

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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



Программа практики

Производственная практика

Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Направление подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

Профиль подготовки **Микроэлектроника и твердотельная электроника**

Квалификация (степень) **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Нормативный срок обучения **4 года**

Иваново, 2017

1. Вид практики, способы и формы ее проведения

Тип производственной практики – практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.

Способы проведения производственной практики: стационарная, выездная.

2. Цели освоения производственной практики

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

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 «Электроника и наноэлектроника», в том числе физические основы электроники, технология материалов твердотельной электроники, процессы микро- и нанотехнологий, технология и оборудование производства изделий твердотельной электроники и наноэлектроники.

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;
- основные электрические, магнитные и оптические свойства твердых тел, механизмы протекания тока;
- особенности электронных свойств неупорядоченных и аморфных материалов;
- основные этапы технологического процесса производства изделий твердотельной электроники и наноэлектроники.

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;

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;

- новыми технологиями, обеспечивающими повышение эффективности проектов, технологических процессов, эксплуатации и обслуживания новой техники в области электроники и нанoeлектроники;
- 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 нанoeлектроники,
- навыками работы с информационными базами данных об отечественных и зарубежных электронных компонентах.

Освоение производственной практики как предшествующей необходимо при изучении следующих дисциплин и практик:

- Технология и оборудование производства изделий твердотельной электроники и нанoeлектроники;
- Преддипломная практика.

4. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения практики

- способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения (ПК-2);
- готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3).

В результате освоения производственной практики обучающийся должен:

знать:

- принципы действия и функциональные возможности приборов, составляющих компонентную базу современной электроники (ПК-2);
- способы экспериментального исследования параметров и характеристик приборов вакуумной, плазменной, твердотельной, оптической и квантовой электроники (ПК-2);
- основы организации научных исследований (ПК-3);
- методы и средства получения, хранения и систематизации научно-технической информации (ПК-3),
- формы представления научной и технической информации (ПК-3);

уметь:

- обоснованно проводить выбор методики экспериментального исследования параметров и характеристик базовых функциональных узлов приборов, схем, устройств электроники и нанoeлектроники (ПК-2);
- исследовать работу основных узлов и компонентов приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники (ПК-2);
- осуществлять поиск информации с использованием информационных систем (ПК-3);

владеть:

- навыками проведения экспериментальных измерений параметров и характеристик аналоговых и цифровых электронных схем (ПК-2);
- приемами правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории (ПК-2);
- навыками получения, систематизации и анализа научно-технической информации (ПК-3);
- навыками представления результатов исследования в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3).

5. Структура производственной практики (тип - *практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности*)

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

Время проведения практики – 4 недели в конце 6 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

Способы проведения производственной практики: выездная/ *стационарная*

№ п/п	Наименование раздела (этапа)	Содержание раздела (этапа)
1.	Постановка целей и задач производственной практики	Получение задания на практику.
2.	Знакомство с предприятием/ с <i>технологическими возможностями лабораторий кафедры</i> , его организационной структурой и составление календарного плана.	Общее ознакомление с предприятием, его историей. Обзорная экскурсия по предприятию/ <i>Ознакомление обучающихся с технологическим оборудованием кафедры.</i> Определение рабочего места.
3.	Инструктаж по технике безопасности	Лекция по технике безопасности на <i>предприятии/на кафедрах университета.</i>
4.	Стажировка в определенной руководителем должности/ Разработка технологического маршрута изготовления изделий твердотельной электроники	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, предлагает пройти тренажер «Формирование микроструктур методами планарной технологии». По результатам собеседования проставляется зачет с оценкой.
----	---------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

№ п/п	Наименование раздела практики	Контактная работа	СРС	Всего час.
1.	Постановка целей и задач производственной практики		4	4
2.	Знакомство с предприятием/ технологическими возможностями лабораторий кафедры, его организационной структурой и составление календарного плана		9	9
3.	Инструктаж по технике безопасности		4	4
4.	Стажировка в определенной руководителем должности/ Разработка технологического маршрута изготовления изделий твердотельной электроники		160	160
5.	Работа по подготовке отчета по производственной практике и его оформление		22	22
6.	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 по практике:

Приведен в приложении А к программе практики. С целью более подробного изложения этапов формирования компетенций по практике, обеспечивающих достижение планируемых результатов, в приложении ООП приведены паспорта компетенций.

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

Учебная литература:

1. 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.

Ресурсы сети «Интернет»:

1. Электронный каталог ИГХТУ <http://www.isuct.ru>
2. Электронная библиотека Ивановского государственного химико-технологического университета с полнотекстовыми документами <http://www.isuct.ru/e-lib/>
3. Виртуальная образовательная среда Ивановского государственного химико-технологического университета <http://edu.isuct.ru/course/index.php?categoryid=48>
4. ЭБС «Лань». Пакет «Химия» <http://e.lanbook.com/books>
5. ЭБС «Библиотех» <https://isuct.bibliotech.ru>
6. ЭБС «Контекстум» <http://rucont.ru>
7. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф>

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

- Системные программные средства: Microsoft Windows (подписка DreamSpark Premium ЗАО «СофтЛайн Трейд» №51870/ЯР4393)
- Прикладные программные средства: Microsoft Office (Microsoft Open License №42882578 от 17.10.2007), LibreOffice (Лицензия ГНУ/Линуксцентр GNU GPL от 15.11.2017), Mozilla Firefox (Лицензия ГНУ/Линуксцентр GNU GPL от 15.11.2017).

