

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)

Д. В. Дубинин, Г. Ф. Карлова

**ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА.
ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**

**Методические указания для студентов
направления подготовки 11.03.01 «Радиотехника»
(уровень бакалавриата), профиль «Радиотехнические средства
передачи, приема и обработки сигналов», обучающихся с применением
дистанционных образовательных технологий**

Томск 2019

Корректор: А. Н. Миронова

Дубинин Д. В.

Производственная практика. Преддипломная практика : методические указания для студентов направления подготовки 11.03.01 «Радиотехника» (уровень бакалавриата), профиль «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов», обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / Д. В. Дубинин, Г. Ф. Карлова. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2019. – 66 с.

© Дубинин В. Д.,
Карлова Г. Ф., 2019
© Оформление
ФДО, ТУСУР, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Общие положения	6
2 Организация и порядок прохождения практики.....	12
2.1 Порядок прохождения практики	12
2.2 Содержание практики	17
3 Формы отчетности по практике.....	22
3.1 Требования к оформлению дневника.....	23
3.2 Требования к отчету по практике.....	26
4 Подведение итогов практики	36
5 Требования по проведению практики для лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	38
Литература	39
Приложение А Примерные темы ВКР	40
Приложение Б Пример оформления оглавления отчета	42
Приложение В Пример отчета по преддипломной практике	43

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания разработаны на основании и с учетом положений следующих документов:

1) Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

2) Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Минобрнауки России от 5 апреля 2017 г. № 301;

3) Положения о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования, утвержденного приказом Минобрнауки России от 27.11.2015 № 1383;

4) Положения об организации и проведении практик студентов, обучающихся в ТУСУРе, от 17.01.2019 (утверждено приказом ректора ТУСУР 18.01.2019 № 13);

5) Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) и основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника» (уровень бакалавриата).

Указания предназначены для студентов ФДО, обучающихся по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника» (уровень бакалавриата), профиль «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов», для методического обеспечения процедуры организации и прохождения практики; в них изложена следующая информация:

– рассмотрен процесс организации, руководства и прохождения практики для данного направления;

– представлена информация для обучающихся и руководителей практики о требованиях к составлению индивидуального задания на практику,

предоставлению отчета по практике на выпускающую (профилирующую) кафедру;

– в приложениях размещены образцы заполнения документов, относящихся к организации и прохождению практики, составлению отчета по результатам практики.

Практика является одним из важных этапов получения знаний, умений, закрепления компетенций по подготовке выпускной квалификационной работы.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 06 марта 2015 г. № 179, студенты за время обучения в обязательном порядке должны пройти производственную практику: преддипломную практику (далее – практику).

Вид практики. Производственная практика.

Тип практики. Преддипломная практика.

Практика представляет собой вид занятий, непосредственно ориентированных на проведение научно-исследовательской, проектно-конструкторской деятельности на предприятии по теме исследования и подготовке к выпускной квалификационной работе (далее – ВКР).

Место практики в структуре образовательной программы. Данная практика входит в блок 2 «Практики» ФГОС ВО направления подготовки 11.03.01 «Радиотехника» (уровень бакалавриата) и является обязательным этапом обучения. Практика проводится в соответствии с утвержденным рабочим учебным планом и календарным учебным графиком.

Практике предшествует изучение следующих дисциплин: «Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства», «Научно-исследовательская работа», «Основы компьютерного проектирования РЭС», «Технологии и системы автоматизированных измерений на СВЧ», «Цифровая обработка сигналов».

Практические умения и навыки, полученные при прохождении практики, необходимы для защиты выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

За время прохождения преддипломной практики студент должен в окончательном виде сформулировать тему выпускной квалификационной работы (ВКР) и обосновать целесообразность её разработки.

Объем практики в зачетных единицах и ее продолжительность в неделях и в академических часах. Для студентов, обучающихся по направлению 11.03.01 «Радиотехника» (уровень бакалавриата) с применением дистанционных образовательных технологий, прохождение практики предусмотрено в соответствии со сроками, указанными в рабочих учебных планах.

Способ проведения практики. Практика может быть организована как стационарная (проводимая в ТУСУР (далее – университет) либо в профильной организации, расположенной на территории г. Томска) или как выездная (проводимая в организации, расположенной вне территории г. Томска).

