

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра электронных систем

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

*Методические указания к технологической практике
для студентов магистратуры направления 11.04.04*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2021

УДК 621.38(073)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА: Методические указания / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *О.В. Денисова, И.И. Растворова*. СПб, 2021. 18 с.

Представлены цели и задачи технологической практики, общий объем часов и вид промежуточной аттестации, содержание практики, примерная структура, содержание и требования по оформлению отчета, приводятся типовые контрольные вопросы для оценки знаний, умений и навыков, полученных в процессе прохождения технологической практики, представлены описания шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации.

Предназначены для студентов магистратуры направления 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника», направленность (профиль) «Промышленная электроника», «Силовая электроника».

Научный редактор проф. *В.А. Шпенст*

Рецензент доц. *С.Д. Дубровенский* (Санкт-Петербургский государственный технологический институт)

Введение

В соответствии с учебным планом технологическая практика относится к базовой части Блока 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (уровень магистратуры)» и проводится в 4 семестре.

Цель технологической практики: формирование профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности в области технологических процессов производства электронных устройств и устройств промышленной электроники.

Задачами технологической практики являются:

- закрепление теоретических знаний и практических навыков, полученных студентами при изучении дисциплин учебного плана;

- ознакомление с технологическими процессами производства, а также с современными технологиями и средствами сбора, обработки и представления информации;

- приобретение навыков работы с технологическим оборудованием и измерительной техникой.

Процесс прохождения технологической практики направлен на формирование следующих компетенций:

- способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников;

- способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований;

- способность разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями;

- готовность участвовать в поддержании единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции.

В результате выполнения программы практики обучающийся должен уметь продемонстрировать знания основных задач, направлений, тенденций и перспектив развития технологических процессов производства приборов электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт и достижения в области разработки и совершенствования технологических процессов электроники и нанoeлектроники.

Программа технологической практики также предполагает закрепление практических навыков в рамках сформированных компетенций, а именно, умения разрабатывать технологические маршруты производства приборов и устройств электроники и нанoeлектроники, а также применение полученных знаний при решении задач проектирования различных устройств преобразовательной техники. А также обучающийся должен продемонстрировать владение методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и нанoeлектроники, методами использования современной вычислительной техники для решения конструкторских и технологических задач.

Местом проведения технологической практики являются специализированные лаборатории учебно-лабораторного и научно-исследовательского комплекса National Instruments кафедры электронных систем Горного университета, а также предприятия электронной промышленности и предприятия, использующие в своем производстве электронные устройства, станки с программным управлением, робототехнические системы и системы автоматизации производства, контроля качества продукции, а также системы сбора и обработки информации.

Время выполнения заданий по технологической практике – 4 семестр, объем – 15 зач. ед., что составляет 540 ак. часов. Продолжительность: 10 недель.

Руководство технологической практикой осуществляет преподаватель выпускающей кафедры Электронных систем, назначаемый заведующим кафедрой, в случае прохождения практики на производственном предприятии от предприятия также назначается руководителем.

Технологическая практика проводится в соответствии с индивидуальными заданиями, выдаваемыми каждому студенту, и утверждаемыми заведующим кафедрой.

1. Структура и содержание технологической практики

1.1. Объем технологической практики

Общий объем технологической практики составляет 540 академических часов (15 зачетных единиц), вид промежуточной аттестации – дифференцированный зачет.

Технологическая практика состоит из нескольких этапов, распределение учебного времени на каждый этап технологической практики представлен в табл. 1.

Таблица 1

Распределение учебного времени по этапам технологической практики

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4 семестр
Самостоятельная работа, в том числе:	540	540
Подготовительный этап	40	40
Основной этап	400	400
Заключительный этап	100	100
Вид промежуточной аттестации (дифф. зачет - Д)	Д	Д
<i>Общая трудоемкость практики , ак. час</i>	540	540
<i>зач. ед.</i>	15	15

1.2. Содержание технологической практики

Технологическая практика со студентами проводится на кафедре электронных систем и обеспечивается современной материально-технической базой. Учебно-научный лабораторный комплекс радиоэлектронных систем и робототехники позволяет проводить исследования, изучать и разрабатывать интеллектуальные измерительно-управляющие системы на базе контроллеров *PXI* компании *National Instruments* и использовать средства разработки виртуальных приборов *Lab View*.

