

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«Ивановский государственный химико-технологический университет»**

**Факультет неорганической химии и технологии**

**Кафедра технологии приборов и материалов электронной техники**



Утверждаю: проректор по УР

Н.Р. Кокина

«29» марта 2019 г.

## **Программа учебной практики**

Технологическая (проектно-технологическая) практика

Направление подготовки **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**

Программа подготовки **Микро- и нанотехнологии в производстве изделий твердотельной электроники**

Квалификация (степень) **Магистр**

Форма обучения **очная**

Иваново, 2019

### **1. Вид практики, способы и формы ее проведения**

Тип учебной практики – технологическая (проектно-технологическая) практика.

Способы проведения учебной практики: стационарная, выездная.

### **2. Цели освоения учебной практики**

- закрепление и углубление теоретических знаний, полученных при изучении профессиональных дисциплин;
- получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, накопление практического опыта ведения самостоятельной работы.

### **3. Место практики в структуре ООП**

Учебная практика относится к части Блока 2, формируемой участником образовательных отношений, профессиональной образовательной программы подготовки магистров. Она базируется на результатах изучения естественнонаучных и технологических дисциплин основных образовательных программ бакалавриата по направлениям «Электроника и наноэлектроника» (например, профиль «Микроэлектроника и твердотельная электроника») и «Химическая технология» (например, профиль «Технология материалов и изделий электроники и наноэлектроники»).

Для успешного прохождения учебной практики студент должен:

#### **знать:**

- фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики и атомной физики;
- технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях;
- физические и физико-химические основы технологии производства изделий электроники и наноэлектроники, физико-технологические и экономические ограничения интеграции и миниатюризации электронной компонентной базы;

#### **уметь:**

- обеспечивать технологическую и конструктивную реализацию материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники и наноэлектроники;
- решать задачи обработки данных с помощью современных инструментальных средств конечного пользователя;

#### **владеть:**

- новыми технологиями, обеспечивающими повышение эффективности проектов, технологических процессов, эксплуатации и обслуживания новой техники в области электроники и наноэлектроники;
- сведениями о технологии изготовления материалов и элементов электронной техники;
- методами экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой и оптической электроники и наноэлектроники,
- навыками работы с информационными базами данных об отечественных и зарубежных электронных компонентах.

Освоение учебной (технологической) практики как предшествующей необходимо при изучении следующих дисциплин и практик:

- Технология производства изделий электронной техники;
- Производственная практика (научно-исследовательская работа);
- Производственная практика (преддипломная практика).

#### **4. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения практики**

**ПК-8.** Готов обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов

**ПК-9.** Готов осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства

В результате освоения учебной практики обучающийся:

- И.П-8.1. Знает принципы выработки рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических операций и технологических процессов производства изделий микроэлектроники
- И.П-8.2. Умеет анализировать характеристики изделий электронной техники и процессов их изготовления
- И.П-8.3. Владеет навыками оценки экономической эффективности технологических процессов
- И.П-9.2. Умеет анализировать причины брака выпускаемых изделий микроэлектроники
- И.П-9.3. Владеет навыками подготовки дефектных ведомостей устройств, приборов и систем электронной техники

#### **5. Структура учебной практики**

Общая трудоемкость учебной практики составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Время проведения практики – 4 недели в начале 2 семестра обучения.

Формы отчетности – зачет с оценкой.

По окончании практики студент составляет письменный отчет и сдает его руководителю практики от высшего учебного заведения.

В структуру отчета должны входить следующие разделы:

- титульный лист (**Приложение 1**);
- задание на практику (**Приложение 2**);
- введение, в котором отражаются цели и задачи практики;
- основная часть отчета;
- заключение или выводы;
- перечень источников информации, с которыми был ознакомлен обучающийся в период прохождения практики и использовал при составлении отчета.

Отзыв руководителя практики о работе студента прилагается к отчету по практике (**Приложение 3**).

