

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

2018 г.

Программа практики

Производственная практика

Преддипломная практика

Направление подготовки **28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»**

Профиль подготовки **Нанотехнологии и микросистемная техника**

Квалификация (степень) **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Нормативный срок обучения **4 года**

Иваново, 2018

1. Вид, тип проведения практики

Вид практики – производственная практика.

Тип практики – преддипломная практика.

2. Цели освоения производственной практики

- освоение в практических условиях принципов организации и управления производством, анализа экономических показателей производства, повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции;
- закрепление и углубление теоретических знаний в области разработки новых технологических процессов, проектирования нового оборудования, зданий и сооружений предприятия, проведения самостоятельных научно-исследовательских работ;
- приобретение опыта профессиональной эксплуатации современного оборудования для производства материалов и изделий электронной техники;
- сбор и анализ материалов для выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Место практики в структуре ООП

Производственная практика входит в Блок 2 программы подготовки бакалавриата и базируется на естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплинах основной образовательной программы бакалавриата по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника», в том числе физические основы микро- и наносистемной техники, технология материалов нанoeлектроники и микросистемной техники, процессы микро- и нанотехнологий, методы анализа и контроля материалов нанoeлектроники, технология производства изделий микро- и нанoeлектроники, технология и оборудование производства компонентов микросистемной техники.

Для успешного прохождения производственной практики студент должен:

знать:

- фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики и атомной физики;
- проблемы экологии;
- основные химические понятия и законы;
- технологию работы на ПК в современных операционных средах, основные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов, типовые алгоритмы обработки данных;
- основы метрологии, основные методы и средства измерения физических величин, правовые основы и системы стандартизации и сертификации;
- критерии, отечественные и международные стандарты и нормы в области безопасности жизнедеятельности;
- основные электрические, магнитные и оптические свойства твердых тел, механизмы протекания тока;
- особенности электронных свойств неупорядоченных и аморфных материалов;
- физические свойства систем с пониженной размерностью, методы их создания; особенности проявления квантовых эффектов в базовых элементах нанoeлектроники, их классификацию;
- физические и физико-химические основы технологии производства изделий электроники и нанoeлектроники, физико-технологические и экономические ограничения интеграции и миниатюризации электронной компонентной базы;

уметь:

- применять математические методы, физические и химические законы для решения практических задач;

- решать задачи обработки данных с помощью современных инструментальных средств конечного пользователя;
- применять методы и средства измерения физических величин;
- обеспечивать технологическую и конструктивную реализацию материалов и элементов электронной техники в приборах и устройствах электроники и наноэлектроники;
- осуществлять выбор элементной базы аналоговых и цифровых интегральных схем и технологии их изготовления в зависимости от требований к электрическим характеристикам;

владеть:

- навыками критического восприятия информации.
- навыками практического применения законов физики, химии и экологии.
- современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации;
- методами обработки и оценки погрешности результатов измерений;
- методами оценки материальных затрат на обеспечение безопасности жизнедеятельности;
- 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, об основных тенденциях развития электронной компонентной базы;
- 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 производственной практики (тип - преддипломная практика) как предшествующей необходимо при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

4. Планируемые результаты обучения при прохождении практики, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения основной образовательной программы.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения практики

- способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные (ОПК-3);
- способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил (ОПК-6);
- способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий (ПК-1);
- готовность проводить исследования материалов и компонентов наноэлектроники и микросистемной техники для разработки и оптимизации технологических процессов (ПК-2);
- готовность к эксплуатации и сервисному обслуживанию современного технологического оборудования, используемого в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-3).