В случае прохождения технологической практики на производственном предприятии студент знакомится с технологиями, которые используются в производственном процессе, при проектировании, а также в системах управления производством, системах сбора и обработки информации.

Результаты выполнения программы технологической практики могут быть представлены как этапы разработки схем, конструкций, этапы или элементы технологического процесса, систем контроля качества, систем управления технологическим процессом производства.

Технологическая практика студентов начинается с подготовительного этапа, который предполагает выполнение следующих видов работ:

- инструктаж по технике безопасности при работе в лабораториях кафедры или на производственном предприятии;
- ознакомление с программой технологической практики;
- получение индивидуального задания от руководителя технологической практики, оформление бланка задания;
- составление плана выполнения заданий технологической практики.

Основной этап технологической практики является самым трудоемким и состоит из следующих видов работ:

- ознакомительная экскурсия по подразделениям предприятия, знакомство с технологическим процессом производства;

- ознакомление с информационно-методической базой практики, работа с литературными источниками и поисковыми информационными базами данных;
- знакомство с системой технологической подготовки производства;
- изучение состава технологического процесса, технологических операций;
- ознакомление с технологической документацией и правилами ее оформления, работа с ГОСТ, ОСТ, технологическими инструкциями;
- ознакомление с программным обеспечением, системами автоматизации производства и проектирования;
- обсуждение полученных результатов с руководителем технологической практики.

На заключительном этапе технологической практики обучающиеся проводят систематизацию информации, готовят отчет по технологической практике. В отчете определенная часть результатов работы должна быть представлена в виде фотографий технологического процесса, промышленного оборудования и участков контроля качества, а также в виде таблиц, графических зависимостей, схем, алгоритмов.

2. Формы отчетности по технологической практике

Формой отчетности по результатам прохождения технологической практики является отчет по технологической практике.

Промежуточная аттестация по результатам технологической практики проводится в форме дифференцированного зачета.

2.1. Примерная структура и содержание отчета

1. Титульный лист
2. Содержание
3. Введение (с указанием целей практики)
4. Основная часть:
 - характеристика изучаемого технологического процесса, характеристика оборудования предприятия;

- краткая характеристика и описание технологического процесса производства, технологические операции;
- характеристики компьютерных программ, использованных для моделирования элементов электронных схем, моделирование технологических процессов;
- собранные материалы, результаты измерений и расчетов, графические и фотоматериалы и т.д.;
- обсуждение полученных результатов и выводы.

5. Заключение

6. Библиографический список

7. Приложения

2.2. Требования по оформлению отчета

Отчет выполняется в текстовом редакторе *MSWord*. Шрифт *Times New Roman (Cyr)*, кегль 12 пт, межстрочный интервал полуторный, отступ первой строки – 1,25 см; автоматический перенос слов; выравнивание – по ширине.

Используемый формат бумаги - А4, формат набора 165 × 252 мм (параметры полосы: верхнее поле – 20 мм; нижнее – 25 мм; левое – 30 мм; правое – 15 мм).

Стиль библиографического списка: шрифт - *Times New Roman*, кегль 12 пт, обычный. На все литературные источники, приведенные в библиографическом списке, должны быть ссылки в тексте пояснительной записки.

Иллюстрации: размер иллюстраций должен соответствовать формату набора – не более 165 × 252 мм. Подрисуночные подписи набирают, отступив от тела абзаца 0,5 см, основным шрифтом *Times New Roman*, кегль 11 пт, обычный.

Объем отчета должен содержать не менее 15-20 страниц печатного текста, включая приложения.

Текст отчёта делят на разделы, подразделы, пункты. Заголовки соответствующих структурных частей оформляют крупным шрифтом на отдельной строке.

Отчет по технологической практике составляется и оформляется в отведенный учебным планом временной период и должен быть закончен к моменту ее окончания.

Отчет проверяется руководителем технологической практики. По результатам защиты отчета выставляется дифференцированный зачет.

