

Учреждение образования  
«Белорусский государственный технологический университет»

«УТВЕРЖДАЮ»  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ А.С. Федоренчик  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2009г.  
Регистрационный № УД \_\_\_\_\_/р.

**общеинженерная, технологическая, преддипломная  
практика**

**СКВОЗНАЯ учебная программа**

для специальности:

1–48 01 01 «Химическая технология неорганических  
веществ, материалов и изделий» специализации 1–48 01 01 13  
"Химическая технология квантовой и твердотельной  
электроники"

Факультет химической технологии и техники

Кафедра химии, технологии электрохимических  
производств и материалов электронной техники

Курсы III; IV; V

Семестры 6; 8; 10

Продолжительность практики 4; 6; 4 недели

Форма получения высшего образования дневная

МИНСК 2009

Учебная программа составлена на основе государственного образовательного стандарта «Образовательный стандарт. Высшее образование. Специальность 1–48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий», специализация 1–48 01 01 13 "Химическая технология квантовой и твердотельной электроники"

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры химии, технологии электрохимических производств и материалов электронной техники

18 декабря 2008 г, протокол № 4

Заведующий кафедрой,

\_\_\_\_\_ проф. И.М. Жарский

Составитель

\_\_\_\_\_ проф. А.Н. Мурашкевич

Одобрена и рекомендована к утверждению методической комиссией факультета химической технологии и техники

29 декабря 2008 г протокол №4  
(дата, номер протокола)

Председатель

\_\_\_\_\_ проф. И.В. Пищ

Согласовано

Руководитель учебных и производственных практик БГТУ

\_\_\_\_\_ Е.С. Маскалик

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Производственная практика студентов специальности 1-48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 01 13 «Химическая технология квантовой и твердотельной электроники» является важнейшей частью подготовки высококвалифицированных специалистов. Целью практической подготовки является углубление и закрепление знаний, полученных студентами в процессе обучения, ознакомление с новейшими достижениями науки в области создания новых перспективных материалов и изделий электронной техники, овладение производственными навыками, передовыми методами труда и управления производством. Кроме того, в процессе производственных практик студенты имеют возможность приобрести опыт общественно-политической, организаторской и воспитательной работы в рабочих коллективах.

В соответствии с учебным планом Министерства образования Республики Беларусь от 23 июля 2007 г. для студентов специальности 1-48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий» установлены следующие виды практик и сроки их проведения:

- общеинженерная (учебная),
- технологическая,
- преддипломная.

Общеинженерная (учебная) практика проводится на 3-м курсе в 6-м семестре (июль – август) в течение 4-х недель.

Технологическая практика – в течение 6-ти недель в 8-м семестре (август – сентябрь).

Преддипломная практика – в 10-м семестре в течение 4-х недель (февраль – март).

Все виды практик, с учетом вышеназванных специализаций, проходят на передовых промышленных предприятиях Республики Беларусь (НПО «Интеграл» (г. Минск, Пинск) осуществляет производство пластин полупроводниковых материалов, дискретных полупроводниковых приборов и интегральных микросхем; Витебский завод радиодеталей «Монолит» – керамических конденсаторов, позисторных и пьезоэлементов; РУП «Феррит» – изделий на основе ферритов; РУП «Завод “Оптик”» – лазерных монокристаллов и оптических элементов), в научно-исследовательских институтах (НИИ) и конструкторских бюро НАН Беларуси, в частности в научно-производственном

объединении «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению», Институте тепло- и массообмена, Физико-техническом институте, УП «Минский НИИ радиоматериалов».

В процессе прохождения практики студент должен овладеть основными навыками профессии оператора либо детально освоить одну или несколько новых методик исследований, а затем перейти к изучению различных видов инженерной и организационной деятельности, что необходимо для решения различных производственных задач.

Комплекс всех производственных практик, проводимых в соответствии с единой сквозной программой, должен обеспечить приобретение студентами знаний о реальных условиях работы и навыков, необходимых для последующей инженерной деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специальности.

# 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

## 1.1. Цели и задачи практики

В процессе прохождения практики студенты должны глубоко изучить опыт работы предприятия, НИИ и принять непосредственное участие в технологических процессах производства материалов и изделий электронной техники, решении конкретных исследовательских задач. Каждый вид практики имеет свои особенности, но главная цель данного этапа обучения – дать студенту возможность закрепить теоретические знания, полученные в вузе, приобрести навыки самостоятельной работы на производстве или в исследовательской лаборатории.

## 1.2. Организация практики

В ноябре учебного года преподаватели, ответственные за каждый вид практики, проводят организационную работу с отделами по подготовке кадров ведущих предприятий отрасли и НИИ по заключению договоров.

До начала практики ректор утверждает приказ, в котором указывается место прохождения практики и назначается ее руководитель от университета. Студент должен заранее ознакомиться с приказом и представить документы (фотографии), необходимые для оформления пропуска на предприятие (учреждение).

Перед отъездом студентов на практику преподаватели кафедры проводят общее собрание, на которое (в случае технологической и преддипломной практик) приглашают представителей кафедр экономики, охраны труда и др.

Студентам выдают надлежащим образом оформленные дневники, направления на соответствующие базы практик, знакомят с порядком прохождения практики, основными требованиями к практикантам, сроками практики, порядком и сроками сдачи отчетов, а также перечнем вопросов, связанных с выполнением программ практики.

По прибытии на предприятие и оформлении пропусков студенты проходят инструктаж по технике безопасности, знакомятся с руководителем практики от предприятия и правилами трудового распорядка. Приказом по предприятию студенты распределяются по цехам и производствам с учетом индивидуальных заданий, закрепляются за конкретными руководителями практики от предприятия из числа

ведущих инженерно-технических специалистов цехов и служб предприятия. При наличии вакантных мест (по согласованию с руководством предприятия) студенты могут быть оформлены на штатные оплачиваемые должности операторов или дублеров инженерно-технических работников.

Совместно с руководителем практики от предприятия студент уточняет график прохождения практики в соответствии с темой индивидуального задания, которая определяется руководителем практики от университета до начала практики. В случае изменения места прохождения практики возможна корректировка темы индивидуального задания в рамках базовых технологий.

В случае невозможности своевременного выезда на место практики студент обязан незамедлительно поставить в известность кафедру и деканат факультета ХТиТ.

### **1.2.1. Руководство и методы контроля**

Общее руководство производственной практикой студентов на факультете ХТиТ возлагается на декана или заместителя декана. Учебно-методическое руководство практикой студентов на предприятиях, в НИИ осуществляет выпускающая кафедра, в данном случае кафедра химии и технологии электрохимических производств и материалов электронной техники. Заведующий кафедрой отвечает за выполнение учебных планов, программ и качество проведения практики. Для руководства практикой на местах кафедра выделяет наиболее опытных преподавателей, хорошо знающих производство и тематику научных исследований соответствующих НИИ и лабораторий.

Ответственность за организацию практики на предприятии или в НИИ возлагается на руководителя учреждения, выделяющего для непосредственного руководства практикой квалифицированных специалистов. Непосредственное руководство производственной практикой студентов в цехе, отделе, лаборатории возлагается приказом руководителя предприятия на специалистов указанных структурных подразделений.

Предприятия, учреждения и организации, являющиеся базами практики:

– организуют и проводят практику студентов в соответствии с настоящей программой практики;

– предоставляют в соответствии с программой студентам места, обеспечивающие наибольшую эффективность прохождения практики в соответствии со специальностью;

– создают необходимые условия для получения студентами в период прохождения практики знаний по специальности и, по возможности, соответствующих квалификационных удостоверений о полученных рабочих профессиях, оформленных в установленном порядке;

– соблюдают согласованные с вузами календарные графики прохождения практики;

– предоставляют студентам-практикантам возможность пользоваться имеющейся литературой, технической и другой документацией;

– оказывают помощь в подборе материалов для курсовых и дипломных проектов, а также методическую помощь при выполнении индивидуальных заданий;

– проводят обязательные инструктажи по охране труда и технике безопасности: вводный и в необходимых случаях на рабочем месте с оформлением установленной документации осуществляют обучение студентов-практикантов безопасным методам работы;

– обеспечивают и контролируют соблюдение практикантами правил внутреннего распорядка, установленных на данном предприятии, в том числе времени начала и окончания работы;

– могут налагать в случае необходимости приказом руководителя предприятия взыскания на студентов-практикантов, нарушающих правила внутреннего распорядка, и сообщать об этом ректору вуза;

– несут полную ответственность за обеспечение безопасных условий прохождения производственной практики на данном предприятии, в учреждении, организации.