В результате прохождения практики обучающийся должен:

знать:

- основные приемы реализации научных исследований (ОПК-3);
- материалы и технологии изготовления компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-2);

уметь:

- составлять отчеты по учебно-исследовательской деятельности, включая анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами (ОПК-3);
- применять техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области нанотехнологий и микросистемной техники (ОПК-6);
- решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы компьютерного моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники (ПК-1);
- выполнять поиск и систематизацию научных сведений о конструкциях, материалах и технологиях изготовления изделий нано- и микросистемной техники (ПК-2);
- эксплуатировать и обслуживать измерительное, диагностическое, технологическое оборудование для производства и контроля материалов и компонентов нано-и микросистемной техники (ПК-3).

владеть:

- навыками создания демонстрационного материала и представления результатов своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций (ОПК-3);
- навыками составления отчетов по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями (ОПК-6);
- математическим аппаратом и методами компьютерных технологий для моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники (ПК-1);
- навыками работы с открытыми источниками информации при выборе технологического оборудования, анализе совершенствования конструкции и технологии изготовления отдельных компонентов микросистемной техники (ПК-2);
- навыками выбора режимов работы измерительного, диагностического, технологического оборудования для производства и контроля материалов и компонентов нано-и микросистемной техники (ПК-3).

5. Структура производственной практики (*преддипломная практика*)

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

Время проведения практики – 4 недели в начале 8 семестра обучения.

Контактная работа – 0,5 часа на обучающегося в неделю.

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 производственной практики	Получение задания на практику.
2.	Знакомство с предприятием/ с технологическими возможностями лабораторий кафедры, его организационной структурой и составление календарного плана.	Общее ознакомление с предприятием, его историей. Обзорная экскурсия по предприятию/ Ознакомление обучающихся с технологическим оборудованием кафедры. Определение рабочего места.
3.	Инструктаж по технике безопасности	Лекция по технике безопасности на предприятии/на кафедрах университета.
4.	Стажировка в определенной руководителем должности/ Разработка технологического маршрута изготовления изделий микросистемной техники	Выполнение заданий руководителя и сбор материала для отчета по практике. Описание устройства, принципа работы, технической характеристики изделия, его назначения и области применения. Выбор и обоснование технологической схемы производства, пооперационное описание технологического процесса. Анализ причин технологического брака изделий, количественные показатели выхода годных по всем технологическим операциям, пути совершенствования технологии и повышения общего процента выхода годных изделий
5.	Работа по подготовке отчета по производственной практике и его оформление	Подготовка отчета по практике к сдаче
6.	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 производственной практики	1	15	16
2.	Знакомство с предприятием/ технологическими возможностями лабораторий кафедры, его организационной структурой и составление календарного плана			
3.	Инструктаж по технике безопасности			
4.	Стажировка в определенной руководителем должности/ Разработка технологического маршрута изготовления изделий микросистемной техники		160	160

5.	Работа по подготовке отчета по производственной практике и его оформление	1	39	40
6.	Защита отчета по практике			

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 по практике:

Приведен в приложении А к программе практики.

8. Учебно-методическое обеспечение программы практики:

а) основная литература

1. Нано- и микросистемная техника. От исследований к разработкам : сб. ст. : [монография] / под ред. П. П. Мальцева. - М. : Техносфера, 2005. - 589 с.
2. Богданов, А. В. Волоконные технологические лазеры и их применение : учеб. пособие для вузов по направлению подготовки " Машиностроение " / А. В. Богданов , Ю. В. Голубенко . - СПб . [и др .] : Лань , 2016. - 208 с.
3. Борейшо, А. С. Лазеры : устройство и действие : для вузов по направлениям подготовки бакалавриата " Лазерная техника и лазерные технологии ", " Фотоника и оптоинформатика " / А . С . Борейшо , С . В . Ивакин . - Изд . 2- е , стер . - СПб . [и др.] : Лань , 2017. - 304 с .
4. Мартинес-Дуарт, Дж. М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / пер. с англ. А. В. Хачояна ; под ред. Е. Б. Якимова. - Изд. 2-е, доп. - М. : Техносфера, 2009. - 368 с.
5. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий. В 2 т. Т. 2. Технологические аспекты / М. В. Акуленок [и др.] ; [под общ. ред. Ю. Н. Коркишко]. – М. : БИНОМ. Лаборатор. знаний, 2011. – 252 с.