3. Защита отчета и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

3.1. Защита отчета

К защите отчета по технологической практике допускаются студенты, выполнившие программу технологической практики и представившие в установленные сроки подготовленные отчеты.

Защита отчета может проводиться в двух формах: в виде доклада с презентацией или в форме собеседования по разделам задания по технологической практике. Собеседование позволяет выявить уровень знаний обучающегося по проблематике технологической практики, степень его самостоятельности в выполнении задания. Защита отчета происходит в учебной аудитории кафедры электронных систем.

Обучающийся должен подготовить краткое выступление на 3-5 минут, в котором представлены результаты проделанной работы. Если работа была проделана коллективом авторов, то она представляется всеми участниками. После выступления обучающийся (коллектив авторов), при необходимости, отвечает (отвечают) на заданные вопросы.

При оценивании проделанной работы принимаются во внимание посещаемость, качество представленного отчета, защиты отчета и ответов на вопросы.

По результатам аттестации выставляется дифференцированный зачет – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное выполнение и завершение технологической практики.

Контроль качества выполнения заданий технологической практики обучающихся осуществляется на защите отчета в форме оценки результатов работы комиссией преподавателей выпускающей кафедры. Комиссия проверяет объем и уровень приобретенных

студентом знаний, оценивает совокупность приобретенных им практических навыков, умений и собранных материалов.

По окончании технологической практики используются следующие оценочные средства:

- анализ контрольной даты начала и завершения технологической практики;

- оценка качества представленного доклада или контрольного опроса на защите отчета по технологической практике;

- оценка качества и значимости полученных результатов при выполнении заданий технологической практики;

- отзыв руководителя технологической практики – преподавателя кафедры электронных систем, краткий отзыв и рекомендации руководителя технологической практики со стороны предприятия.

3.2. Типовые контрольные вопросы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, полученных в процессе технологической практики

1. В чем заключаются основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития технологических процессов производства приборов электроники и микроэлектроники?

2. Какие существуют отечественные и зарубежные достижения в области разработки и совершенствования технологических процессов электроники и микроэлектроники?

3. На какой основе оцениваются научная значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований?

4. Какие существуют новые методологические подходы к решению задач в области технологии электроники и микроэлектроники?

5. Каким образом уровень применяемых технологий влияет на показатели качества выпускаемой продукции?

6. Что собой представляет система технологической подготовки производства на предприятии электронной промышленности?

7. Какие используются современные и инструментальные средства для решения практических и общенаучных задач в своей профессиональной деятельности и для организации выполнения распределенных задач коллектива?

8. Какие процессы составляют основу технологии электронной компонентной базы?

9. Какие методы лежат в основе проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и нанoeлектроники?

10. Каковы современные тенденции развития информационных технологий в области электроники и нанoeлектроники?

11. Какие существуют инновационные подходы к научно-исследовательской деятельности с учетом использования передовых технологий и разработок?

12. Какие аспекты необходимо учитывать при подготовке научно-технических отчетов, публикаций по результатам выполненных исследований, фиксации и защиты объектов интеллектуальной собственности?

13. Какие существуют основные правила и нормы делового общения?

14. Что входит в состав и как разрабатываются технологические маршруты изготовления приборов и устройств электроники и нанoeлектроники?

15. Какие современные информационные технологии используются для обеспечения и контроля технологического процесса производства?

16. Какие современные информационные технологии используются для проектирования, в системах автоматизации, в системах учета готовой продукции?

17. Каковы обязанности и сфера ответственности главного технолога производства?

3.3 Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты отчета (дифференцированный зачет)

В табл.2 представлена шкала и приводятся основные критерии оценивания, используемые при проведении промежуточной аттестации (защиты отчета) по технологической практике и для представления дифференцированного зачета.