## 6. Содержание практики

№ п/п	Наименование раздела (этапа)	Содержание раздела (этапа)
1.	Постановка целей и задач учебной практики	Получение задания на практику. Выбор темы исследований с учетом рекомендации кафедры (предприятия), анализ ее актуальности. Ознакомление с предприятием, его историей. Обзорная экскурсия по предприятию. Определение рабочего места.
2.	Подбор и анализ литературы по теме исследования	Сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме работы.
3.	Инструктаж по технике безопасности	Лекция по технике безопасности в лабораториях университета (на предприятии).
4.	Работа над темой исследования	Участие в создании экспериментальных установок, отработке методики измерений и проведении научных исследований по теме работы. Стажировка в определенной руководителем от предприятия должности.
5.	Обсуждение и анализ результатов работы по теме исследования	Статистическая обработка результатов по работе и их анализ.
6.	Подготовка отчета по практике	Написание и оформление отчета по практике
7.	Защита отчета по практике	Обучающийся сдает отчет по практике. Преподаватель кафедры, принимающий зачет, беседует с обучающимся по тематике отчета, задает вопросы, приведенные в ФОС. По результатам собеседования проставляется зачет с оценкой.

№ п/п	Наименование раздела практики	Контактная работа	СРС	Всего час.
1.	Постановка целей и задач учебной практики		4	4
2.	Подбор и анализ литературы по теме исследования		9	9
3.	Инструктаж по технике безопасности		2	2
4.	Работа над темой исследования		120	120
5.	Обсуждение и анализ результатов работы по теме исследования		25	30
6.	Подготовка отчета по практике		34	34
7.	Защита отчета по практике	3	14	17

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья выбор мест практики должен учитывать состояние здоровья и требования по доступности.

**7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся практике:**

Приведен в приложении А к программе практики.

**8. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет», рекомендуемый для проведения практики:**

1. Образовательный портал Ивановского государственного химико-технологического университета <http://edu.isuct.ru/course/index.php?categoryid=2>
2. ЭБС «Лань». Пакет «Химия» <http://e.lanbook.com/books>
3. ЭБС «Библиотех» <https://isuct.bibliotech.ru>
4. ЭБС «Контекстум» <http://rucont.ru>
5. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф>
6. Электронный ресурс «Учебная практика». – Иваново : Образовательный портал ИГХТУ, URL: <http://edu.isuct.ru/course/view.php?id=475>

**9. Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

- СИСТЕМНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft Windows 7 Professional.
- ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft Office 365, LibreOffice, Mozilla Firefox.

**10. Материально-техническое обеспечение практики**

Оптические приборы: монохроматоры МДР-23 (2 ед.), монохроматоры МУМ-1 (4 ед.), монохроматоры AvaSpec 2048FT-2 SPU, AvaSpec 3648-USB2, AvaSpec 2048.

Масс-спектрометры: МХ7304 (2 ед.), ИПДО-2А; ЭПР-спектрометр РЭ1301, атомно-силовой микроскоп NT-MTD Solver 47 Pro, лазерная установка LMA-10 для микроспектрального анализа, лазерный счетчик частиц Met One 227В.

Плазмохимическая установка Платран-100ХТ, учебно-лабораторный стенд “Определение краевых углов смачивания поверхности пленок”, вакуумная установка для разряда пониженного давления с жидким катодом, установка для обработки пленок разрядом атмосферного давления с металлическими катодами, установка для плазмохимического травления полупроводниковых материалов.

14 персональных компьютеров Prestigio Intel Core2Duo E4400/2Gb/250Gb/kb/m LG W2243S, сервер Supermicro 6016T-MTHF 2xXeon E5606 /Adaptec ASR-6405/6xKingston KVR1333D3D8R9S/2xWD1003FBYX/APC, коммутатор 3Com Baseline Switch 2024, ИБП APC Smart-UPS 1000, мультимедиа проектор Benq 620P, экран LUMA 70”, акустика Defender Mercury 35, WiFi точка доступа Asus WL-500G, принтер Canon LBP 1120.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Заведующий кафедрой ТПиМЭТ  Смирнов С.А.

