ПРОГРАММА

стажировки студентов, осваивающих программу магистратуры  
Передовой инженерной школы СВЧ-электроники РТУ МИРЭА

Область применения программы

Стажировка студентов, осваивающих магистратуру Передовой инженерной школы СВЧ-электроники РТУ МИРЭА, является обязательной для глубоких практических знаний и навыков по СВЧ-электронике.

Цель и задачи стажировки

Целью стажировки является:

* приобретение студентами магистратуры ПИШ СВЧ-электроники РТУ МИРЭА теоретических и практических компетенций в области СВЧ-электроники;
* закрепление на практике теоретических знаний и умений и приобретение общих профессиональных компетенций по СВЧ электронике.

Стажировка является продуктивной формой повышения квалификации студентов магистратуры ПИШ СВЧ-электроники РТУ МИРЭА для решения следующих задач:

* осуществлять профессиональные задачи в области разработки   
  и конструирования СВЧ-электроники;
* повышать свой профессиональный уровень с целью приобретения новых профессиональных компетенций.

Стажировка студентов магистратуры ПИШ СВЧ-электроники носит практико-ориентированный характер и реализуется на передовой материально-технической базе в структурных подразделениях АО «НПП «Исток» им. Шокина».

ГРАФИК СТАЖИРОВКИ

1. Даты стажировки: 27.10.2025 - 31.10.2025
2. Стажировка:

* НПК-4 - корпус 1, пилотная линия;
* НПК-9 - корпус 29;
* НПК-10 - корпус 126;
* НПК-39-корпус 151;
* НИК ПОИМ-корпус 119;
* Отдел 220 - корпус 82;
* Отдел метрологии - корпус 55.

1. Общий объем стажировки (практико-ориентированная): 40 академических часов.