### **1.2.2. Обязанности руководителя практики от вуза**

Преподаватели – руководители практики – обязаны:

– провести всю подготовительную работу, регламентируемую методическими рекомендациями по организации и проведению производственной практики студентов;

– обеспечить студентов рабочими программами и индивидуальными заданиями, согласованными с предприятиями, учреждениями;

– до начала практики провести совместно с предприятием предварительные мероприятия, связанные с приездом студентов-практикантов;

- обеспечить высокое качество прохождения практики студентами и строгое соответствие ее учебным планам и программам;
- организовать и проводить теоретические занятия, консультации, производственные экскурсии совместно с ведущими специалистами предприятий;
- контролировать работу студентов, руководить составлением отчетов по практике, систематически проверять дневник;
- руководить научно-исследовательской работой студентов, проводимой по заданию кафедры или предприятия;
- проверить отчеты студентов по практике, дать отзывы по их работе и оценить результаты по 10-балльной системе;
- всю работу проводить в тесном контакте с руководителем практики от предприятия, учреждения и организации;
- в недельный срок после завершения практики представить в деканат письменный отчет по установленной форме с отражением результатов практического обучения.

### **1.2.3. Обязанности руководителя практики от предприятия, учреждения и организации**

Руководитель практики студентов от предприятия, учреждения и организации осуществляет общее руководство практикой:

- подбирает опытных специалистов в качестве непосредственных руководителей практики студентов в цехе, отделе, лаборатории и т. д.;
- совместно с вузовским руководителем организует и контролирует прохождение практики студентами в соответствии с программой и утвержденными графиками прохождения практики;
- обеспечивает, по возможности, аттестацию студентов-практикантов с целью получения ими удостоверений о приобретенных рабочих профессиях, оформленных в установленном порядке;
- обеспечивает качественное проведение инструктажа по охране труда и технике безопасности;
- вовлекает студентов в научно-исследовательскую и рационализаторскую работу;
- организует совместно с руководителями практики от вуза чтение лекций и докладов, проведение семинаров и консультаций ведущими работниками предприятия, НИИ, организации по важнейшим направлениям в технологии производства материалов и изделий электронной техники, экскурсии внутри предприятия и на другие объекты;

- контролирует соблюдение практикантами производственной дисциплины и сообщает обо всех случаях нарушения правил внутреннего распорядка и наложенных на них дисциплинарных взысканиях;
- осуществляет учет работы студентов-практикантов;
- организует совместно с руководителями практики от вуза перемещение студентов по рабочим местам;
- отчитывается перед руководством предприятия за организацию и проведение практики.

Руководитель практики студентов в цехе (отделе, лаборатории) осуществляет непосредственное руководство практикой:

- организует прохождение производственной практики закрепленными за ним студентами в тесном контакте с вузовскими руководителями;
- знакомит студентов с организацией работ на конкретном рабочем месте, с управлением технологическим процессом, оборудованием, технологическими средствами и их эксплуатацией, экономикой производства, охраной труда;
- осуществляет постоянный контроль работы практикантов, помогает им правильно выполнять все задания на данном рабочем месте, знакомит с передовыми методами работы и консультирует по различным производственным вопросам либо (в случае НИИ) по вопросам научных исследований;
- контролирует ведение дневников, подготовку отчетов студентами-практикантами, составляет на них производственные характеристики, содержащие данные о выполнении программы практики и индивидуальных заданий, об отношении студентов к работе, участию в общественной жизни.

#### **1.2.4. Обязанности студента-практиканта**

При прохождении производственной практики студенты обязаны:

- своевременно прибыть на место прохождения практики и в дневнике сделать соответствующую отметку (аналогичную отметку нужно сделать и при выбытии);
- ежедневно являться на работу и уходить в установленное время;
- подчиняться действующим на предприятии, в НИИ правилам внутреннего распорядка;
- изучать правила эксплуатации оборудования, приборов, техники безопасности, охраны труда и т. д.;

– освоить операции технологического процесса в целом, их взаимосвязь с физико-химическими основами технологии и приемами управления процессом для получения материалов и изделий с заданными свойствами;

– нести ответственность за выполняемую работу и за ее результаты (обязательным является выполнение эскизов оборудования с указанием их технических характеристик, конструкционных материалов и конструктивных особенностей);

– выполнить все задания, предусмотренные программой;

– в течение всего периода самостоятельной работы вести дневник и рабочую тетрадь, являющимися основными документами для составления отчета по практике;

– принимать участие в рационализаторской работе;

– к концу практики подготовить письменный отчет о выполнении программы практики, который вместе с дневником следует представить руководителю от предприятия для проверки.

Не допускается, чтобы практиканты в соответствии с трудовым законодательством работали во вредных условиях и в ночное время.

### **1.3. Теоретические занятия и экскурсии**

В течение производственной практики для студентов-практикантов организуется чтение лекций и докладов, проведение семинаров и консультаций руководителями практики от университета и ведущими специалистами предприятия, учреждения, организации по новейшим направлениям науки, техники и технологии.

Тематика лекций и докладов разрабатывается руководителем практики от предприятия, осуществляющим общее руководство практикой на предприятии совместно с руководителем практики от кафедры. Тематика лекций определяется видом практики (общей инженерной, технологической, преддипломной), спецификой предприятия, НИИ, направлениями их исследований и разработок.

В период прохождения практики для студентов должны быть организованы лекции и экскурсии внутри предприятия с целью более широкого ознакомления с современной технологией и производством материалов и изделий электронной техники.

Распределение времени практикантов по видам занятий осуществляется в соответствии с видом практики и индивидуальным заданием, выданным каждому студенту руководителями практики.

## 2. ПРОГРАММА ОБЩЕИНЖЕНЕРНОЙ (УЧЕБНОЙ) ПРАКТИКИ

### 2.1. Цель и задачи практики, общие вопросы организации практики

Исходя из положений об общеинженерной практике ее основными целями являются:

– закрепление и углубление знаний, полученных по общеинженерным дисциплинам (теоретическая и прикладная механика, электротехника и основы электроники, процессы и аппараты химической технологии, общая химическая технология);

– приобретение умений и навыков анализа физико-химических основ химико-технологических процессов, обоснования оптимального технологического режима основных стадий производства, установление взаимосвязи между основными показателями (технологическими, экономическими, экологическими и социальными) и параметрами их реализации;

– развитие технологического и инженерного мышления. Кроме того, одна из целей – дать студентам достаточно полное представление о профиле избранной специальности, значении и перспективах их будущей деятельности.

Успешному достижению поставленных целей способствует выполнение практикантом ряда общих и частных задач, которые будут изложены ниже в подразделе 2.2. Практикант планирует свою работу так, чтобы не более половины всего срока практики использовалось им на стажировку на рабочем месте. Примерное распределение времени практикантом по видам занятий общеинженерной практики на НПО «Интеграл» представлено в таблице.