Таблица 2

**Шкала и критерии оценивания
для проведения промежуточной аттестации**

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Технологическая практика не пройдена или студент не предоставил отчет по практике. Студент не владеет необходимыми теоретическими знаниями по направлению планируемой работы. Необходимые практические компетенции не сформированы, навыки не приобретены.	Технологическая практика пройдена, отчет подготовлен. При защите отчета по практике студент демонстрирует слабую теоретическую подготовку. Отчет выполнен, однако, представленные в нем материалы отражены в минимальном объеме необходимой информации.	Технологическая практика пройдена, отчет подготовлен. При защите отчета студент демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Результаты представлены в объеме, достаточном для составления отчета, дана хорошая оценка полученным результатам.	Технологическая практика пройдена, отчет подготовлен. При защите отчета студент демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Представленные материалы содержат всю информацию, необходимую для составления отчета. Защищаемый отчет выполнен на высоком уровне.
Регулярность посещения занятий по практике - менее 50 % от объема часов, предусмотренных учебным планом на технологическую практику.	Регулярность посещения занятий по практике – не менее 60% от объема часов, предусмотренных учебным планом на технологическую практику.	Регулярность посещения занятий по практике – не менее 70% от объема часов, предусмотренных учебным планом на технологическую практику.	Регулярность посещения занятий по практике – не менее 80% от объема часов, предусмотренных учебным планом на технологическую практику.

4. Описание материально-технической базы, необходимой для выполнения заданий технологической практики

Технологическая практика может проходить в аудиториях кафедры электронных систем и обеспечивается современной материально-технической базой.

Для выполнения заданий используется учебно-научный лабораторный комплекс радиоэлектронных систем и робототехники компании *National Instrumets*, который позволяет ознакомиться с современными информационными технологиями и приобрести навыки работы в различных программных средах, предназначенных для моделирования современных устройств электроники, проектирования функциональных блоков и устройств, изучать и разрабатывать интеллектуальные измерительно-управляющие системы.

Аудитории оборудованы мультимедийными проекторами, экранами, моноблоками *Lenovo 3571JAG*, обеспечивается доступ к сети «Интернет».

В состав комплекса входит Многофункциональная тестовая лаборатория «Микроэлектроника, аналоговые и цифровые измерительные системы». Аппаратное и программное обеспечение тестовой лаборатории позволяет использовать современные технологии контроля качества, моделирования и проектирования: проводить тестирование учебных плат, модульных инструментов, определять основные характеристики цифро-аналоговых и аналогово-цифровых преобразователей, определять основные характеристики и проводить моделирование полосовых пропускающих фильтров, выполнять тестирование и определять характеристики элементов памяти и запоминающих устройств. Эта лаборатория также позволяет проводить моделирование и создавать виртуальные приборы, устанавливать соединения между элементами и блоками, моделировать сложные электронные системы и комплексы силовой и промышленной электроники.

Лаборатория предоставляет возможность использования современных технологий контроля качества и позволяет выполнять тестирование электронных приборов, а именно, выполнение следующих видов тестов:

- тест на обрывы и короткие замыкания;
- тест на определение токов утечки на входах;
- тест короткого замыкания на выходах;
- определение динамического тока потребления;
- определение порогов логических уровней на входах;
- измерение логических уровней напряжений на выходах;
- функциональные тесты элементов памяти и запоминающих устройств;
- тесты шины;
- тесты для выявления ошибочных битов информации.

Автоматизированная система тестирования предназначена для обучения основам построения автоматизированных комплексов и систем для выполнения тестовых программ и контроля качества. Программы для тестирования позволяют измерять параметры современных высокоскоростных цифровых интегральных схем. Все представленные тесты широко применяются в микроэлектронной промышленности.

Лаборатория технического зрения имеет в своем составе оборудование и программное обеспечение, предназначенные для решения прикладных задач: для контроля и позиционирования перемещения изделий и заготовок, контроль качества на различных этапах технологического процесса производства изделий электронной техники, а также поиск и классификация дефектов печатных плат и других изделий.

Лаборатория робототехники позволяет выполнять проектирование и отладку алгоритмов управления робототехническими системами, может быть использована для решения исследовательских задач. В состав оборудования лаборатории робототехники входят робототехнические платформы, плата контроллера, *IP*-камера, *Wi-Fi* маршрутизатор *D-Link*, а также программное обеспечение.