б) дополнительная литература

1. Варадан, В. ВЧ МЭМС и их применение : [монография] / пер. с англ. под ред. Ю. А. Заболотной . - М. : Техносфера, 2004. - 525 с.
2. Галперин, В. А. Процессы плазменного травления в микро- и нанотехнологиях : учеб. пособие / В. А. Галперин, Е. В. Данилкин, А. И. Мочалов ; под общ. ред. Тимошенкова. – М. : БИНОМ. Лаборатор. знаний, 2010. – 284 с.
3. Киреев, В. Ю. Введение в технологии микроэлектроники и нанотехнологии : [монография] / В. Ю. Киреев ; Гос. науч. центр Рос. Федерации, Федер. гос. унитарное предприятие "Централ. науч.-исслед. ин-т химии и механики". – М. : ФГУП "ЦНИИХМ", 2008. – 432 с.
4. Пивоваренок, С. А. Процессы микро- и нанотехнологий: учебное пособие / С. А. Пивоваренок, Д. В. Ситанов; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2016. – 254 с.
5. Вавилов, В. Д. Микросистемные датчики физических величин : монография в двух частях. - Москва : Техносфера, 2018. - 550 с. : ил. - (Мир электроники). - Библиогр. в конце частей. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-94836-498-8.
6. Акчурин, Р. Х. МОС-гидратная эпитаксия в технологии материалов фотоники и электроники. - Москва : Техносфера, 2018. - 488 с. : ил. - (Мир материалов и технологий). - Библиогр. в конце гл. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-94836-521-3.

в) современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus. URL: <https://www.scopus.com>
- политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных Web of Science. URL: <https://apps.webofknowledge.com>

- научная электронная библиотека. URL: www.elibrary.ru
- ЭБС «Инженерно-технические науки - Издательство Инфра-Инженерия». ЭБС «Издательства Лань» URL: <https://e.lanbook.com/books>
- База данных по наноматериалам и нанотехнологиям. URL: <https://nano.nature.com/>

г) лицензионное программное обеспечение

Системные программные средства: Microsoft Windows Professional 7 /10 Professional 32/64-bit (Russian), программа: MS Imagine Premium, Номер соглашения: 1204024860

Прикладные программные средства:

- Microsoft Office Standard 2016. Номер лицензии 66003847. Тип лицензии Microsoft Open License 96010904ZZE1711 (ЗАО «Софтлайн Трейд», Сублицензионный договор №53203/ЯР5073 от 21.10.2015)
- Microsoft Office Standard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition; Номер лицензии 69223755. Тип лицензии Microsoft Open License 99413613ZZE1912 (ЗАО «СофтЛайн Трейд» Сублицензионный договор 14.12.2017 №Tr000210064)
- LibreOffice 5.3; Лицензионный договор 15.11.2017 Б/Н
- Firefox 27.0.1; Лицензионный договор 15.11.2017 Б/Н
- MathCad Education; АО «СофтЛайн Трейд» Сублицензионный договор 20.09.2017 №Tr000156650
- LabVIEW 2018 SP1 для учебных целей. («Нэшнл Инструментс Рус», договор 13.03.2019 №477246)
- Компас-3D V15 (ЗАО "АСКОН" Сублицензионный договор 27.05.2013 № МЦ-13-00217)

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для прохождения практики

1. Виртуальная образовательная среда Ивановского государственного химико-технологического университета <http://edu.isuct.ru/course/index.php?categoryid=293>
2. ЭБС «Контекстум» <http://rucont.ru>
3. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф>
4. Журнал «Нано- и микросистемная техника» [Электронный ресурс] // Новые технологии, 1999-2018. URL: <http://www.microsystems.ru/> (дата обращения 30.10.2018).

10. Методические указания для обучающихся по прохождению практики

Методические указания для обучающихся по прохождению практики приведены на образовательном портале ИГХТУ. URL: <http://edu.isuct.ru/course/view.php?id=2658>.

