

Документ подписан Федеральной государственной информационной системой
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.06.2025 09:45:47
Уникальный программный ключ:
sa953a0120d891083f939673078ef1a9896ae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
Инженерная академия**

(наименование основного учебного подразделения (ОУП) – разработчика ОП ВО)

ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

Технологическая практика

(наименование практики)

Производственная

(вид практики: учебная, производственная)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

**28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника / 27.04.04 Управление в
технических системах**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Практическая подготовка обучающихся ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

**НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОПТО-, НАНО-
И МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

1. ЦЕЛЬ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Целью проведения технологической практики является углубление, систематизация 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 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. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО ИТОГАМ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Проведение технологической практики направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при прохождении практики (результатов обучения по итогам практики)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Знает основные подходы и методы управления проектом на всех этапах его жизненного цикла. УК-2.2. Умеет осуществлять управление проектом. УК-2.3. Владеет методикой и подходами к управлению проектом на всех этапах его жизненного цикла.
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1. Понимает роль руководителя команды, и знает, как выработать основные стратегии, для достижения поставленных целей. УК-3.2. Понимает особенности поведения людей в команде, с которой работает. УК-3.3. Умеет эффективно взаимодействовать с членами команды, для достижения поставленных целей.
ОПК-5	Способен разрабатывать методики и выполнять исследования и эксперименты на	ОПК-5.1. Знает основные подходы к выполнению исследований при решении инженерных и научно-технических задач, знает принципы планирования и постановки сложного эксперимента

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку, оценку эффективности и интерпретацию результатов	ОПК-5.2. Умеет применять основные подходы на основе информационных технологий и технических средств к решению инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента ОПК-5.3. Владеет методами для проведения оценки эффективности сложного эксперимента и интерпретации результатов
ОПК-7	Способен разрабатывать, актуализировать и руководить разработкой методических и нормативных документов, научно-технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, нанотехнологий и микросистемной техники, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству	ОПК-7.1. Знаком с основными подходами к разработке методических и нормативных документов, технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, нанотехнологий и микросистемной техники ОПК-7.2. Владеет подходами для руководства разработкой технической документации и нормативных документов в области автоматизации технологических процессов и производств, нанотехнологий и микросистемной техники, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству
ОПК-9	Способен проводить патентные исследования, определять формы и методы правовой охраны и защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности, распоряжаться правами на них для решения задач в развитии науки, техники и технологии	ОПК-9.1. Знает методы и подходы к проведению патентных исследований, формы и методы правовой охраны и защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности. ОПК-9.2. Умеет распоряжаться правами на результаты интеллектуальной деятельности для решения задач в области развития науки, техники и технологии. ОПК-9.3. Владеет методами и подходами к проведению патентных исследований, знает методы правовой охраны и защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности.
ОПК-10	Способен осуществлять сбор и проводить анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, нанотехнологий и микросистемной техники	ОПК-10.1. Знает основные методы сбора и проведения анализа научно-технической информации. ОПК-10.2. Умеет анализировать и обобщать отечественный и зарубежный опыт в областях средств автоматизации и управления, нанотехнологий и микросистемной техники. ОПК-10.3. Владеет методами сбора и проведения анализа научно-технической информации, а также может обобщать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной отрасли.
ОПК-11	Способен осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления	ОПК-11.1. Умеет разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические и системотехнические решения для систем автоматизации и управления ОПК-11.2. Умеет разрабатывать аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления ОПК-11.3. Владеет подходами для осуществления обоснованного выбора и реализации на практике схемотехнических, системотехнических и аппаратно-программных решений для систем автоматизации и управления