Программа одобрена на заседании кафедры от 19.03.2019 г. протокол № 9

## Приложение 1

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
Ивановский государственный химико-технологический университет  
Кафедра *Технологии приборов и материалов электронной техники*

### ОТЧЁТ по учебной практике технологической (проектно-технологической) практике

Студент \_\_\_\_\_

Программа подготовки *Микро- и нанотехнологии в производстве изделий твердотельной электроники*

Группа *1/14*

База практики \_\_\_\_\_

Сроки практики с «    »                      20    г. по «    »                      20    г.

Руководитель практики от предприятия \_\_\_\_\_  
*ФИО, должность*

Оценка работы \_\_\_\_\_

Руководитель практики от ИГХТУ \_\_\_\_\_  
*ФИО, должность*

Оценка работы \_\_\_\_\_

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Факультет Неорганической химии и технологии

Кафедра Технологии приборов и материалов электронной техники

Направление Электроника и наноэлектроника

Программа Микро- и нанотехнологии в производстве изделий твердотельной электроники

**УТВЕРЖДАЮ:**

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Смирнов С.А.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на учебную практику**

технологической (проектно-технологической) практике

студенту \_\_\_\_\_ группа \_\_\_\_\_

База практики \_\_\_\_\_

Сроки практики с « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г. по « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

Тема \_\_\_\_\_

Содержание задания на практику (перечень подлежащих рассмотрению вопросов):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Индивидуальное задание \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Содержание и планируемые результаты практики

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_





**ОТЗЫВ**

о работе студента-практиканта

\_\_\_\_\_   
 фамилия, имя, отчество студента

Наименование принимающей организации \_\_\_\_\_

Руководитель практики в подразделении организации (ФИО, должность, научное звание)

Вид практики \_\_\_\_\_

Сроки прохождения практики \_\_\_\_\_

Тема практики: \_\_\_\_\_

Программа практики \_\_\_\_\_

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Практическое задание \_\_\_\_\_

**Оценка работы студента в течение практики:**

(Руководитель практики указывает следующие позиции: перечень видов деятельности и работ, в которых студент-практикант принимал непосредственное участие во время практики, общая оценка отношения студента к работе, его дисциплинированность и инициативы, оценка знаний, навыков и умений студента.)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Рекомендации и предложения по дальнейшему профессиональному развитию студента (заполняет руководитель подразделения)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Отметка по итогам практики \_\_\_\_\_

Руководитель практики в подразделении \_\_\_\_\_

подпись

Руководитель подразделения \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )  
подпись ФИО М.П.

Дата \_\_\_\_\_

**ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ по  
УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ**  
технологической (проектно-технологической) практике

Направление подготовки **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**

Программа подготовки **Микро- и нанотехнологии в производстве изделий  
твердотельной электроники**

Квалификация (степень) **Магистр**

Нормативный срок обучения **2 года**

### 1. Перечень компетенций, формируемых в результате освоения практики.

**ПК-8.** Готов обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов

**ПК-9.** Готов осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства

### 2. Паспорт фонда оценочных средств по УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ

№ п/п	Контролируемые разделы	Контролируемые компетенции (или их части)	Оценочные средства
1	Постановка целей и задач учебной практики	ПК-8, ПК-9	Комплект тем для научного исследования
2	Подбор и анализ литературы по теме исследования	ПК-8, ПК-9	
3	Инструктаж по технике безопасности	ПК-8, ПК-9	
4	Работа над темой исследования	ПК-8, ПК-9	
5	Обсуждение и анализ результатов работы по теме исследования	ПК-8, ПК-9	
6	Подготовка отчета по практике	ПК-8, ПК-9	
7	Защита отчета по практике	ПК-8, ПК-9	Комплект вопросов к зачету