11. Материально-техническое обеспечение практики

При проведении практики в выездной форме используется материально-техническое обеспечение, имеющееся на предприятии (в организации).

При стационарном способе проведения практики используется материально-техническое обеспечение, имеющееся в университете.

- Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения (Г227):

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. Вакуумная установка для плазмохимического травления полупроводниковых материалов.

Оптические приборы: монохроматоры УМ-2, AvaSpec 2048L2-USB2, МУМ, металлографический микроскоп МИМ-7 с цифровой камерой Intel, Металлографический микроскоп Neophoto 30, лазерная установка LMA-10 для микроспектрального анализа, лазерный счетчик частиц Met One 227В, полупроводниковые лазеры с длиной волны

излучения 650, 532, 405 нм, лазер ЛГН-109.

Источники питания: Б5-47, Б5-48, Б5-50, Б5-44, УИП-1, П4105. Осциллографы: С1-96, GW Instek GDS-2062, GW Instek GDS-71022. Генератор ГЗ-7А. Измерительные приборы: высокоточные регуляторы температуры ВРТ с блоками У-252, И102, Р111, измеритель добротности Е4-11, усилитель измерительный У2-6, приборы комбинированные цифровые Щ-300. Денситометр ДП-1М, микровольтамперметр Ф116/2, магнитная мешалка ММС, центрифуга МРW-310, термостат УТ-2, иономер И-1202.

6 персональных компьютеров с подключением к сети "Интернет" и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, проектор, принтер Canon LBP-1210. Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.

- Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения (Г229):

Вакуумная установка для разряда пониженного давления и обработки полимерных материалов. Вакуумная установка для разряда пониженного давления и обработки полупроводниковых материалов. Установка с разрядом атмосферного давления с жидким катодом.

Оптические приборы: монохроматор МДР-23, монохроматоры МУМ-1, монохроматоры AvaSpec 2048FT-2 SPU, AvaSpec 3648-USB2. Приборы: масс-спектрометры МХ7304, ИПДО-2А. 6 персональных компьютеров с подключением к сети "Интернет" и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, роутер WiFi D-Link DIR-300, Принтер HP LaserJet5100, плоттер HP DesignJet 500, проектор Benq 620P, экран ScreenMedia 70". Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.

- Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения (Г230):

Вакуумная установка для исследования разряда пониженного давления. Высоковакуумная установка с дифференциальной откачкой для исследования катодных областей тлеющего разряда. Осциллографы: С1-112А, С1-94, С1-96. Генераторы: ГЗ-109. Измерительные приборы: цифровые вольтметры В7-38, В7-22А, прибор комбинированный цифровой Щ-300, измеритель разности фаз Ф2-16, нульиндикатор Ф582, вакууметры ВТ-2А, ВИТ-1А, ВИТ-2, ВИТ-3, стабилизатор напряжения постоянного тока П4105, усилитель напряжения постоянного тока У5-11, стабилизированный источник питания BS 525, прибор цифровой диагностический Ц43305, частотомер ЧЗ-32. Приборы: ЭПР-спектрометр РЭ1301, монохроматор МДР-23, масс-спектрометр МХ-7306. 6 персональных компьютеров с подключением к сети "Интернет" и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, роутер WiFi ZTE, принтер Canon LBP-1210. Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.

- Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения (Г234):

Установка магнетронного напыления, установка вакуум-термического напыления, трехэлектродная установка вакуум-плазменного напыления, ВУП-4, УЗ-агрегат мойки (UD-20), установка плазмохимического травления, установка для определения электропроводности жидких сред, установка для определения угла смачиваемости поверхности,

Приборы: валковая мешалка, магнитные мешалки ММ5, установка для центрифугирования, сушильный шкаф, установка экспонирования, муфельная печь, блок питания Б5-44. Оптические приборы: оптические микроскопы: АУ-12, МИН-5, МВС-10, МОТІС, монохроматор МУМ, спектрофотометр СФ-56.