Проведение практики для студентов заочной формы обучения с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ) организуется, как правило, по месту жительства/работы обучающегося, если его деятельность в организации соответствует направлению подготовки и профессиональным компетенциям, осваиваемым в рамках ОПОП ВО данного направления подготовки. Выбор организации должен быть согласован с руководителем практики от университета.

Обучающиеся могут пройти практику в структурных подразделениях университета или в профильных организациях (на предприятиях, в учреждениях) г. Томска, осуществляющих деятельность, соответствующую области и (или) объектам, и (или) видам профессиональной деятельности, указанным в ОПОП ВО данного направления подготовки.

Практика проводится в организациях (на предприятиях) любой формы собственности Российской Федерации на основе договоров, заключенных между университетом и профильной организацией.

Базы практики

Базами практики могут быть:

– организации (НЦП, ООТ, ЗАО, ОАО, научно-исследовательские, опытно-конструкторские центры) по соответствующему профилю направления подготовки, оснащенные современным телекоммуникационным оборудованием, измерительной и компьютерной техникой;

- научные лаборатории кафедры радиоэлектроники и систем связи (РСС) университета, г. Томск;
- ЗАО «НПФ «Микран», г. Томск;
- ОАО «НИИ ПП», г. Томск.

Форма проведения практики: дискретно по видам практик; путем выделения в календарном учебном графике непрерывного периода учебного времени для проведения каждого вида практики.

Форма контроля: по итогам прохождения практики студент предоставляет руководителю практики от университета следующие документы: отчет и дневник прохождения практики.

Формой аттестации по итогам практики является дифференцированный зачет. Оценка по практике имеет тот же статус, что и оценки по другим дисциплинам учебного плана, и учитывается при подведении итогов общей успеваемости студента. Итоговая оценка по практике выставляется руководителем практики от университета (кафедры) по итогам проверки (рецензирования) отчета с учетом полноты содержания отчета и качества выполнения работы, оценки и отзыва руководителя практики от профильной организации, а также соответствия программе практики и качества выполнения задания.

Цели и задачи практики

Общая *цель* преддипломной практики: систематизация, расширение и закрепление профессиональных знаний, формирование у студентов навыков ведения самостоятельной работы, разработки радиотехнических устройств и систем, экспериментирования, сбор и обработка материала на выпускную квалификационную работу (ВКР).

Задачи практики:

- приобретение опыта в исследовании актуальной технической проблемы;

- совершенствование умений и навыков самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- подбор необходимых материалов для выполнения ВКР;
- совершенствование личности будущего радиоинженера.

Процесс прохождения практики направлен на поэтапное формирование и закрепление следующих компетенций:

в научно-исследовательской деятельности:

- способность выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ (ПК-1);
- способность реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов (ПК-2);
- готовность участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций результатов исследований и разработок в виде презентаций, статей и докладов (ПК-3);

в проектно-конструкторской деятельности:

- способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов радиотехнических устройств и систем (ПК-4);
- способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем (ПК-5);
- готовность выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-6);
- способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-7);

– готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-8).

По окончании практики студент должен:

знать

– принципы работы и взаимодействия различного радиоэлектронного оборудования;

– основные методы сбора, обработки и систематизации технической информации;

– требования действующих отраслевых и международных стандартов в области радиотехники;

уметь

– разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;

– представлять результаты исследования в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений;

– составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований;

владеть

– навыками сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования;

– методиками разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;

– навыками разработки рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок.

Виды отчетности о прохождении практики. По окончании практики студентом составляется отчет и заполняется дневник практики. Отчет

составляется в соответствии с образовательным стандартом ОС ТУСУР 01–2013 «Работы студенческие по направлению подготовки и специальностям технического профиля. Общие требования и правила оформления».

Преддипломная практика проводится в организациях (на предприятиях) любой формы собственности Российской Федерации на основе договоров, заключенных между вузом и предприятием, а также в научно-исследовательских институтах и лабораториях вуза.

Конкретные сроки начала и окончания преддипломной практики определяются согласно рабочему учебному плану направления подготовки и утверждаются приказом по университету.