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ПК-1	Способен формулировать цели, задачи научных исследований в области нанотехнологий и искусственного интеллекта, выбирать методы и средства решения задач	ПК-1.1. Знает методы и средства решения задач научных исследований в области нанотехнологий и систем искусственного интеллекта; ПК-1.2. Умеет формулировать цель и задачи научных исследований в профессиональной области; ПК-1.3. Владеет приемами для формулировки цели и задач научных исследований, умеет выбирать методы и средства решения задач профессиональной деятельности.
ПК-2	Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки	ПК-2.1. Знает современные теоретические и экспериментальные методы, применяемые для разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов профессиональной деятельности ПК-2.2. Умеет определять эффективность применяемых методов для разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов; ПК-2.3. Владеет современными теоретическими и экспериментальными методами для разработки математических моделей объектов и процессов профессиональной деятельности по направлению подготовки.
ПК-3	Способен анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	ПК-3.1. Умеет проводить анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований; ПК-3.2. Умеет формулировать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить к публикации результаты научных исследований и формировать документы для подачи заявки на изобретение; ПК-3.3. Владеет современными теоретическими и экспериментальными методами для разработки математических моделей объектов и процессов профессиональной деятельности по направлению подготовки.
ПК-4	Способен решать прикладные задачи в области искусственного интеллекта, нанотехнологий и микросистемной техники	ПК-4.1. Знаком с основными методами и подходами, применяемыми для решения задач в области искусственного интеллекта, нанотехнологий и микросистемной техники. ПК-4.2. Владеет методами решения профессиональных задач в области искусственного интеллекта, нанотехнологий и микросистемной техники. ПК-4.3. Умеет применять математические методы и современные информационные технологии при проведении научных исследований.

3. МЕСТО ПРАКТИКИ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

«Технологическая практика» относится к вариативной компоненте обязательной части блока Б2 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают дисциплины и/или другие практики, способствующие достижению запланированных результатов обучения по итогам прохождения технологической практики.

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов обучения по итогам прохождения практики

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	История и методология науки Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Научно-исследовательская работа	Преддипломная практика Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	Введение в микро- и нано-электромеханические системы Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Научно-исследовательская работа	Преддипломная практика Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа
ОПК-5	Способен разрабатывать методики и выполнять исследования и эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку, оценку эффективности и интерпретацию результатов	Диагностические системы в нанотехнологиях Технология нанесения тонких пленок Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Научно-исследовательская работа	Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа
ОПК-7	Способен разрабатывать, актуализировать и руководить разработкой методических и нормативных документов, научно-технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, нанотехнологий и микросистемной техники, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству	Технология нанесения тонких пленок Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Научно-исследовательская работа	Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-9	Способен проводить патентные исследования, определять формы и методы правовой охраны и защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности, распоряжаться правами на них для решения задач в развитии науки, техники и технологии	Алгоритмы и структуры данных Научно-исследовательская работа	Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа
ОПК-10	Способен осуществлять сбор и проводить анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, нанотехнологий и микросистемной техники	Технологии программирования в наноиндустрии Теория и практика обучения с подкреплением Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Научно-исследовательская работа	Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа
ОПК-11	Способен осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления	Квантовая механика в наносистемах Научно-исследовательская работа	Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа
ПК-1	Способен формулировать цели, задачи научных исследований в области нанотехнологий и искусственного интеллекта, выбирать методы и средства решения задач	Современные методы машинного обучения Прикладные задачи анализа экспериментальных данных Диагностические системы в нанотехнологиях Компьютерное зрение Виртуальная реальность Большие языковые модели и агенты Научно-исследовательская работа	Преддипломная практика Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа
ПК-2	Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых	Прикладные задачи анализа экспериментальных данных Modeling of nanoobjects Диагностические системы в нанотехнологиях	Преддипломная практика Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Научно-исследовательская работа	
ПК-3	Способен анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	Практикум применения искусственного интеллекта в нанотехнологиях Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники Технология производства нанoeлектронных устройств Создание инновационного продукта Design of innovative product / Создание инновационного продукта Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) Научно-исследовательская работа	Преддипломная практика Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа
ПК-4	Способен решать прикладные задачи в области искусственного интеллекта, нанотехнологий и микросистемной техники	Глубокое обучение и генеративные модели Научно-исследовательская работа	Преддипломная практика Государственный экзамен Выпускная квалификационная работа

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

4. ОБЪЕМ ПРАКТИКИ

Общая трудоемкость технологической практики составляет 6 зачетных единиц (216 ак.ч.).

5. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

Таблица 5.1. Содержание практики*

Наименование раздела практики	Содержание раздела (темы, виды практической деятельности)	Трудоемкость, ак.ч.
Раздел 1. Организационно-подготовительный	Получение индивидуального задания на практику от руководителя	2
	Инструктаж по технике безопасности на рабочем месте (в лаборатории и/или на производстве)	2
Раздел 2. Основной	Ознакомление с технологиями получения наноразмерных слоев	10
	Ознакомление с технологическим участком нанесения наноразмерных покрытий	16

Наименование раздела практики	Содержание раздела (темы, виды практической деятельности)	Трудоемкость, ак.ч.
	Получение базовых навыков работы с вакуумным технологическим оборудованием	40
	Выбор тестовых изделий, составление маршрута изготовления изделия с наноразмерным покрытием	50
	Контроль правильности составления технологического маршрута тестовых изделий	4
	Изготовление тестовых образцов наноразмерных покрытий	40
	Исследование качества полученных изделий	20
Раздел 3. Контрольный	Составление акта и протоколов изготовления тестовых изделий с наноразмерными покрытиями.	4
	Текущий контроль прохождения практики со стороны руководителя	4
	Ведение дневника прохождения практики	10
Оформление отчета по практике		7
Подготовка к защите и защита отчета по практике		7
ВСЕГО:		216

* - содержание практики по разделам и видам практической подготовки ПОЛНОСТЬЮ отражается в отчете обучающегося по практике.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Для проведения технологической практики 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 технологической 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

В качестве примера можно привести следующие лаборатории/организации:

1. АО «НИИ «Полнос» им. М.Ф. Стельмаха»
2. АО ЛЗОС
3. ИСМАН
4. НПО «Эшелон»
5. «Лаборатория Касперского»

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.

7. СПОСОБ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

«Технологическая практика» может проводиться как в структурных подразделениях РУДН или в организациях г. Москвы (стационарная), так и на базах, находящихся за пределами г. Москвы (выездная).

Проведение практики на базе внешней организации (вне РУДН) осуществляется на основании соответствующего договора, в котором указываются сроки, место и условия проведения практики в базовой организации.

Сроки проведения практики соответствуют периоду, указанному в календарном учебном графике ОП ВО. Сроки проведения практики могут быть скорректированы при согласовании с Управлением образовательной политики и Департамент организации практик и трудоустройства обучающихся в РУДН.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ 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. 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.
2. 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.
3. Головин Ю.И. Наноиндентирование и его возможности М.: Машиностроение, 2009. — 312 с.: ил.
4. 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.
5. Электронная микроскопия : учеб. пособие / А. И. Власов, К. А. Ел-суков, И. А. Косолапов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. –168 с.: ил.

Периодические издания:

Журнал «Измерительная техника», ISSN 0132-4713

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- 1) Электронно-библиотечная система (ЭБС) РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:
– 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/>
- ЭБС «Троицкий мост»

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/>

Учебно-методические материалы для прохождения практики, заполнения дневника и оформления отчета по практике:*

1) Правила безопасного условия труда и пожарной безопасности при прохождении технологической практики (первичный инструктаж).

2) Общее устройство и принцип работы технологического производственного оборудования, используемого обучающимися при прохождении практики; технологические карты и регламенты и т.д. (при необходимости).

3) Методические указания по заполнению обучающимися дневника и оформлению отчета по практике.

* - все учебно-методические материалы для прохождения практики размещаются в соответствии с действующим порядком на странице практики в ТУИС

9. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ИТОГАМ ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам прохождения технологической практики представлены в Приложении к настоящей Программе практики (модуля).

* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН (положения/порядка).

РАЗРАБОТЧИКИ:

Ассистент

Должность, БУП

Михалев Павел Андреевич

Фамилия И.О.

Доцент

Должность, БУП

Макеев Мстислав Олегович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой

Должность, БУП

Попов Сергей Викторович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛИ ОП ВО:

Доцент

Должность, БУП

Агасиева Светлана Викторовна

Фамилия И.О.

Заведующий кафедрой механики и процессов управления

Должность, БУП

Разумный Юрий Николаевич

Фамилия И.О.