Измерительные приборы: прибор комбинированный цифровой Щ-300, прибор комбинированный Ц4325, весы аналитические ВЛР-200g-М и ВЛР-200g, весы электронные НЛ-400. 3 персональных компьютера с подключением к сети "Интернет" и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, принтер Samsung ML1641, мультимедиа проектор NEC NP200, экран 70", колонки Genius SP210. Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.

- Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в ЭИОС (Г245): 17 компьютеров с подключением к сети "Интернет" и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации. Учебная мебель.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Заведующий кафедрой ТП и МЭТ  Смирнов С.А.

Программа одобрена на заседании кафедры протокол № 5 от 16.11.2018 г.

Приложение 1

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Ивановский государственный химико-технологический университет

Кафедра технологии приборов и материалов электронной техники

ОТЧЁТ о производственной практике (Преддипломная практика)

Студент _____

Профиль подготовки Нанотехнологии и микросистемная техника

Группа 205

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 Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль Нанотехнологии и микросистемная техника

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой _____ Смирнов С.А.

« ____ » _____ 20 г.

З А Д А Н И Е
на производственную практику
(Преддипломная практика)

студенту _____ группа **205**

База практики _____

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

Тема _____

Содержание задания на практику (перечень подлежащих рассмотрению вопросов):

Индивидуальное задание _____

Дата выдачи задания _____

Рабочий план-график проведения практики

№ п/п	Наименование этапов практики	Срок выполнения этапов практики	Текущий контроль успеваемости

Руководитель практики _____ / _____ /
И.О.Фамилия

Зав. кафедрой _____ / С.А.Смирнов /

Руководитель практики от предприятия _____ / _____ /
И.О.Фамилия

Ознакомлен _____ / _____ /
И.О.Фамилия (обучающегося)

« _____ » _____ 20__ г.

Инструктаж по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка проведен

Руководитель практики _____ / _____ /
И.О.Фамилия

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
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ
(преддипломная практика)**

Направление подготовки	28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»
Профиль подготовки	Нанотехнологии и микросистемная техника
Квалификация (степень)	Бакалавр
Форма обучения	очная
Нормативный срок обучения	4 года

1. Перечень компетенций, формируемых в результате освоения практики.

- способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные (ОПК-3);
- способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил (ОПК-6);
- способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий (ПК-1);
- готовность проводить исследования материалов и компонентов наноэлектроники и микросистемной техники для разработки и оптимизации технологических процессов (ПК-2);
- готовность к эксплуатации и сервисному обслуживанию современного технологического оборудования, используемого в производстве материалов и компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-3).

2. Паспорт фонда оценочных средств по ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ

№ п\п	Контролируемые разделы	Контролируемые компетенции (или их части)	Оценочные средства
1	Постановка целей и задач производственной практики	ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Комплект тем
2	Знакомство с предприятием, его организационной структурой и составление календарного плана / Общее ознакомление с технологическими возможностями лабораторий кафедры и университета в целом.	ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3	
3	Инструктаж по технике безопасности	ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3	
4	Стажировка в определенной руководителем должности/ Разработка технологического маршрута изготовления изделий твердотельной электроники	ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3	
5	Работа по подготовке отчета по производственной практике и его оформление	ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3	
6	Защита отчета по практике	ОПК-3, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3	

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
Минимальный уровень	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные приемы реализации научных исследований (ОПК-3); – материалы и технологии изготовления компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-2); <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – составлять отчеты по учебно-исследовательской деятельности, включая анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами (ОПК-3); – применять техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области нанотехнологий и микросистемной техники (ОПК-6); – выполнять поиск и систематизацию научных сведений о конструкциях, материалах и технологиях изготовления изделий нано- и микросистемной техники (ПК-2); <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками создания демонстрационного материала и представления результатов своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций (ОПК-3); – навыками составления отчетов по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями (ОПК-6); 		+		
Базовый уровень	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные приемы реализации научных исследований (ОПК-3); – материалы и технологии изготовления компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-2); <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – составлять отчеты по учебно-исследовательской деятельности, включая анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами (ОПК-3); – применять техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области нанотехнологий и микросистемной 			+	+