Таблица

**Распределение времени общеинженерной практики по видам занятий**

Тема занятий	Количество часов			День практики
	теоретические занятия	практические занятия	выполнение индивидуального задания	
1	2	3	4	5
1. Приезд и поселение в общежитие				1
2. Прохождение инструктажа по технике безопасности и пожаробезопасности				2

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
3. Ознакомление с предприятием 3.1. История и перспективы развития предприятия 3.2. Характеристика производимой продукции, основные и вспомогательные цеха, энергетические и материальные взаимосвязи цехов	2  4			3
4. Водопотребление и водоподготовка 4.1. Физико-химические основы и технология водоподготовки 4.2. Экскурсия в цех водоподготовки	2	4		4, 5
5. Энергопотребление и источники энергии на предприятии	2			6
6. Приготовление химических растворов 6.1. Процессы химической обработки пластин полупроводниковых материалов (очистка и травление) 6.2. Экскурсия на участок приготовления растворов	2	2		7, 8
7. Вопросы гигиены в полупроводниковом производстве 7.1. Устройство чистых комнат и гермозон	2			9
8. Производство пластин полупроводниковых материалов 8.1. Физико-химические и технологические аспекты, оборудование производства пластин 8.2. Экскурсия в цех по производству пластин кремния	2	4		10, 11
9. Производство дискретных полупроводниковых приборов и интегральных микросхем 9.1. Физико-химические основы создания диэлектрических пленок 9.2. Особенности и перспективы литографических процессов 9.3. Процессы газофазной эпитаксии и ионной имплантации 9.4. Экскурсия в кристалльные цеха	2 4 4	4		12–14
10. Основы измерений электрофизических параметров полупроводниковых изделий				

## Окончание таблицы

1	2	3	4	5
10.1. Знакомство с организацией работы метрологической службы и системой стандартизации на предприятии 10.2. Экскурсия на участок измерений электрических параметров	3	4		15, 16
11. Методы входного, межоперационного и выходного контроля изделий 11.1. Физико-химические основы методов 11.2. Экскурсия в ЦЗЛ	2	2		17
12. Выполнение индивидуального задания 12.1. Изучение, анализ технологии производства, устройства и принципа работы основного и вспомогательного оборудования согласно индивидуальному заданию 12.2. Выполнение принципиальной технологической схемы производства, схемы структурной эволюции изделия по стадиям 12.3. Выполнение эскизов основного оборудования			20 10 5 5	18–23
13. Изучение рационализаторской и изобретательской работы на предприятии 13.1. Составление предполагаемой заявки на рацпредложение или изобретение	2		4	24
14. Изучение вопросов охраны труда, техники безопасности, охраны окружающей среды 14.1. Изучение ПДК вредных выбросов 14.2. Утилизация отходов производства, стоков и газовых выбросов			2 2	25
15. Оформление отчета. Защита индивидуального задания				26–30
16. Отъезд				

*Примечание.* Во время прохождения общеинженерной практики в исследовательских организациях и учреждениях следует больше внимания уделить изучению литературы и научных результатов лаборатории, отдела по решению исследуемых проблем и разработок в соответствии с индивидуальным заданием.

## **2.2. Содержание практики**

Общеинженерная практика включает:

- теоретические занятия, на которых рассматриваются научные основы производства полупроводниковых, специальных керамических изделий, выращивания монокристаллов;
- практические занятия, позволяющие студентам ознакомиться с фактической организацией вышеназванных производств, практической реализацией термодинамических и кинетических закономерностей в конкретных процессах, аппаратурным оформлением основных и вспомогательных стадий производств, инженерным решением ряда технологических задач, охраны труда и окружающей среды.

### **2.2.1. Общее ознакомление со структурой предприятия, научно-исследовательского института, лаборатории, тематикой научно-исследовательской работы**

Общее ознакомление с предприятием, НИИ следует проводить в начале практики посредством лекции и одной – двух экскурсий по заводу, учреждению, лаборатории.

Лекция должна содержать сведения:

- об истории предприятия, института;
- его структуре, основных видах продукции; целях и задачах административных служб;
- о технологии основных производств, месте предприятия или НИИ в отрасли;
- об основных и вспомогательных цехах, отделах, службах, взаимосвязи цехов и служб, режиме работы;
- об основных задачах и новых направлениях модернизации имеющихся технологий и приемах их реализации.

### **2.2.2. Специальные вопросы**

#### **2.2.2.1. Изучение технологических процессов и оборудования полупроводникового производства**

При выполнении этого задания основное внимание должно быть обращено на изучение:

- базовых технологических процессов производства дискретных полупроводниковых приборов и интегральных микросхем (изготовления и очистки полупроводниковых подложек, процессов диффузии,

эпитаксиального наращивания пленок, литографии, высокотемпературного окисления, травления, химической обработки, ионного легирования, нанесения проводящих и диэлектрических слоев);

– основного и вспомогательного оборудования для базовых технологий (диффузионных печей, эпитаксиальных реакторов, установок «Везувий» или «Днепр», установок магнетронного напыления «Оратория», измерительных комплексов, оборудования «Лада» для процессов литографии, вакуумного оборудования, включающего низко и высоковакуумные насосы, оборудования газовых систем, включающего устройства очистки газов, приготовления, транспортирования, дозирования и измерения параметров паро-газовых смесей, запорно-регулирующей арматуры);

– взаимосвязи технологических параметров процессов с конструкцией аппаратов; основных видов брака, способов их устранения; мероприятий по ресурсо- и энергосбережению; контрольно-измерительных приборов и систем автоматического поддержания параметров технологических процессов.

#### **2.2.2.2. Изучение технологических процессов и оборудования керамических производств**

Вопросы, подлежащие изучению на керамических производствах:

– номенклатура керамических изделий (конденсаторов, позисторов, пьезоэлементов, пьезоактуаторов, ферритовых сердечников, магнитных сепараторов);

– основные характеристики керамических изделий; используемое сырье; технология производства; нормы технологического режима; технические характеристики; принципы работы основного и вспомогательного оборудования (печи методические и садочные, сушилки, мельницы, аттриторы, смесители, литьевые машины, прессы, фильтры, экструдеры, дозаторы, конструкционные материалы);

– инженерные решения, направленные на сокращение потерь энергии, реагентов и воды.

#### **2.2.2.3. Изучение технологических процессов и оборудования по выращиванию монокристаллов**

Основные объекты выращивания: лазерные кристаллы, материалы-модуляторы. Свойства, технологические процессы роста монокристаллов, изготовления элементов для лазеров и модуляторов.

Типовое оборудование для роста (садочные печи, установки по Чохральскому, вакуумное оборудование, устройства для автоматического управления процессами роста и послеростового отжига). Методы контроля качества. Инженерные решения по улучшению технико-экономических показателей.

По результатам данной работы студент составляет технологическую схему с эскизами основных аппаратов и дает ее полное описание. Необходимо привести ГОСТы и ТУ на сырье и продукцию.

На основании изучения устройства оборудования (инструкций, схем, описания устройств) и сущности процессов, протекающих в основных аппаратах, студенты должны практически (в качестве рабочего, оператора или дублера) познакомиться с правилами эксплуатации оборудования в конкретных условиях. Следует также изучить вопросы и принципы контроля и регулирования процессов с помощью контрольно-измерительных приборов, средств автоматики и вычислительной техники.

### **2.2.3. Индивидуальное задание**

За период прохождения общеинженерной практики каждый студент должен выполнить индивидуальное задание, которое составляется совместно руководителями практики от института и записывается в дневник студента. Индивидуальные задания выполняются с целью приобретения и закрепления навыков практического использования общеинженерных знаний на примере расчета и анализа конкретного производства, конкретного аппарата. По результатам выполнения индивидуального задания может быть оформлено рационализаторское предложение или написан реферат по исследуемой проблеме. При необходимости индивидуальное задание конкретизируется и изменяется в ходе практики руководителем практики от предприятия.

Темой индивидуального задания может быть ознакомление с технологическим маршрутом изготовления одного из типов интегральных микросхем или полупроводниковых приборов; технологией получения одного из видов изделий электронной керамики; технологическим маршрутом выращивания монокристаллов; анализ и разработка мероприятий, направленных на снижение потребления электроэнергии, пара, воды, источников сырья, улучшение условий труда или охраны окружающей среды.

Тематика индивидуальных заданий разрабатывается применительно к каждому конкретному предприятию и должна учитывать

специфику их производств или исследовательской деятельности. При выполнении индивидуального задания студент должен начертить технологическую схему производства изделия или материала, либо фрагмент схемы, включающий базовые операции, выполнить эскизы одного из видов основного оборудования, проанализировать основные технологические показатели производства.