Лаборатория систем связи базируется на программном обеспечении, позволяющем создавать виртуальные приборы 5 различных типов:

- виртуальные приборы, позволяющие выполнять анализ выборочных данных после АЦП;

- виртуальные приборы, которые вносят или моделируют канальные искажения (шумы, замирания и др.);
- виртуальные приборы, которые используют аппаратные вызовы к устройствам с ЦАП (генераторы сигналов произвольной формы);
- виртуальные приборы, которые генерируют выборочные сигналы перед ЦАП
- виртуальные приборы, которые используют аппаратные вызовы к устройствам с АЦП (устройства оцифровки, устройства понижения частоты).

5. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет»

5.1. Основная литература

1. *Ламанов, А.И.* Основы конструирования и технологии производства РЭС. Организация и методология процесса конструирования при разработке РЭС [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.И. Ламанов. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 31 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/52348>. — Загл. с экрана. <https://e.lanbook.com/reader/book/52348/#1>
3. *Юрков, Н.К.* Технология производства электронных средств [Электронный ресурс] : учебник / Н.К. Юрков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/41019>.

5.2. Дополнительная литература

1. *Сушков, В.П.* Конструирование компонентов и элементов микро- и наноэлектроники. Компьютерное моделирование оптоэлектронных приборов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Сушков, Г.Д. Кузнецов, О.И. Рабинович. — Электрон. дан. — Москва: МИСИС, 2012. — 128 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47472>.
2. *Сильвашко, С.А.* Программные средства компьютерного моделирования элементов и устройств электроники: учебное пособие / С.А. Сильвашко, С.С. Фролов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет», Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники. - Оренбург : ОГУ, 2014. - 170 с. : ил., схем. - Библиогр.: с. 162-163.; То же [Электронный ресурс].
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270293>.

5.3. Ресурсы сети «Интернет»

1. Библиотека ГОСТов www.gostrf.com.
2. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>
3. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России. <http://www.gpntb.ru/>
4. Каталог образовательных интернет ресурсов <http://www.edu.ru/modules.php>

6. Перечень информационных технологий, используемых при выполнении заданий технологической практики

Информационные технологии применяются на следующих этапах технологической практики:

- оформление отчетов по практике (докладов и др.);
- подготовка графического материала, слайдов для презентаций результатов прохождения технологической практики;
- использование информационно-справочного обеспечения: онлайн-словарей, справочников (Википедия, Грамота.ру и др.);
- использование специализированных справочных систем (справочников, профессиональных сетей и др.);
- работа обучающихся в электронной информационно-образовательной среде Горного университета (ЭИОС).

Подготовка материалов, докладов, отчетов выполняется с использованием текстового редактора *Microsoft Office Word*, *Microsoft PowerPoint* – для подготовки презентаций, *Lab VIEW*, *Micro-Cap 9*, *OrCAD*, *Micro-Cap 10* инновационные методы, методы компьютеризации и автоматизации производственных процессов на предприятии и в электронной промышленности в целом.

Заключение

Технологическая практика является важнейшей частью подготовки магистров по направлению «11.04.04 Электроника и нано-электроника» (уровень магистратуры) направленность программы «Промышленная электроника», «Силовая электроника», позволяет сформировать требуемый для магистра уровень компетенций, получить знания, умения и практические навыки.

Содержание

Введение.....	3
1. Структура и содержание технологической практики	5
1.1. Объем технологической практики.....	5
1.2. Содержание технологической практики	6
2. Формы отчетности по технологической практике	7
2.1. Примерная структура и содержание отчета	7
2.2. Требования по оформлению отчета	8
3. Защита отчета и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	9
3.1. Защита отчета	9
3.2. Типовые контрольные вопросы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, полученных в процессе технологической практики.....	10
3.3 Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты отчета (дифференцированный зачет)	11
4. Описание материально-технической базы, необходимой для выполнения заданий технологической практики	13
5. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет»	15
5.1. Основная литература	15
5.3. Ресурсы сети «Интернет»	16
6. Перечень информационных технологий, используемых при выполнении заданий технологической практики.....	16
Заключение	17

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

*Методические указания к технологической практике
для студентов магистратуры направления 11.04.04*

Сост.: *О.В. Денисова, И.И. Растворова*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
электронных систем

Ответственный за выпуск *О.В. Денисова*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 13.04.2021. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 1,0. Усл.кр.-отт. 1,0. Уч.-изд.л. 0,9. Тираж 75 экз. Заказ 302.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2