### 3. Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах формирования, шкалы и процедуры оценивания

Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения (по 5-ти бальной шкале)			
		2	3	4	5
<b>Минимальный уровень</b>	– И.П-8.1. Знает принципы выработки рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических операций и технологических процессов производства изделий микроэлектроники – И.П-9.2. Умеет анализировать причины брака выпускаемых изделий микроэлектроники		+		
<b>Базовый уровень</b>	– И.П-8.1. Знает принципы выработки рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических операций и технологических процессов производства изделий микроэлектроники – И.П-8.2. Умеет анализировать характеристики изделий электронной техники и процессов их изготовления – И.П-9.2. Умеет анализировать причины брака выпускаемых изделий			+	

	микроэлектроники – И.П-9.3. Владеет навыками подготовки дефектных ведомостей устройств, приборов и систем электронной техники				
<b>Продвинутый уровень</b>	– И.П-8.1. Знает принципы выработки рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических операций и технологических процессов производства изделий микроэлектроники – И.П-8.2. Умеет анализировать характеристики изделий электронной техники и процессов их изготовления – И.П-8.3. Владеет навыками оценки экономической эффективности технологических процессов – И.П-9.2. Умеет анализировать причины брака выпускаемых изделий микроэлектроники – И.П-9.3. Владеет навыками подготовки дефектных ведомостей устройств, приборов и систем электронной техники				+

Более подробно критерии оценки и шкалы для оценки результатов рассмотрены в локальном акте университета «Порядок организации промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости студентов» (<http://isuct.ru/education/orders>).

### **3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, с учетом этапов и уровней формирования компетенций**

#### **Комплект тем практики**

1. Применение CVD алмаза в конструкции СВЧ диодов
2. Разработка и изготовление модуля питания СВЧ генератора
3. Сборка и настройка микрополоскового ферритового венгиля-циркулятора
4. Формирование полевого транзистора с высокой подвижностью электронов
5. Технология изготовления отдельных узлов лампы обратной волны
6. Разработка отдельных операций изготовления лампы обратной волны
7. Разработка отдельных операций изготовления лампы бегущей волны
8. Технология изготовления многослойных плат на основе LTCC керамики
9. Кинетика плазмохимического взаимодействия HCl и его смесей с Ar, Cl, H<sub>2</sub> с арсенидом галлия.
10. Параметры и состав плазмы HBr и его смесей с Ar, He, N<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub> в условиях типового промышленного плазмохимического реактора.
11. Кинетика травления GaAs в плазме CF<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> и его смесей с инертными газами.
12. Модифицирование полимеров в послесвечении тлеющего разряда атмосферного давления.
13. Плазмохимическая обработка полипропилена в плазме аргона.
14. Закономерности травления полипропилена в неравновесной плазме воздуха.
15. Модифицирование полимерных материалов в плазме инертного газа.
16. Закономерности травления ткани из волокон полиэтилентерефталата в неравновесной плазме аргона.

17. Масс-спектральные и кинетические исследования модификации поликарбоната в плазме кислорода.
18. Электрофизические и оптические характеристики плазмы контактного тлеющего разряда над растворами поверхностно-активных веществ.
19. Плазменная визуализация механических дефектов конструкционных элементов промышленных установок.
20. Деструкция органических красителей в водных растворах под действием низкотемпературной плазменной струи.
21. Плазмохимическое разложение СПАВ под действием разряда.
22. Определение параметров реактора ДБР для разложения сульфанола в его водных растворах.
23. Расчет ДБР реактора для очистки водных растворов лаурилсульфата натрия.
24. Кинетические закономерности плазмохимической деструкции лаурилсульфата натрия под действием контактного тлеющего разряда.
25. Расчет промышленного реактора для очистки водных растворов фенола в ДБР.
26. Плазмохимическая конверсия HCl в Cl<sub>2</sub>.
27. Исследование свойств контактного разряда, возбуждаемого в водных растворах.
28. Плазмохимическое травление меди в ВЧ разряде R-12.
29. Электрофизические параметры и спектральный состав плазмы смесей фреона R-12 с благородными газами.
30. Влияние добавок молекулярных газов (O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>) на электрофизические параметры и спектры излучения плазмы фреона R-12.
31. Параметры и состав плазмы CF<sub>4</sub> и CF<sub>4</sub>+O<sub>2</sub> в условиях типового промышленного плазмохимического реактора.
32. Изучение рекомбинации атомов в плазме хлора на меди с использованием релаксационной импульсной методики.
33. Исследование процесса гетерогенной рекомбинации атомов O(<sup>3</sup>P) на поверхности алюминия в плазме кислорода.
34. Влияние параметров низкотемпературной плазмы кислорода на рекомбинацию атомов O(<sup>3</sup>P) на поверхности пленки нержавеющей стали.
35. Исследование процесса рекомбинации атомов кислорода на поверхности металла методом эмиссионной спектроскопии.