#### **2.2.4. Охрана труда и техника безопасности**

Необходимо изучить следующие вопросы:

- общезаводские инструкции по технике безопасности (в случае работы в период практики сдать соответствующие зачеты заводской комиссии);
- основные защитные меры по обеспечению электрической безопасности;
- параметры и конструктивное исполнение защитных устройств;
- организацию и конструктивное исполнение промышленной вентиляции;
- способы и приборы контроля параметров воздушной среды;
- меры безопасности при регулировке, наладке, испытании и эксплуатации электротехнического и вакуумного оборудования;
- вопросы инженерно-технологического проектирования оборудования и организации рабочих мест; комфортность как фактор высокой производительности труда;
- методы и средства контроля воздействия на биосферу вредных полупроводникового производства;
- инженерные решения по противопожарной безопасности цеха и противопожарной сигнализации с системой пожаротушения;
- организацию эвакуации людей на случай пожаров, аварии или взрыва;
- индивидуальные средства защиты на рабочих местах.

#### **2.2.5. Теоретические занятия и экскурсии**

В течение общеинженерной практики для студентов-практикантов руководитель практики от университета организует и проводит с привлечением ведущих специалистов предприятий или НИИ чтение лекций и докладов, проведение семинаров и консультаций.

Тематика лекций может быть следующей:

1. Основные процессы планарной технологии полупроводниковых приборов и интегральных схем.
2. Технология и перспективы процессов литографии.
3. Оборудование для изготовления диэлектрических пленок.
4. Физико-химические основы, технология диффузионных процессов.
5. Типовое оптико-механическое оборудование для изготовления фотошаблонов и фотолитографии.
6. Технология изготовления керамических конденсаторов, «узкие» места, перспективы развития.
7. Физико-химические свойства, способы получения и области применения неметаллических ферромагнетиков.
8. Новые перспективные оптические нелинейные монокристаллы и способы их выращивания.

В период прохождения общеинженерной практики могут быть организованы экскурсии по отдельным подразделениям предприятия с целью более широкого ознакомления с современными технологиями и разработками.

## **3. ПРОГРАММА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ**

### **3.1. Цели и задачи практики**

Целью настоящей практики является закрепление теоретических знаний, полученных студентами при изучении специальных и общетехнических дисциплин на основе освоения технологических процессов, сбор инженерно-технологического материала согласно индивидуальному заданию. Обязательно проведение расширенного поиска, анализа, обработки материалов и источников литературы, необходимых для успешного выполнения на 5-м курсе в 9-м семестре курсовых проектов по технологии, оборудованию материалов и изделий электронной техники, экономике их производства.

### **3.2. Содержание практики**

Во время практики студент включается в состав инженерно-технического коллектива, участвует в исследованиях, разработках и проектировании объектов, которые соответствуют теме индивидуального задания и соответствующих курсовых проектов.

Конкретное содержание технологической практики на каждом предприятии определяется индивидуальным заданием, темой курсовых проектов и календарным планом. Предпочтительными являются индивидуальные задания, связанные с производственными проблемами предприятий – баз практики, или темы научно-исследовательского характера, связанные с исследованиями новых перспективных материалов и изделий электронной техники, а также с разработкой новых и совершенствованием существующих технологий соответствующего профиля.

#### **3.2.1. Общие и специальные вопросы**

Во время прохождения практики студенту необходимо изучить и собрать материалы по следующим общим вопросам:

- производственная программа и ассортимент выпускаемой продукции, назначение и принцип действия соответствующего изделия или физико-химическая характеристика материала;
- описание базовой технологии;
- сырьевые материалы (состав, требования, поставщики, входной контроль, нормы расхода в различных технологических

операциях и на единицу изделия в целом, ценовая ситуация на сырьевом рынке страны);

– технология производства материала или изделия электронной техники в соответствии с индивидуальным заданием с указанием последовательности и технологических параметров всех операций (температура, давление, концентрация реагентов, продолжительность и другие);

– основное и вспомогательное оборудование, используемое в технологии и более подробно (с эскизным графическим материалом) аппараты и установки операций, непосредственно связанных с темой индивидуального задания;

– нормы расхода энергии и проблемы разработки энергосберегающих технологий.

### **3.2.2. Метрология и стандартизация сырья и готовой продукции, методы контроля качества**

Действующие на предприятии нормативно-технические документы согласно индивидуальному заданию; стандартизация марок, типов и видов выпускаемой продукции; наименование и содержание ГОСТов, ТУ, СТП, регламентирующих условия реализации технологических процессов, качества получаемой продукции, сырья и материалов; роль и задачи стандартизации в повышении качества продукции; учет брака и анализ причин его появления.

### **3.2.3. Автоматизация производственных и исследовательских процессов**

Принцип действия систем автоматизации (схемы), технические средства их реализации, эффективность применения средств автоматизации. Характеристика технологических операций, выполняемых с использованием ручного труда. Возможности и необходимость их механизации. Локальные системы автоматического контроля и управления технологическим процессом. Возможности совершенствования.

### **3.2.4. Основные вопросы техники безопасности, охраны труда**

За время технологической практики студентами должны быть изучены следующие вопросы:

– основные законодательные и нормативные акты в области охраны труда, действующие на предприятии;

- перечень обязанностей инженерно-технических работников по созданию безопасных и безвредных условий труда;
- состав и количественная оценка санитарно-гигиенических условий труда на рабочих местах (уровень запыленности, загазованности воздушной среды, параметры микроклимата, шума, вибрации, излучений и т. д.);
- виды производственных травм и профессиональных заболеваний, порядок их расследования, основные показатели травматизма;
- государственный, административный и общественный контроль в области охраны труда на предприятиях;
- виды ответственности и порядок привлечения к ответственности за нарушение охраны труда;
- меры безопасности при регулировке, наладке, испытании и эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры;
- конструктивное исполнение в рабочем оборудовании защитных устройств по снижению выделения токсичных соединений, шума и вибрации, электромагнитных излучений и воздействия их на работающих;
- методы и средства контроля воздействия на биосферу радиотехнических производств и электронного оборудования;
- состав, назначение, конструктивное исполнение и правила использования индивидуальных защитных средств;
- основные мероприятия по оптимизации режима труда и отдыха на предприятии.

### **3.2.5. Охрана окружающей среды**

Характеристика производственных отходов, их токсичность и предельно допустимые концентрации в выбросах в атмосферу и водоемы. Установки для очистки сточных вод и газообразных выбросов. Физико-химические основы процессов очистки, технологические схемы, оборудование для очистки: технические характеристики и режим работы. Утилизация других отходов и методы их переработки. Разработка и внедрение безотходных технологий, практика и перспективы использования нетоксичного сырья и технологий.

### **3.2.6. Экономика, организация, планирование и управление предприятием**

По результатам анализа технико-экономических показателей производства и инженерных решений по его совершенствованию выполняется курсовая работа «Разработка бизнес-плана производства продукции».

Успешное выполнение данной курсовой работы зависит в большей мере от полноты технико-экономических сведений, собранных во время практики.

Необходимо получить следующие данные:

- общую характеристику рынков сбыта продукции (услуг) предприятия;
- динамику изменений объемов реализации продукции за предшествующий практике период (2–3 года);
- годовую производственную мощность цеха, участка или часовую производительность ведущего оборудования;
- график работы оборудования в течение года или эффективный фонд рабочего времени, график планово-предупредительных ремонтов (ППР) для ведущего оборудования;
- удельные нормы расхода используемого сырья, материалов, энергоресурсов всех видов (электро- и теплоэнергия, вода промышленная, оборотная, химически очищенная, дистиллированная, воздух сжатый, инертные газы и др.);
- цены (тарифы) на все виды используемых в данном отделении, цехе сырья, материалов, энергии, действующие на заводе в момент сбора данных;
- оптовые цены на готовую продукцию;
- численность персонала по профессиям и специальностям с указанием тарифного разряда;
- ставку 1-го разряда, принятую на предприятии на момент прохождения практики;
- баланс рабочего времени одного среднесписочного рабочего;
- принятую на предприятии систему экономического стимулирования и проценты доплат к тарифному фонду;
- отчисления и налоги, включаемые в издержки производства;
- стоимость основных производственных фондов, в том числе зданий и сооружений, оборудования и др.;

- укрупненные нормы амортизационных отчислений по группам основных фондов;
- сметы общепроизводственных, общехозяйственных и коммерческих расходов.