	<p>техники (ОПК-6);</p> <ul style="list-style-type: none"> – решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы компьютерного моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники (ПК-1); – выполнять поиск и систематизацию научных сведений о конструкциях, материалах и технологиях изготовления изделий нано- и микросистемной техники (ПК-2); <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками создания демонстрационного материала и представления результатов своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций (ОПК-3); – навыками составления отчетов по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями (ОПК-6); – навыками работы с открытыми источниками информации при выборе технологического оборудования, анализе совершенствования конструкции и технологии изготовления отдельных компонентов микросистемной техники (ПК-2); – навыками выбора режимов работы измерительного, диагностического, технологического оборудования для производства и контроля материалов и компонентов нано-и микросистемной техники (ПК-3). 			<p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p>	
<p>Продвинутый уровень</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные приемы реализации научных исследований (ОПК-3); – материалы и технологии изготовления компонентов нано- и микросистемной техники (ПК-2); <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – составлять отчеты по учебно-исследовательской деятельности, включая анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами (ОПК-3); – применять техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области нанотехнологий и микросистемной техники (ОПК-6); – решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы компьютерного моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники (ПК-1); – выполнять поиск и систематизацию научных сведений о конструкциях, материалах и технологиях изготовления изделий нано- и микросистемной техники (ПК-2); 			<p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> – эксплуатировать и обслуживать измерительное, диагностическое, технологическое оборудование для производства и контроля материалов и компонентов nano-и микросистемной техники (ПК-3). <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками создания демонстрационного материала и представления результатов своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций (ОПК-3); – навыками составления отчетов по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями (ОПК-6); – математическим аппаратом и методами компьютерных технологий для моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники (ПК-1); – навыками работы с открытыми источниками информации при выборе технологического оборудования, анализе совершенствования конструкции и технологии изготовления отдельных компонентов микросистемной техники (ПК-2); – навыками выбора режимов работы измерительного, диагностического, технологического оборудования для производства и контроля материалов и компонентов nano-и микросистемной техники (ПК-3). 				<p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p>
--	--	--	--	--	---

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

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

Освоение производственной практики (тип – Преддипломная практика) как предшествующей необходимо при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра, которая может быть реализована в следующих формах: научно-исследовательская и технологическая работа.

I. Комплект тем для научного исследования (стационарная практика)

1. Кинетика плазмохимического взаимодействия HCl и его смесей с Ar , Cl , H_2 с арсенидом галлия.
2. Кинетика травления GaAs в плазме CF_2Cl_2 и его смесей с инертными газами.
3. Модифицирование полимеров в послесвечении тлеющего разряда атмосферного давления.
4. Модифицирование полимерных материалов в плазме инертного газа.
5. Масс-спектральные исследования модификации поликарбоната в плазме кислорода.
6. Электрофизические и оптические характеристики плазмы контактного тлеющего разряда над растворами поверхностно-активных веществ.
7. Параметры и состав плазмы HBr и его смесей с Ar , He , N_2 , Cl_2 в условиях типового промышленного плазмохимического реактора.
8. Плазменная визуализация механических дефектов конструкционных элементов промышленных установок.
9. Исследование модифицирования полимерных материалов в разрядах атмосферного давления.
10. Закономерности травления ткани из волокон полиэтилентерефталата в неравновесной плазме аргона.
11. Кинетические закономерности плазмохимического травления поликарбоната.
12. Кинетические закономерности деструкции поликарбоната в низкотемпературной кислородной плазме.
13. Деструкция органических красителей в водных растворах под действием низкотемпературной плазменной струи.
14. Плазмохимическое разложение СПАВ под действием разряда.
15. Закономерности травления полипропилена в неравновесной плазме воздуха.
16. Плазмохимическая обработка полипропилена в плазме аргона.
17. Определение параметров реактора ДБР для разложения сульфонола в его водных растворах.
18. Расчет ДБР реактора для очистки водных растворов лаурилсульфата натрия.
19. Кинетические закономерности плазмохимической деструкции лаурилсульфата натрия под действием контактного тлеющего разряда.
20. Расчет промышленного реактора для очистки водных растворов фенола в ДБР.
21. Плазмохимическая конверсия HCl в Cl_2 .
22. Исследование свойств контактного разряда, возбуждаемого в водных растворах.
23. Плазмохимическое травление меди в ВЧ разряде R-12.
24. Электрофизические параметры и спектральный состав плазмы смесей фреона R-12 с благородными газами.
25. Влияние добавок молекулярных газов (O_2 , H_2) на электрофизические параметры и спектры излучения плазмы фреона R-12.
26. Параметры и состав плазмы CF_4 и CF_4+O_2 в условиях типового промышленного плазмохимического реактора.
27. Изучение рекомбинации атомов в плазме хлора на меди с использованием релаксационной импульсной методики.
28. Исследование процесса гетерогенной рекомбинации атомов $\text{O}(^3\text{P})$ на поверхности

