафедре	25
Оформление отчета и дневника надлежащим образом	10
Защита отчета	40
Характеристика от руководителя предприятия	15