Кроме того, для контроля достоверности расчетов необходимо иметь годовую калькуляцию себестоимости продукции (плановую или фактическую). Чтобы обосновать правильность расчета затрат на производство продукции, следует изучить их состав, а также ознакомиться с порядком начисления налогов и сборов в отпускную цену.

В процессе прохождения практики студенту необходимо составить план технического и организационного развития предприятия и провести предварительный расчет экономической эффективности, руководствуясь используемой на предприятии методикой оценки мероприятий.

### **3.2.7. Индивидуальное задание**

Конкретное содержание технологической практики, как отмечалось ранее, определяется индивидуальным заданием. В качестве индивидуального задания обычно предусматривается детальное и всестороннее изучение определенной операции (или технологического блока) общего технологического цикла производства конкретного изделия. В индивидуальное задание включаются вопросы научно-исследовательского характера (разработка новых методов получения керамических порошков и пленочных структур, выращивания монокристаллов, создание действующих опытных установок или отдельных узлов, экспериментальное исследование эксплуатационных характеристик материалов электронной техники и изделий из них).

В рамках этого задания студенту необходимо провести поиск и систематический анализ литературных сведений, включая в качестве источников не только книжные, но и периодические издания, а также патентную информацию (с учетом отечественных и зарубежных данных). Наиболее подробно студенты собирают, представляют и анализируют информацию технологического характера, которая должна отражать физико-химические основы и закономерности изучаемой технологии, влияние различных факторов (состава и свойств сырья, технологических режимов, используемых химических агентов, оборудования) на качество продукции и эффективность производства.

Обязательным является непосредственное участие студентов в сопровождении действующих и разработке новых технологий, в проведении исследований по совершенствованию действующих технологических процессов и разработке новых инженерных производственных решений, в реализации научных экспериментов по изучению материалов и изделий электронной техники.

Заключительным этапом работы на практике является всесторонний инженерный анализ технологического и экономического уровня базового производства, выявление «узких» мест и определения перспективных направлений по совершенствованию базовой технологии.

### **3.3. Рекомендации по сбору данных для курсовых проектов (работ)**

Во время технологической практики должны быть изучены вопросы, необходимые для выполнения курсовых проектов (работ) по дисциплинам «Химическая технология материалов электронной техники», «Оборудование и основы проектирования предприятий подотрасли», курсовой работы «Разработка мероприятий по совершенствованию производства и расчет показателей эффективности».

#### **3.3.1. Курсовой проект (работа) по дисциплине «Химическая технология материалов электронной техники»**

Целью проекта по технологии является закрепление и углубление знаний, полученных при изучении специальных дисциплин, приобретение навыков работы с оригинальной технической литературой, анализа и критического восприятия литературных данных, выбора целесообразной технологии и оборудования по производству материалов и изделий электронной техники, осуществления инженерно-технологических расчетов в данной отрасли.

Структура расчетно-пояснительной записки к проекту по технологии:

- титульный лист;
- задание на проектирование;
- содержание;
- реферат;
- введение;
- обзор литературы;

- обоснование выбранного объекта исследования или варианта технологии;
- обоснование инженерного решения: основные пути и методы решения поставленной задачи в проекте (работе);
- описание технологической схемы процесса;
- расчет материальных и тепловых потоков производства, который должен завершаться таблицей по расходу сырьевых ресурсов на единицу продукции;
- метрология и стандартизация;
- техника безопасности и охрана труда;
- охрана природы и окружающей среды;
- заключение;
- список использованных источников.

### **3.3.2. Курсовой проект по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий подотрасли»**

Целью данного курсового проекта является расчет одного из основных аппаратов разрабатываемой технологической схемы. Например, объектами расчета могут служить распылительная сушилка для сушки пресс – порошков электронной керамики, печь к установке по выращиванию монокристаллов из водных растворов или растворов в расплаве, диффузионная печь, используемая в технологии интегральных микросхем, туннельная печь для обжига ферритовых изделий.

Структура пояснительной записки:

- титульный лист;
- задание на проектирование;
- содержание;
- реферат;
- введение;
- описание технологической схемы узла или отделения;
- режим работы аппаратов, оптимизация режима;
- обзор конструкции аппаратов или устройств, литературно-патентный поиск и обоснование типа используемого аппарата;
- расчет материальных и тепловых балансов аппарата (при этом используют тепловой и материальный балансы процесса, осуществляемого в данном аппарате, из курсового проекта (работы) по технологии);
- технологический расчет аппарата;

- при необходимости гидравлический расчет: сопротивление проходу жидкости, газа, определение диаметра штуцеров;
- тепловой расчет (определение тепловых потоков), заканчивающийся расчетом мощности теплового агрегата;
- при необходимости механический расчет основных деталей аппарата с учетом условий работы (давления, температуры, концентрации), выбор основных узлов и деталей;
- выбор материалов и защита от коррозии;
- подбор вспомогательного оборудования;
- охрана труда и окружающей среды;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

### **3.3.3. Курсовая работа по курсу «Организация планирования и управление предприятием»**

Курсовая работа должна включать следующие разделы:

- титульный лист;
- задание на курсовое проектирование;
- содержание;
- реферат;
- введение;
- резюме;
- характеристика предприятия и стратегия его развития;
- описание продукции (услуги);
- анализ рынков сбыта, стратегия маркетинга;
- организационный план;
- производственный план;
- прогнозирование финансовых результатов деятельности;
- инвестиционный план;
- заключение.

### **3.4. Изобретательская и рационализаторская работа**

Во время технологической практики студентам желательно ознакомиться с изобретательской и рационализаторской работой на предприятии или в НИИ. На заводе данную работу курирует бюро по изобретательской и рационализаторской работе, а в научных учреждениях – отдел по изобретательской и патентной работе.

При детальном освоении того или иного технологического процесса изготовления материалов или изделий электронной техники очень важно суметь творчески оценить положительные и отрицательные стороны технологии в целом или конкретно отдельного технологического агрегата, на основе глубокого литературно-патентного поиска оценить уровень современной технологии и выработать конкретные предложения по ее усовершенствованию.

В таких случаях студенты могут, пользуясь консультациями патентных служб предприятий или НИИ, составить проект заявки на изобретение или рационализаторское предложение.

Заявка оформляется в соответствии с требованиями Госкомизобретений Республики Беларусь или патентного ведомства России.

## **4. ПРОГРАММА ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ**

На основании программы преддипломной практики для каждого студента руководитель практики (и дипломного проекта (работы)) составляет индивидуальный календарный план по согласованию с базовым учреждением, в качестве которого выступают промышленные и научно-производственные предприятия, научные учреждения, а также научно-исследовательские лаборатории университета соответствующего профиля.

### **4.1. Цели и задачи практики**

Цель преддипломной практики состоит в инженерно-технологической и организационно-экономической подготовке студентов к выполнению дипломного проекта (работы), являющегося самостоятельной инженерно-исследовательской квалификационной работой и доказательством его способности к решению задач, уровень сложности которых требует квалификаций инженера-химика-технолога.

Преддипломная практика закрепляет и углубляет теоретические знания и некоторые практические навыки, полученные в университете в процессе обучения, обогащает опытом их применения для решения конкретных инженерных и исследовательских задач, а также способствует сокращению срока адаптации молодого специалиста на производстве в начальный период трудовой деятельности. В связи с этим целесообразно преддипломную практику проводить по месту предполагаемого распределения студента на работу.

В период преддипломной практики студент осуществляет сбор инженерно-технологического материала по теме дипломного проекта (работы), а также расширенный поиск и глубокий анализ литературных источников по заданной теме с обоснованием ее актуальности. По усмотрению руководителя от университета ряд разделов из содержания практики может быть исключен или скорректирован в соответствии с темой дипломного проекта (работы).