- алюминия в плазме кислорода.
- Исследование процесса рекомбинации атомов кислорода на поверхности металла методом эмиссионной спектроскопии.
 - Влияние параметров низкотемпературной плазмы кислорода на рекомбинацию атомов $O(^3P)$ на поверхности пленки нержавеющей стали.

Вопросы к зачету (научное исследование)

- Каковы цели научного исследования?
- Какова актуальность выбранной темы исследования?
- В чем состоит оригинальность и новизна полученных результатов?
- Какова практическая значимость научного исследования?
- Какие современные методы исследования были использованы при решении поставленной задачи исследования?
- Какими прикладными пакетами моделирования при решении поставленных задач исследования Вы пользовались?
- Какие методы математического моделирования применялись в работе?
- Каков Ваш вклад в полученные результаты?
- Объясните основные результаты по теме исследования.
- Предложите возможные пути развития выбранной темы научного исследования.

II. Комплект тем для технологической формы выпускной квалификационной работы (стационарная практика)

- Применение электронно-лучевой литографии для формирования затворов малошумящих полевых транзисторов на основе арсенида галлия
- Технология изготовления дискретного МДП транзистора
- Технология изготовления интегральных МОП-транзисторов в производстве полупроводниковых микросхем
- Технология изготовления конденсаторов в ИМС
- Технология изготовления тонкопленочных резисторов в производстве гибридных микросхем
- Технология производства пьезоэлектрического микроактюатора
- Технология производства емкостного микроактюатора
- Технология изготовления двухслойных печатных плат
- Технология изготовления КМОП инвертора
- Технология изготовления планарного светодиода на основе GaN
- Технология изготовления траншейных биполярных транзисторов с накоплением носителей заряда
- Технология формирования ячейки хранения информации ОЗУ динамического типа
- Технология изготовления монолитных интегральных схем СВЧ диапазона
- Технология изготовления элементов акустоэлектроники на основе монокристаллов ниобата лития
- Технология изготовления вакуумного люминесцентного индикатора ИВ-18

Вопросы к зачету (технологическая форма работы)

- В каких случаях используется диффузионное легирование?
- В каких случаях используется ионное легирование полупроводников?
- Для каких целей используется окисление во влажном кислороде.
- Какими достоинствами обладают пленки SiO_2 , выращенные в среде сухого кислорода.
- Для каких целей применяются пленки нитрида титана.
- Перечислите этапы фотолитографического процесса.
- Что такое взрывная фотолитография.
- Проведите сравнительную характеристику позитивного и негативного фоторезистов.