2 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОРЯДОК ПРОХОЖДЕНИЯ ПРАКТИКИ

2.1 Порядок прохождения практики

Ответственность за организацию и проведение практики несет руководство выпускающей (профилирующей) кафедры в лице заведующего кафедрой.

Заведующий выпускающей кафедрой при помощи руководителя практики (лица, ответственного за проведение практики от кафедры):

- организует и контролирует проведение практик;
- контролирует своевременное оформление кафедрами проектов приказов на практику обучающихся и назначение руководителей практик;
- обеспечивает своевременный выход обучающихся на практику;
- обеспечивает заключение договоров с профильными организациями на проведение практик обучающихся;
- обеспечивает разработку рабочих программ практик в соответствии с требованиями ФГОС ВО и основной профессиональной образовательной программы направления подготовки;
- контролирует прохождение практики обучающимися через руководителя практики.

Заведующий кафедрой назначает руководителя практики от университета (кафедры) и согласовывает кандидатуру руководителя по практике от профильной организации, при условии, что студент проходит учебную практику на профильном предприятии (организации).

Руководитель практики от университета (кафедры):

- составляет рабочий график (план) проведения практики;
- разрабатывает рабочие программы практики и учебно-методические материалы в соответствии с требованиями ФГОС ВО и ОПОП ВО направления подготовки;

- проводит организационные мероприятия с обучающимися перед началом практики: согласовывает со студентом место прохождения практики;
- составляет проект приказа о направлении обучающихся на практику;
- оформляет направления на практику обучающихся (при необходимости) для прохождения практики в профильных организациях;
- организует оформление справок о форме допуска в режимные профильные организации (на предприятия);
- помогает сформулировать индивидуальное задание каждому обучающемуся на период практики (см. приложение В);
- обеспечивает высокое качество прохождения практики обучающимися в соответствии с рабочей программой;
- осуществляет контроль за соблюдением сроков практики и соответствием ее содержания требованиям, установленным ОПОП ВО;
- при прохождении практики обучающимся проводит онлайн-консультации, в том числе в электронной информационно-образовательной среде ТУСУРа;
- контролирует выполнение условий договора с профильной организацией о создании нормальных и безопасных условий труда и быта;
- контролирует выполнение обучающимися правил внутреннего распорядка организации;
- оценивает результаты прохождения практики обучающимися;
- анализирует итоги практик и отчитывается на заседании кафедры.

Ответственность за организацию практики в профильной организации (на предприятии) возлагается на руководителя профильной организации в соответствии с договором.

Руководитель профильной организации (предприятия):

- предоставляет рабочие места обучающимся;

- определяет руководителя практики от профильной организации из числа наиболее опытных специалистов;
- письменным распоряжением закрепляет студентов за конкретными работниками организации;
- обеспечивает безопасные условия прохождения практики обучающимися, отвечающие санитарным правилам и требованиям охраны труда
- по итогам прохождения практики заверяет своей подписью и гербовой печатью (или печатью организации) необходимые документы.

Общее руководство практикой приказом руководителя организации (предприятия) возлагается на одного из руководящих работников или высококвалифицированных специалистов, имеющих высшее образование.

При проведении практики в профильной организации руководителем практики от ТУСУРа и руководителем практики от профильной организации составляется совместный рабочий график (план) проведения практики.

Руководитель практики от профильной организации обязан:

- предоставить места для практики обучающихся университета в соответствии с календарным планом;
- организовывать проведение практики обучающихся в соответствии с Положением об организации практики для обучающихся в ТУСУРе и рабочей программой практики;
- обеспечить безопасные условия прохождения практики обучающимися, отвечающие санитарным правилам и требованиям охраны труда;
- организовать прохождение инструктажа обучающимися по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- создать необходимые условия для выполнения обучающимися программы практики и выполнения индивидуального задания;

- обеспечивать возможность использования обучающимися имеющейся в организации литературой и технической документацией;
- оказывать помощь в подборе материалов для выполнения индивидуального задания;
- обеспечивать контроль соблюдения обучающимися правил внутреннего распорядка и производственной дисциплины;
- проверять и визировать записи в дневнике обучающегося;
- дать заключение о работе обучающегося в период практики, обеспечить заполнение соответствующих разделов дневника, проверить отчет по практике и оценить по четырехбалльной системе прохождение практики.