Для достижения обозначенной цели в ходе практики решаются следующие задачи:

– проверка, закрепление и углубление общеинженерных, технологических, а также экономических знаний, полученных в процессе обучения, путем их применения для решения конкретных инженерно-технических или исследовательских задач, характер и тематика кото-

рых согласованы с темой будущего дипломного проекта (работы), а также приобретение навыков и опыта, необходимых для успешного выполнения дипломного проекта (работы);

– изучение системы организации проектных и научных работ на производстве, управления предприятием и его подразделениями, планово-экономической службы;

– получение исчерпывающей информации о технологиях и технологических возможностях предприятия или учреждения, об организации производства и эксплуатации оборудования;

– ознакомление с существующей на предприятии системой мероприятий по охране труда и охране окружающей среды, по улучшению санитарно-гигиенических условий труда и совершенствованию техники безопасности.

Ввиду непродолжительного срока преддипломной практики студент должен работать по уплотненному рабочему графику, чтобы выполнить программу практики и полностью собрать необходимый материал. Длительность рабочего дня студента во время практики не регламентируется. За полноту собранного материала, качество его усвоения и своевременное оформление дневника и отчета практикант несет личную ответственность.

#### **4.2. Содержание преддипломной практики**

Во время практики студент включается в состав инженерно-технического коллектива, участвуя в исследованиях, разработках и проектировании объектов, которые соответствуют теме дипломного проекта. Конкретное содержание преддипломной практики на каждом предприятии определяется индивидуальным заданием и темой дипломного проекта (работы). Предпочтительными являются темы дипломных проектов, связанные с конкретными производственными проблемами предприятий – базами практики, или темы научно-исследовательского характера, связанные с исследованиями новых перспективных материалов электронной техники, а также с разработкой новых и совершенствованием существующих технологий соответствующего профиля.

Круг вопросов, которые дипломнику необходимо изучить в период преддипломной практики, определяется требованиями к дипломному проекту или работе, излагающимися в стандарте БГТУ СТП 001-2002 «Проекты (работы) дипломные. Требования и порядок подготовки, представления к защите и защиты».

### **4.2.1. Общие вопросы**

Во время прохождения практики студенту необходимо изучить и собрать материалы по следующим общим вопросам: производственная программа и ассортимент выпускаемой продукции, назначение и принцип действия соответствующего изделия или физико-химическая характеристика материала.

### **4.2.2. Сведения по базовой технологии**

Включают следующие данные:

- сырьевые материалы (состав, требования, поставщики, входной контроль, нормы расхода в различных технологических операциях и на единицу изделия в целом, ценовая ситуация на сырьевом рынке);

- технология производства материала или изделия электронной техники в соответствии с темой дипломного проекта (работы) в виде технологического маршрута с указанием последовательности и технологических параметров всех операций (температура, давление, концентрация реагентов, продолжительность и др.);

- основное и вспомогательное оборудование, используемое в технологии и более подробно (с объемным графическим материалом) аппараты и машины операций, непосредственно связанных с темой диплома (работы);

- нормы расхода энергии и проблемы разработки энергосберегающих технологий;

- метрология и стандартизация сырья и готовой продукции, методы контроля качества;

- автоматизация производственных и исследовательских процессов: принцип действия систем автоматизации (схемы), технические средства их реализации, эффективность применения средств автоматизации;

- охрана труда, включая проблемы проведения мероприятий по технике безопасности на производстве, улучшения условий труда, промышленная санитария и гигиена труда;

- охрана окружающей среды с представлением информации о применяемых методах обезвреживания и утилизации различных отходов производства, о разработке и внедрении безотходных технологий, о практике и перспективах использования нетоксичного сырья и технологий;

– организация и экономика: структура предприятия (учреждения), формы собственности, источники финансирования, нормирование и оплата труда, система налогообложения, калькуляция себестоимости продукции, технико-экономическая оценка эффективности производства, рентабельность продукции (сбор конкретной численной информации по договоренности с руководством предприятия (учреждения));

– материалы по строительной части (для дипломных проектов с реконструкцией зданий и помещений), включая климатические условия, конструктивные и объемно-планировочные особенности зданий, компоновка оборудования, организация перемещения производственных потоков, противопожарные требования.

### **4.2.3. Индивидуальное задание**

В качестве индивидуального задания рекомендуется разработка, инженерное и экономическое обоснование целесообразности и эффективности инженерных решений по теме дипломного проекта (работы). Задание включает:

- постановку задачи;
- обоснование актуальности выбранного направления исследования или проектирования;
- анализ методов решения поставленной задачи с критическим обзором технической и патентной литературы;
- предварительное содержание проекта (работы), а также предполагаемый вид и объем инженерно-конструкторской и исследовательской работ по теме с указанием выполненной по намеченному плану работы во время преддипломной практики;
- список литературы.

## **5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА И ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ ПРАКТИКИ**

Во время прохождения практики студент ведет дневник и рабочую тетрадь, куда заносятся материалы по изучению вопросов, предусмотренных программой практики и индивидуальным заданием, сведения, полученные на лекциях и во время экскурсий.

В рабочей тетради приводится: краткое содержание изученных технологических процессов как типовых, так и единичных; описание устройств и работы технологических установок, приборов, оснастки; эскизы разрабатываемых узлов, конструкций, аппаратов, технологической схемы изучаемого процесса; методики расчетов и испытаний, методики анализа и исследований свойств материалов; материалы по тематике курсового и дипломного проектирования.

Содержание рабочей тетради является материалом для составления в конце практики отчета о проделанной работе за время пребывания на предприятии (в учреждении). Отчет является одним из основных документов, характеризующих качество работы студента на практике. Содержание отчета определяется видом и базой практики, темой индивидуального задания. В отчете должны быть отражены все разделы согласно заданию, а также представлен графический материал по оборудованию в виде эскизных изображений.

В зависимости от базы практики, а также темы индивидуально заданного задания структура отчета может отличаться.

В случае выполнения дипломного и курсовых проектов по производственной технологии в отчет по практике наиболее полно включают сведения, полученные в результате работы с конструкторско-технологической документацией на производстве, непосредственного участия в выполнении производственных заданий, в ходе обучающих занятий с руководителями практики от предприятия (учреждения) и университета, а также данные исследовательской работы при их наличии. Допускается не включать строительную часть по усмотрению руководителя от университета.

В качестве примера приводится содержание отчета по преддипломной практике.

Отчет должен включать следующие части:

Введение.

1. Технологический раздел.

1.1. Назначение и принцип действия изделия.

1.2. Технологическая схема производства изделия (материала).

- 1.3. Физико-химические основы технологии.
- 1.4. Основное и вспомогательное оборудование.
- 1.5. Нормы расхода сырья.
2. Автоматизация и управление технологическими процессами.
3. Охрана труда.
4. Охрана окружающей среды.
5. Метрология и стандартизация продукции.
6. Экономический раздел.

Заключение.

Список использованных источников.

Приложения.

При выполнении научно-исследовательской дипломной или курсовой работы отчет по практике включает расширенные сведения по литературному поиску и анализу сведений, представленных в книжных, периодических и патентных изданиях в соответствии с темой работы. Кроме этого отчет должен содержать данные по методике и результатам научных экспериментов, проведенных в период, отведенный учебным планом для технологической или преддипломной практик.

### **5.1. Оформление отчета**

Примерный общий объем отчета 45–50 страниц рукописного текста или 25–30 страниц печатного. Изложение разделов следует выполнять фиолетовыми или черными чернилами на белой бумаге формата А4 (297×210) согласно ГОСТ 7.32-2001 и в полном соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД, а также стандартов БГТУ СТП 001-2002 «Проекты (работы) дипломные. Требования и порядок подготовки, представления к защите и защиты» и СТП 002-2007 «Проекты (работы) курсовые. Требования и порядок подготовки, представление к защите и защита». Отчет должен быть составлен кратко, технически и стилистически грамотно, проиллюстрирован необходимыми технологическими схемами и эскизами оборудования. Допускается включение в состав отчета копий заводских чертежей оборудования (технологических схем и схем структурной эволюции изделий), а также технико-экономической документации (калькуляции себестоимости, инструкций и т. д.).