#### **Вопросы к зачету по практике**

1. Какая общенаучная и специальная литература изучена?
2. Какие информационные источники использованы обучающимся?
3. Систематизирована ли собранная научно-техническая информация?
4. Выполнен ли патентный поиск?
5. Осуществлен ли теоретический анализ выбранной проблемы?
6. Выполнена ли обучающимся критическая оценка имеющихся данных?
7. Ознакомлен ли обучающийся с проводимыми в данной лаборатории исследованиями?
8. Ознакомлен ли обучающимся с методами организации учебной работы?
9. Какие методы изучил обучающийся в ходе практики?
10. Насколько изучены правила эксплуатации исследовательского оборудования?
11. Насколько обоснована выбранная методика исследования?
12. Овладел ли обучающийся необходимыми навыками для проведения исследований?
13. Каковы принципиальные достижения мировой науки в области исследования?
14. Каковы принципиальные достижения российской науки в области исследования?
15. На основании чего была выбрана тема исследования?
16. Насколько актуальна тема?
17. В чем заключается новизна проводимого исследования?
18. Составлен ли план исследования в целом?
19. Какой метод выбран в качестве основного для исследования?

20. Участвовал ли обучающийся в создании экспериментальной установки?
21. Насколько отработана методика измерений?
22. Какие параметры контролировались в ходе опытов?
23. Использовал ли обучающийся методы физического или математического моделирования?
24. Использовал ли обучающийся методы математического планирования?
25. Какие конкретно получены экспериментальные результаты в ходе практики?
26. Насколько обработаны полученные результаты?
27. Выполнена ли статистическая обработка результатов?
28. Какие графические способы обработки результатов использованы?
29. Анализировалась ли достоверность полученных результатов?
30. Какие принципиально важные результаты получены?
31. Сформулированы ли выводы?
32. Проводилось ли сравнение результатов исследования объекта разработки с отечественными и зарубежными аналогами?
33. Как соотносятся сделанные выводы с имеющимися в литературе точками зрения на данную проблему?
34. Предполагается ли публикация полученных результатов? В каком виде?
35. Какие предложения и рекомендации разработаны обучающимся?
36. Помогла ли практика уточнить формулировку темы квалификационной работы?
37. Сложилась ли к концу практики структура квалификационной работы?
38. Предполагается ли последующее внедрение результатов научных исследований и разработок?
39. Что не удалось выполнить в ходе практики? По каким причинам?
40. Как сам обучающийся оценивает результаты своей практики?

#### **Критерии оценивания**

##### ***Минимальный уровень (удовлетворительно)***

Отвечающий достаточно понимает вопрос, отвечает в основном правильно, но не может обосновать некоторые выводы, в рассуждениях допускаются ошибки.

##### ***Базовый уровень (хорошо)***

Отвечающий хорошо понимает вопрос, отвечает четко, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, делает необходимые выводы, но допускает отдельные неточности и ошибки общего характера.

##### ***Продвинутый уровень (отлично)***

Отвечающий глубоко понимает вопрос, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы приведены на сайте университета по адресу: <http://isuct.ru/education/orders> и включают:**

1. Порядок организации промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости студентов.
2. Положение о практике обучающихся.