10. Материально-техническое обеспечение практики

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

Масс-спектрометры: MX7304, ИПДО-2А; ЭПР-спектрометр РЭ1301, атомно-силовой микроскоп NT-MTD Solver 47 Pro, лазерная установка LMA-10 для микроспектрального анализа.

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.

15 персональных компьютеров с подключением к сети "Интернет" и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, сервер Supermicro 6016T-MTHF, коммутатор 3Com Baseline Switch 2024, ИБП APC Smart-UPS 1000, мультимедиа проектор Epson EB04X, экран 70", акустика Defender Mercury 35, WiFi точка доступа Asus WL-500G, сканнер Benq 5000, принтер HP LaserJet 5L.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Заведующий кафедрой ТПиМЭТ  Смирнов С.А.

Программа одобрена на заседании кафедры № протокола 10 от 01.06.2017 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

*(Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной
деятельности)*

Студент _____

Профиль подготовки Микроэлектроника и твердотельная электроника

Группа 3/9

База практики _____

Сроки практики с « » 201 г. по « » 201 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

Профиль Микроэлектроника и твердотельная электроника

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой _____ Смирнов С.А.

« _____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на производственную практику

*(Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной
деятельности)*

студенту _____ группа _____

База практики _____

Сроки практики с « _____ » _____ 201 ____ г. по « _____ » _____ 201 ____ 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
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ
(тип - практика по получению профессиональных умений и опыта
профессиональной деятельности)**

Направление подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

Профиль подготовки **Микроэлектроника и твердотельная электроника**

Квалификация (степень) **Бакалавр**

Нормативный срок обучения **4 года**

1. Перечень компетенций, формируемых в результате освоения практики.

- способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2);
- готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3).

Подробно этапы формирования данных компетенций в соответствии с учебным планом по данной образовательной программе приведены в приложении ООП.

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	ПК-2, ПК-3	Комплект заданий для работы на тренажере
2	Знакомство с предприятием, его организационной структурой и составление календарного плана/ Общее ознакомление с технологическими возможностями лабораторий кафедры и университета в целом.	ПК-2, ПК-3	
3	Инструктаж по технике безопасности	ПК-2, ПК-3	
4	Стажировка в определенной руководителем должности/ Разработка технологического маршрута изготовления изделий твердотельной электроники	ПК-2, ПК-3	
5	Работа по подготовке отчета по производственной практике и его оформление	ПК-2, ПК-3	
6	Защита отчета по практике	ПК-2, ПК-3	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
Минимальный уровень	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы и средства получения, хранения и систематизации научно-технической информации (ПК-3), – основы статистической обработки результатов прямых и косвенных измерений, формы представления научной и технической информации (ПК-3); – основные параметры и характеристики приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2); – способы экспериментального исследования параметров и характеристик и приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2); <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – составлять планы экспериментов (ПК-3); – осуществлять поиск информации с использованием информационных систем, обрабатывать и представлять результаты исследований (ПК-3); – проводить выбор методик экспериментального исследования параметров и характеристик и приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2); <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – информацией об областях применения и перспективах развития приборов и устройств электроники и наноэлектроники (ПК-2); – основными навыками получения, систематизации и анализа научно-технической информации (ПК-3), – приемами обработки экспериментальных данных и информацией о формах представления результатов исследований (ПК-3); – методами экспериментальных исследований параметров и 		+		

	характеристик электронных приборов и устройств (ПК-2).				
Базовый уровень	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основы организации научных исследований (ПК-3), – методы и средства получения, хранения и систематизации научно-технической информации (ПК-3), – основы статистической обработки результатов прямых и косвенных измерений, формы представления научной и технической информации (ПК-3); – основные параметры и характеристики приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2); – способы экспериментального исследования параметров и характеристик и приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2); <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – составлять планы экспериментов (ПК-3); – осуществлять поиск информации с использованием информационных систем, обрабатывать и представлять результаты исследований (ПК-3); – проводить выбор методик экспериментального исследования параметров и характеристик и приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2); – обрабатывать и анализировать результаты экспериментального исследования, сравнивать с теоретическими расчетами (ПК-2). <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – информацией об областях применения и перспективах развития приборов и устройств электроники и наноэлектроники (ПК-2); – основными навыками получения, систематизации и анализа научно-технической информации (ПК-3), – приемами обработки экспериментальных данных и информацией о формах представления результатов исследований (ПК-3); 			+	
				+	
				+	