Образец оформления титульного листа отчета дан в приложении.

Поля с левой стороны – 25 мм, с правой – 10 мм, сверху и снизу – 15 мм. Номера страниц проставляются в правом верхнем углу.

Нумеруются все страницы, за исключением титульного листа, входящего в общую нумерацию, а также таблицы и рисунки внутри текста. Каждый раздел текста должен начинаться с новой страницы. Заголовок отделяется от предыдущего текста отбивкой в одну строку. После него точка не ставится. В заголовке перенос слов не допускается.

Разделы нумеруются арабскими цифрами в пределах отчета, после номера раздела ставится точка. Введение и заключение как отдельные разделы не нумеруются. Подразделы нумеруются арабскими цифрами внутри раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и порядкового номера, разделенных точкой. В конце номера ставится точка. Абзацный отступ составляет 15–17 мм.

Все формулы, химические уравнения, таблицы и рисунки нумеруются внутри раздела арабскими цифрами. Их номер состоит из номера раздела и порядкового номера формулы (таблицы, рисунка) в данном разделе. Не следует повторять химические формулы и уравнения в различных разделах, нужно указать в тексте номер формулы, или уравнения.

Таблицы и рисунки обязательно должны иметь название, которое пишется над таблицей или рисунком. Под рисунком указывается номер и приводится дешифровка буквенных или условных обозначений. Если таблица занимает отдельный лист, то она может располагаться горизонтально, чтобы ее название и шапка находились с левой стороны листа. При переносе таблицы на второй лист указывают «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» и повторяют шапку по часовой стрелке.

Список использованных источников следует помещать в конце отчета после изложения основного материала в порядке появления ссылок на них в тексте.

Эскизы рекомендуется выполнять карандашом под линейку на бумаге того же формата, что и текст, в соответствии с ссылками на них в отчете. Технологическую схему и графики рекомендуется выполнять на бумаге с миллиметровой сеткой. Аппараты изображаются в соответствии с принципом внешнего геометрического подобия (по контуру) либо в виде условно-графических изображений. Позиции технологического оборудования на схемах следует выносить в виде цифровых обозначений на выносных полках преимущественно по ходу технологического процесса. Технологическая схема снабжается основной надписью, на которой размещается экспликация оборудования. Листы отчета скрепляются скоросшивателем. Он должен быть

проверен и подписан руководителем практики от предприятия, а также заверен печатью в отделе подготовки кадров. Проездные билеты, подтверждающие сроки прибытия и убытия студента с практики, прилагаются к дневнику для отчета в бухгалтерии университета.

## **5.2. Подведение итогов практики**

По окончании практики в двухдневный срок студент представляет письменный отчет и оформленный дневник руководителю практики от университета, подписанные руководителями практики от предприятия и заверенные печатью. В течение недели студент сдает дифференциальный зачет комиссии. В состав комиссии могут входить преподаватель, ведущий курс, по которому проводится практика; руководитель практики от университета и по возможности от предприятия, организации, учреждения. Защита результатов практики, таким образом, проводится в несколько этапов:

1) собеседование студента с руководителем практики в цехе, отделе, лаборатории, подписание им отчета и оценка результатов практики соответствующей записью или отзывом в дневнике студента;

2) предварительное представление отчета и других материалов (результатов выполнения индивидуальных заданий) руководителю практики от кафедры;

3) защита отчета перед комиссией, назначенной заведующим кафедрой. Дифференцированная оценка выставляется на основе содержания отчета и ответов на вопросы членов комиссии с учетом характеристики, данной студенту руководителем практики от предприятия. Допускается осуществлять защиту практики непосредственно на предприятии перед комиссией, в состав которой входит руководитель практики от университета, сотрудники отдела подготовки кадров и инженерно-технические работники предприятия.

Студент, не выполнивший программу общеинженерной практики, получивший отрицательный отзыв о работе или неудовлетворительную оценку при защите отчета, проходит ее повторно на следующий год за свой счет во время каникул, а в случае отсутствия такой возможности – отчисляется из университета. Студенты, не сдавшие отчет о преддипломной практике, отстраняются от дипломного проектирования, отчисляются из университета и после восстановления обязаны пройти практику повторно.

Оценка по технологической практике вносится в приложение к диплому.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Форма титульного листа отчета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра химии, технологии электрохимических производств  
и материалов электронной техники

### ОТЧЕТ

о технологической практике на

с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_ 200\_ г.

Выполнил студент(ка)  
10 группы 4 курса ХТиТ  
ФИО студента

\_\_\_\_\_

Руководитель практики от предприятия  
(фамилия, имя, отчество, должность)

\_\_\_\_\_

Руководитель практики от университета  
(фамилия, имя, отчество, должность)

\_\_\_\_\_

Отчет защищен с оценкой \_\_\_\_\_

Минск 2009

## ЛИТЕРАТУРА

1. Теория, конструкции и расчеты металлургических печей: в 2 т. / под ред. В. А. Кривандина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Т. 2: Расчеты металлургических печей / Б. С. Мастрюков. – М.: Металлургия, 1986. – 376 с.
2. Розанов, Л. Н. Вакуумная техника: учебник / Л. Н. Розанов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 320 с.
3. Мурашкевич, А. Н. Оборудование производств материалов и изделий электронной техники: учеб. пособие / А. Н. Мурашкевич, И. М. Жарский. – Минск: БГТУ, 2005. – 242 с.
4. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий. – Ч. II. – СПб.: Професионал, 2006. – 916 с.
5. Пичугин, И. Г. Технология полупроводниковых приборов: учеб. пособие / И. Г. Пичугин, Ю. М. Таиров. – М.: Высш. шк., 1984. – 288 с.
6. Готра, З. Ю. Технология микроэлектронных устройств: справочник / З. Ю. Готра. – М.: Радио и связь, 1991. – 528 с.
7. Киреев, В. Ю. Технология микроэлектроники. Химическое осаждение из газовой фазы / В. Ю. Киреев, А. А. Столяров. – М.: Техносфера, 2006. – 192 с.
8. Кудинов, В. В. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование: учебник / В. В. Кудинов, Г. В. Бобров. – М.: Металлургия, 1992. – 432 с.
9. Технология СБИС: в 2 кн.: пер. с англ. / под ред. Зи С. – М.: Мир, 1986. – 2 кн.
10. Моро, У. Микролитография. Принципы, методы, материалы / У. Моро. – М.: Мир, 1990. – 368 с.
11. Турцевич, А. С. Пленки поликристаллического кремния в технологии производства интегральных схем и полупроводниковых приборов / А. С. Турцевич, Л. П. Ануфриев. – Минск: Беларус. навука, 2006. – 232 с.
12. Горлов, М. И. Технологические отбраковочные и диагностические испытания полупроводниковых изделий / М. И. Горлов, В. А. Емельянов, Д. Л. Ануфриев. – Минск: Беларус. навука, 2006. – 367 с.
13. Нанотехнологии в электронике / под ред. Ю. А. Чаплыгина. – М.: Техносфера, 2005. – 446 с.