9. Перечислите методы нанесения фоторезистов.
10. Дайте сравнительную характеристику методов нанесения фоторезистов.
11. Как толщина пленки фоторезиста влияет на разрешающую способность фотолитографии.
12. В чем достоинства проекционного способа экспонирования и в каких случаях он применяется.
13. Перечислите методы определения глубины залегания n-p перехода.
14. Каким образом можно определить количество примеси, введенной методом диффузионного легирования.
15. Как повлияет на вид ВАХ n-p перехода увеличение концентрации легирующей примеси.
16. Объясните связь между характеристиками эпитаксиального слоя и параметрами создаваемого в нем биполярного эпитаксиально-планарного транзистора.
17. Предложите метод экспериментальной проверки свойств контакта межэлементной металлизации с активными областями ИМС.
18. Объясните, как повлияет на свойства контакта алюминиевой металлизации с полупроводником технологическая операция «вжигание».
19. Какую информацию можно извлечь из вольт-фарадных характеристик МДП структуры.
20. Перечислите критерии, используемые для оценки качества МДП транзисторов.
21. Перечислите критерии, используемые для оценки качества биполярных транзисторов.
22. Что такое тестовые структуры и для каких целей они предназначены.
23. Каким образом контролируется химический состав полупроводниковых подложек для ИМС.
24. На каких этапах производства полупроводниковых ИМС возможно использование оптических методов контроля.

Вопросы к зачету (выездная практика)

1. Краткая историческая справка о предприятии.
2. Оценка технического уровня предприятия в целом.
3. Организационная структура предприятия.
4. Нормативно-техническая документация, связанная с профилем предприятия.
5. Ассортимент выпускаемой продукции.
6. Характеристика основных видов продукции.
7. Соответствие выпускаемой продукции требованиям нормативной документации.
8. Сопоставление качества выпускаемой продукции другим отечественным и зарубежным аналогам.
9. Назначение выпускаемой продукции.
10. Методы контроля состава исходных компонентов.
11. Обоснование выбора используемого способа производства.
12. Подробная характеристика технологической схемы в целом, основных переделов.
13. Физико-химические процессы, протекающие при каждой стадии производства.
14. Технологические параметры процессов (температура, давление, расход).
15. Методы регулирования технологических параметров.
16. Хранение готовой продукции.
17. Контроль качества готовой продукции.
18. Используемые методы пооперационного контроля.
19. Контроль технологических параметров.
20. Типы проводимых в лаборатории работ и исследований.
21. Научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа на предприятии.
22. Соблюдение технологической дисциплины на предприятии.

23. Исследование причин брака в производстве и разработка предложений по его предупреждению и устранению.
24. Оценка экономической эффективности технологических процессов.
25. Оценка инновационно-технологических рисков при внедрении новых технологий.
26. Выбор оборудования и технологической оснастки.
27. Качество обслуживания технологического оборудования.
28. Работы по модернизации оборудования.
29. Инструкции по эксплуатации оборудования и проверке технического состояния оборудования, разработке технической документации на ремонт.
30. Разработка норм выработки, технологических нормативов на расход сырья и вспомогательных материалов, топлива и электроэнергии.
31. Разработка мероприятий по комплексному использованию сырья, замене дефицитных материалов и изыскание способов утилизации отходов.
32. Инновационная деятельность предприятия.
33. Решение вопросов, связанных с охраной труда работников.
34. Профилактика производственного травматизма.
35. Решение экологических проблем на предприятии. Предотвращение экологических нарушений.
36. Выбор систем обеспечения экологической безопасности производства.
37. Типы вредных выбросов на предприятии.
38. Требования чистоты помещений.
39. Нестандартные ситуации и узкие места на предприятии.
40. Аттестация и переподготовка кадров.
41. Предложения и рекомендации, разработанные студентом.
42. Что не удалось выполнить в ходе практики? По каким причинам?
43. Как сам студент оценивает результаты своей практики?
44. Выполнение индивидуального задания.

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

1. Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования в ФГБОУ ВО "ИГХТУ".
2. Положение о практике обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования в ФГБОУ ВО "ИГХТУ".