Программа стажировки

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дата | Вопросы для изучения | Формируемые навыки |
| 1 | 2 | 3 |
| 27.10.2025 - 31.10.2025 | Отдел 220  Ознакомительная демонстрация процесса гетероэпитаксии GaAs, измерение C-V характеристик структур GaAs, измерение подвижности, концентрации носителей, слоевого сопротивления, а также измерение чистоты поверхности пластины GaAs | Практическое знакомство с процессом газофазной эпитаксии гетероструктуры на основе GaAs, а также практика измерения основных выходных характеристик, получаемых гетероструктур |
| 27.10.2025 - 31.10.2025 | НПК-39  Технология производства вакуумплотной керамики (ВК 94-1, А-995):   * процессы подготовки исходных компонентов; * процессы термической обработки; * процессы формования заготовок; * контроль технологических параметров заготовок и готовых изделий. Ознакомление с особенностями имеющегося оборудования.   Демонстрация полного цикла производства вакуумплотной керамики.  Технология производства металлокера­мических узлов и корпусов.   * металлизация керамических изделий; * режимы термической обработки ме­таллизированных изделий; * процессы пайки; * контроль технологических параметров металлокерамических узлов и корпусов.   Ознакомление с особенностями имеющегося оборудования.  Демонстрация полного цикла производства металлокерамических узлов и корпусов. | Практическое знакомство с технологией производства, промышленным оборудованием, программами и методами контроля. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дата | Вопросы для изучения | Формируемые навыки |
| 1 | 2 | 3 |
|  | Технология производства функциональ­ной керамики (поглотительная керамика (ПКМ-35Ж, АН-МХК-2, КТ-30), резонаторная керамика (ЦТО, БЦНТ, БСТ) теплопроводная керамика).   * процессы подготовки исходных компонентов; * процессы термической обработки; * процессы формования заготовок; * контроль технологических параметров заготовок и готовых изделий. Ознакомление с особенностями имеющегося оборудования.   Демонстрация полного цикла производства вакуумплотной керамики.  Технология производства многослойных керамических плат по технологии LTCC.   * процессы подготовки исходных компонентов; * процессы термической обработки; * процессы формования заготовок; * процессы нанесения металлизационных паст; * контроль технологических параметров заготовок и готовых изделий. Ознакомление с особенностями имеющегося оборудования.   Демонстрация полного цикла производства многослойных керамических плат по технологии LTCC. |  |
| 27.10.2025 - 31.10.2025 | НПК-10  Основные понятия и определения физики магнетизма. Природа слабого и сильного магнетизма. Классификация РЗМ. Применение магнитного анализа для решения задач физики металлов и металловедения. Магнитные свойства ферримагнитных металлов и сплавов. Свойства редкоземельных металлов. Явление магнитострикции. Процессы технического намагничивания. | Практическое знакомство с проекти­рованием магнитных систем, технологией и реальным производственным процессом изготовления магнитов с различными составами, свойствами, назначением и применением. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дата | Вопросы для изучения | Формируемые навыки |
| 1 | 2 | 3 |
|  | Технология производства постоянных магнитов из литых и деформируемых магнитотвердых материалов на основе сплавов систем Al-Ni-Co-Cu-Fe и Fe-Cr- Со.  Технология производства постоянных магнитов из спеченных магнитотвер­дых материалов на основе сплавов систем Sm-Co-Fe-Cu-Zr и Nd-Fe-B. Проектирование магнитных систем. Сборка, настройка и контроль параметров магнитных систем. |  |
| 27.10.2025 - 31.10.2025 | НПК-4  Производственный процесс изготовления микро полосковых плат, ПТКМ, ТХК - технохимический контроль Изготовление фотошаблонов (лазерная литография).  Демонстрация полного цикла изготовления фотошаблона. Ознакомление с особенностями имеющегося оборудования. Ознакомление с оборудованием по лазерному контролю и коррекции дефектов. | 1. Практическое знакомство с методами, циклами создания и про­изводственным оборудованием для изготовления, контроля и коррекции дефектов фотошаблона. 2. Получение первичных навы­ков. |
|  | Фотолитография.  Демонстрация полного цикла фотолито­графии на пластине кремния (по возможности с участием ППС) и особенности нанесения ФР, экспонирование, совмещение, проявление, травление или взрыв, плазменное удаление ФР). | 1. Практическое знакомство с полным циклом фотолитографии на пластине кремния и основными приёмами планарной технологии, используемой в производстве полупроводниковых СВЧ приборов. 2. Получение первичных навыков. |
|  | Электронно-лучевая литография. Демонстрация полного цикла ЭЛЛ. Ознакомление с оборудованием для ЭЛЛ. Особенности формирования шаблонов для ЭЛЛ. Типы применяемых резистов. Плазмохимическое травление (RIE, ICP RIE). Демонстрация процесса травления.  Плазмохимическое осаждение. Демонстрация процесса осаждения пленок | а) Практическое знакомство с методами и оборудованием для плазмохимического травления, методами удаления материала и осаждения пленок.  Ь) Получение первичных навыков.  а) Практическое знакомство с методами и оборудованием для химико-механической полировки или планаризации. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дата | Вопросы для изучения | Формируемые навыки |
| 1 | 2 | 3 |
|  | Si02/Si3N4. Ознакомление с оборудованием.  Химико-механическая полировка или планаризация (ХМП). Демонстрация процесса ХМП. Ознакомление с воз­можностями ХМП. | Ь) Получение первичных навыков. |
| 27.10.2025 - 31.10.2025 | НИК поим  Демонстрация макета радиолокационной станции | 1. Знакомство с основами построе­ния радиолокационных систем 2. Получение практических навыков по применению радиолокационных алгоритмов обработки данных . |
| 27.10.2025 - 31.10.2025 | Отдел метрологии-  История, роль и значение метрологии. Цели и основные задачи метрологии. Законодательные основы метрологического обеспечения. Цифровизация процессов измерений в метрологии. Процесс подтверждения соответствия (поверка) СВЧ средств измерений, в том числе с использованием автоматизированных стендов. Основные приборы для метрологических процессов, применяемых в СВЧ-электронике. | 1. Знакомство с измерительными приборами, оборудованием и стендами. 2. Получение практических навыков по пользованию оборудованием и обработкой результатов измерений. |
| 27.10.2025 - 31.10.2025 | НПК-9  Технология изготовления ферритовых и керамических заготовок для СВЧ-изделий. Процессы смешивания и измельче­ния исходных компонентов. Процесс формирования заготовок, прессование. Процессы ферритизации и спекания за­готовок. Контроль параметров заготовок. Ознакомление с особенностями имеющегося оборудования. Демонстрация полного цикла изготовления ферритовых заготовок для СВЧ-изделий.  Технология изготовления ферритовых и керамических пластин для СВЧ-изделий. Процессы механообработки: алмазная резка заготовок на пластины, шлифовка/ полировка. Контроль параметров пластин. Ознакомление с особенностями имеющегося оборудования. | 1. Практическое знакомство с техно­логией, промышленным оборудованием производства высококачественных ферритовых и керамических материалов, методами контроля ферритовых и керамических материалов. 2. Получение первичных навыков. 3. Практическое знакомство с техно­логией, промышленным оборудованием производства ферритовых и керамических пластин, методами контроля ферритовых и керамических пластин. 4. Получение первичных навыков. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дата | Вопросы для изучения | Формируемые навыки |
| 1 | 2 | 3 |
|  | Демонстрация полного цикла изготовления ферритовых пластин для СВЧ-изделий.  Технология изготовления микрополосковых плат для СВЧ-изделий. Процесс очистки и подготовки поверхности ферритовых и керамических пластин. Процесс нанесения металлизации путем магнетронного и резистивного напылений. Формирование топологии микро- полосковых плат. Процесс фотолитографии в производстве ферритовых микрополосковых плат для СВЧ-изделий. Процесс травления. Процесс нанесения гальванического покрытия. Контроль плат. Ознакомление с особенностями имеющегося оборудования. Демонстрация полного цикла Технология изготовления микрополосковых плат для СВЧ-изделий. | 1. Практическое знакомство с техно­логией, промышленным оборудованием для формирования топологии микрополосковых плат, методами контроля ферритовых и керамических плат. 2. Получение первичных навыков. |

Разработчики программы:

Вахания В.И., помощник директора по персоналу;

Курочка А.С., инженер первой категории НПК-4;

Пехов Ю.П., начальник лаборатории Отдела 220;

Рогачёв И.А., инженер первой категории НПК-4;

Цитович А.А, - начальник отдела НИК ПОиМ;

Шумкин С.С., - начальник НПК-10;

Коломин В.М. - заместитель начальника НПК-39 по научной работе; Пашков А.Н. - заместитель начальника НПК-9 по научной работе;

Цитович А. А. - начальник отдела НИК ПОИМ.