14. Химическая обработка в технологии ИМС / В. П. Василевич [и др.]. – Полоцк: ПГУ, 2001. – 260 с.
15. Поляков, А. А. Технология керамических радиоэлектронных материалов / А. А. Поляков. – М.: Радио и связь, 1989. – 200 с.
16. Окадзаки, К. Технология керамических диэлектриков: пер. с япон. / К. Окадзаки. – М.: Энергия, 1976. – 336 с.
17. Рез, И. С. Диэлектрики. Основные свойства и применение в электронике / И. С. Рез, Ю. М. Поплавко. – М.: Радио и связь, 1989. – 288 с.
18. Летюк, Л. М. Технология производства материалов магнитоэлектроники: учеб. для вузов / Л. М. Летюк [и др.]. – М.: Металлургия, 1994. – 416 с.
19. Ротенберг, Б. А. Керамические конденсаторные диэлектрики / Б. А. Ротенберг. – СПб.: Гириконд, 2000. – 246 с.
20. Блистанов, А. А. Кристаллы квантовой и нелинейной оптики: учеб. пособие / А. А. Блистанов. – М.: МИСИС, 2000. – 432 с.
21. Поплавский, В. В. Техника высокого вакуума / В. В. Поплавский. – Минск: БГТУ, 2001. – 363 с.
22. Левицкий, И. А. Расчет тепловых процессов, установок и агрегатов керамического производства: учеб. пособие / И. А. Левицкий. – Минск: БГТУ, 2003. – 163 с.
23. Свенчанский, А. Д. Электрические промышленные печи: учебник: в 2-х ч. Ч. 1. Электрические печи сопротивления / А. Д. Свенчанский. – М.: Энергия, 1975. – 384 с.
24. Тимонин, А. С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования: справочник: в 3 т. / А. С. Тимонин. – Калуга: Из-во Н. Б. Бочкаревой, 2002. – 3 т.
25. Блинов, И. Г. Оборудование полупроводникового производства / И. Г. Блинов, Л. В. Кожитов. – М.: Машиностроение, 1986. – 264 с.
26. Сиденко, П. М. Измельчение в химической промышленности / П. М. Сиденко. – 2-е изд., перераб. – М.: Химия, 1977. – 368 с.
27. Тетеревков, А. И. Оборудование заводов неорганических веществ и основы проектирования: учеб. пособие / А. И. Тетеревков, В. В. Печковский. – Минск: Выш. шк., 1981. – 254 с.
28. Нашельский, А. Я. Технология полупроводниковых материалов / А. Я. Нашельский. – М.: Металлургия, 1987. – 432 с.
29. Таиров, Ю. М. Технология полупроводников и диэлектрических материалов: учеб. для вузов / Ю. М. Таиров, В. Ф. Цветков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 423 с.

30. Выращивание кристаллов из растворов / Т. Г. Петров [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Недра, 1983. – 280 с.
31. Вильке, К. Т. Выращивание кристаллов / К. Т. Вильке. – Л.: Недра, 1977. – 545 с.
32. Лодиз, Р. Рост монокристаллов: пер. с англ. / Р. Лодиз, Р. Паркер. – М.: Мир, 1974. – 540 с.
33. Шаскольская, М. П. Кристаллография: учеб. пособие для вузов / М. П. Шаскольская. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1976. – 376 с.
34. Химическая технология керамики: пособие для вузов / под ред. И. Я. Гузмана. – М.: Стройматериалы, 2003. – 496 с.
35. Журавлев, Г. И. Химия и технология ферритов / Г. И. Журавлев. – Л.: Химия, 1970. – 192 с.
36. Летюк, Л. М. Химия и технология ферритов / Л. М. Летюк, Г. И. Журавлев. – Л.: Химия, 1983. – 256 с.
37. Оборудование ионной имплантации / В. В. Симонов [и др.]. – М.: Радио и связь, 1988. – 184 с.
38. Данилин, Б. С. Магнетронные рапылительные системы / Б. С. Данилин. – М.: Радио и связь, 1982. – 256 с.
39. Марахтанов, М. К. Магнетронные системы ионного распыления (основы теории и расчета) / М. К. Марахтанов. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 289 с.
40. Ивановский, Г. Ф. Ионно-плазменная обработка материалов / Г. Ф. Ивановский, В. И. Петров. – М.: Высш. шк., 1986. – 299 с.
41. Химическая технология квантовой и твердотельной электроники: метод. указания по курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 1-48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 01 13 «Химическая технология квантовой и твердотельной электроники» / сост. А. Н. Мурашкевич, Н. В. Богомазова. – Минск: БГТУ, 2007. – 56 с.
42. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / под ред. Ю. И. Дытнерского. – М.: Химия, 1991. – 495 с.
43. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии / П. Г. Романков [и др.]. – СПб.: Машиностроение, 1993. – 128 с.
44. Смоляг, Н. Л. Технология электрохимических производств: учеб.-метод. пособие / сост. Н. Л. Смоляг. – Минск: БГТУ, 2007. – 98 с.

45. Технология полупроводников: метод. указания для студентов специализации 1-48 01 01 13 «Химическая технология материалов квантовой и твердотельной электроники» / сост. Н. В. Богомазова, И. М. Жарский. – Минск: БГТУ, 2007. – 46 с.

46. Папок, Е. В. Автоматика, автоматизация и автоматизированные системы управления технологическими процессами: метод. указания для студентов всех специальностей / Е. В. Папок. – Минск: БГТУ, 1999. – 38 с.

47. Мероприятия по охране труда и безопасности жизнедеятельности в дипломных проектах (работах): учеб.-метод. пособие для студентов всех специальностей / сост. Г. А. Чернушевич [и др.]. – Минск: БГТУ, 2004. – 56 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
1. Общие положения.....	5
1.1. Цели и задачи практики.....	5
1.2. Организация практики.....	5
1.2.1. Руководство и методы контроля.....	6
1.2.2. Обязанности руководителя практики от вуза.....	7
1.2.3. Обязанности руководителя практики от предприятия, учреждения и организации.....	8
1.2.4. Обязанности студента-практиканта.....	9
1.3. Теоретические занятия и экскурсии.....	10
2. Программа общеинженерной (учебной) практики.....	11
2.1. Цель и задачи практики, общие вопросы организации практики.....	11
2.2. Содержание практики.....	14
2.2.1. Общее ознакомление со структурой предприятия, научно-исследовательского института, лаборатории, тематикой научно-исследовательской работы.....	14
2.2.2. Специальные вопросы.....	14
2.2.2.1. Изучение технологических процессов и оборудования полупроводникового производства.....	14
2.2.2.2. Изучение технологических процессов и оборудования керамических производств.....	15
2.2.2.3. Изучение технологических процессов и оборудования по выращиванию монокристаллов.....	15
2.2.3. Индивидуальное задание.....	16
2.2.4. Охрана труда и техника безопасности.....	17
2.2.5. Теоретические занятия и экскурсии.....	17
3. Программа технологической практики.....	19
3.1. Цели и задачи практики.....	19
3.2. Содержание практики.....	19
3.2.1. Общие и специальные вопросы.....	19
3.2.2. Метрология и стандартизация сырья и готовой продукции, методы контроля качества.....	20
3.2.3. Автоматизация производственных и исследовательских процессов.....	20
3.2.4. Основные вопросы техники безопасности, охраны	

труда.....	20
3.2.5. Охрана окружающей среды.....	21
3.2.6. Экономика, организация, планирование и управление предприятием.....	22
3.2.7. Индивидуальное задание.....	23
3.3. Рекомендации по сбору данных для курсовых проектов (работ).....	24
3.3.1. Курсовой проект (работа) по дисциплине «Химическая технология материалов электронной техники».....	24
3.3.2. Курсовой проект по дисциплине «Оборудование и основы проектирования предприятий подотрасли».....	25
3.3.3. Курсовая работа по курсу «Организация планирования и управление предприятием».....	26
3.4. Изобретательская и рационализаторская работа.....	26
4. Программа преддипломной практики.....	28
4.1. Цели и задачи практики.....	28
4.2. Содержание преддипломной практики.....	29
4.2.1. Общие вопросы.....	30
4.2.2. Сведения по базовой технологии.....	30
4.2.3. Индивидуальное задание.....	31
5. Содержание отчета и подведение итогов практики.....	32
5.1. Оформление отчета.....	33
5.2. Подведение итогов практики.....	35
Приложение.....	36
Литература.....	37

## **СКВОЗНАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА**

Составитель **Мурашкевич** Анна Николаевна

Редактор *О. А. Бычковская*

Подписано в печать 20.03.2009. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 2,5. Уч.-изд. л. 2,6.  
Тираж 50 экз. Заказ .

Учреждение образования  
«Белорусский государственный технологический университет».  
220006. Минск, Свердлова, 13а.  
ЛИ № 02330/0133255 от 30.04.2004.

Отпечатано в лаборатории полиграфии учреждения образования  
«Белорусский государственный технологический университет».  
220006. Минск, Свердлова, 13.  
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.