	<ul style="list-style-type: none"> – методами экспериментальных исследований параметров и характеристик электронных приборов и устройств (ПК-2). 				
<p>Продвинутый уровень</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основы организации научных исследований (ПК-3), – методы и средства получения, хранения и систематизации научно-технической информации (ПК-3), – основы статистической обработки результатов прямых и косвенных измерений, формы представления научной и технической информации (ПК-3); – основные параметры и характеристики приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2); – способы экспериментального исследования параметров и характеристик и приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2); <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – составлять планы экспериментов (ПК-3); – осуществлять поиск информации с использованием информационных систем, обрабатывать и представлять результаты исследований (ПК-3); – проводить выбор методик экспериментального исследования параметров и характеристик и приборов, схем, устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2); – обрабатывать и анализировать результаты экспериментального исследования, сравнивать с теоретическими расчетами (ПК-3). <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – информацией об областях применения и перспективах развития приборов и устройств электроники и наноэлектроники (ПК-2); – основными навыками получения, систематизации и анализа научно-технической информации (ПК-3), – приемами обработки экспериментальных данных и информацией о формах 				<p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p>

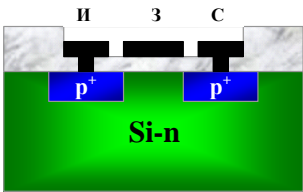
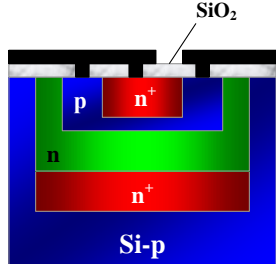
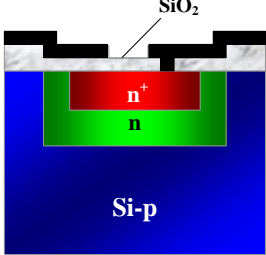
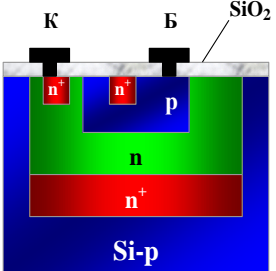
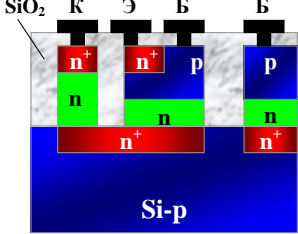
	<p>представления результатов исследований (ПК-3).</p> <p>– методами экспериментальных исследований параметров и характеристик электронных приборов и устройств (ПК-2).</p>				
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--

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)

Комплект заданий для работы на тренажере «Формирование микроструктур методами планарной технологии».

Задание. Составить последовательность основных технологических операций при формировании полупроводниковых структур:

<p>МОП-транзистор с р-каналом</p>		<p>Пинч – резистор</p>	
<p>Интегральный МДП-конденсатор в биполярных микросхемах</p>		<p>Интегральный диод на основе перехода база-коллектор</p>	
<p>Биполярный транзистор комбинированной изоляцией</p>			

Вопросы к зачету по производственной практике

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. В каких случаях используется диффузионное легирование?
8. В каких случаях используется ионное легирование полупроводников?
9. Для каких целей используется окисление во влажном кислороде.
10. Какими достоинствами обладают пленки SiO₂, выращенные в среде сухого кислорода.
11. Для каких целей применяются пленки нитрида титана.
12. Перечислите этапы фотолитографического процесса.
13. Что такое взрывная фотолитография.
14. Проведите сравнительную характеристику позитивного и негативного фоторезистов.
15. Перечислите методы нанесения фоторезистов.
16. Дайте сравнительную характеристику методов нанесения фоторезистов.
17. Как толщина пленки фоторезиста влияет на разрешающую способность фотолитографии.
18. В чем достоинства проекционного способа экспонирования и в каких случаях он применяется.
19. Перечислите методы определения глубины залегания n-p перехода.
20. Каким образом можно определить количество примеси, введенной методом диффузионного легирования.
21. Как повлияет на вид ВАХ n-p перехода увеличение концентрации легирующей примеси.
22. Объясните связь между характеристиками эпитаксиального слоя и параметрами создаваемого в нем биполярного эпитаксиально-планарного транзистора.
23. Предложите метод экспериментальной проверки свойств контакта межэлементной металлизации с активными областями ИМС.
24. Объясните, как повлияет на свойства контакта алюминиевой металлизации с полупроводником технологическая операция «вжигание».
25. Какую информацию можно извлечь из вольт-фарадных характеристик МДП структуры.
26. Перечислите критерии, используемые для оценки качества МДП транзисторов.
27. Перечислите критерии, используемые для оценки качества биполярных транзисторов.
28. Что такое тестовые структуры и для каких целей они предназначены.
29. Каким образом контролируется химический состав полупроводниковых подложек для ИМС.
30. На каких этапах производства полупроводниковых ИМС возможно использование оптических методов контроля.

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