Обязанности обучающегося

Продолжительность рабочего дня при прохождении практики в организациях для студентов в возрасте от 16 до 18 лет составляет не более 36 часов в неделю (ст. 92 ТК РФ), в возрасте от 18 лет и старше – не более 40 часов в неделю (ст. 91 ТК РФ).

В период прохождения практики в качестве практикантов на рабочих местах на студентов распространяются правила охраны труда и внутреннего трудового распорядка, действующие в организации.

При прохождении практики *в профильной организации* обучающемуся необходимо *за 10 рабочих дней до начала практики* выслать на кафедру *электронную копию договора* по практике, подписанную руководителем организации и заверенную синей печатью.

В договоре должны быть указаны фамилия, имя, отчество руководителя организации и реквизиты организации, являющейся местом практики.

Договор заключается при условии, что обучающийся проходит практику в профильной организации:

- на первой странице договора указываются кафедра, должность, звание, Ф. И. О. зав. кафедрой (данные с сайта ТУСУР);

- на второй странице договора указывается срок действия договора согласно приказу на практику и наименование профильной организации в соответствии с учредительными документами (по ЕГРЮЛ), Ф. И. О. руководителя, подпись, печать);

- на третьей странице заполняется календарный график прохождения практики.

При прохождении практики *на кафедре университета* обучающемуся необходимо за 10 рабочих дней до начала практики выслать на кафедру или разместить в электронном курсе *электронную копию заявления* по практике.

Бланк договора и заявления на практику прикреплены в электронном курсе.

Обучающемуся перед началом практики необходимо:

- получить у руководителя практики от университета задание на практику, учебно-методические материалы и направление на практику (при необходимости);

- явиться к руководителю практики от профильной организации, имея при себе рабочую программу практики, задание на практику, дневник, и получить указания о конкретном месте практики;

- пройти инструктаж по технике безопасности и охране труда;

- регулярно вести дневник и предъявлять его руководителю практики от профильной организации для проверки и визирования;

- выполнить программу практики и индивидуальное задание.

По завершении практики обучающийся должен:

- *за три календарных дня* до окончания практики подготовить отчет по практике и предъявить руководителю практики от профильной организации для проверки;

- *в течение пяти рабочих дней* после окончания практики предоставить на кафедру отчет по практике и заполненный дневник с необходимыми

подписями и печатями. Проверенный руководителем практики от университета вариант отчета по практике и заполненный дневник размещаются студентом в электронном курсе.

Студенты, обучающиеся с применением дистанционной образовательной технологии, имеют право не приезжать в назначенное время к защите практики, но должны выслать на кафедру для проверки и после проверки разместить в электронном курсе в установленные сроки отчетные документы: отчет по практике и дневник в электронном виде и электронные копии подписанных документов (титульный лист отчета, дневник по производственной практике, лист индивидуального задания, договор на практику).

Для уменьшения размера pdf-файлов можно воспользоваться онлайн-сервисами, например, <https://pdf.io/ru/compress/>.

Все документы должны содержать подписи руководителя от профильной организации (предприятия), заверенные синей печатью.

Бумажные экземпляры отчета, дневника по практике, договора или заявления отправляются почтовым отправлением на адрес кафедры или предоставляются студентом руководителю практики от кафедры после приезда в университет.

Все спорные моменты по практике решаются студентом совместно с непосредственным руководителем практики от организации и руководителем практики от университета (кафедры).

После окончания преддипломной практики студенту необходимо согласовать с руководителем ВКР и утвердить на кафедре тему ВКР.

2.2 Содержание практики

Практика осуществляется в три этапа: подготовительный, основной, завершающий.

Подготовительный этап

Руководитель практики от университета согласовывает кандидатуру руководителя практики от профильной организации, сроки, требования к выполнению программы практик и видам отчетности.

Руководитель практики от профильной организации совместно с обучающимся при необходимости корректирует программу практики, согласовывает индивидуальное задание, знакомит студента с требованиями к организации безопасных условий в профильной организации и рабочем месте.

Студент-практикант:

- знакомится с требованиями и программой проведения практики;
- изучает требования к обеспечению безопасных условий работы в организации и методы работы на предприятии в соответствии с ТК РФ;
- знакомится с правилами и инструкциями по безопасной работе в лабораториях, цехах, на участках;
- знакомится с типовыми документами по ТБ и ПБ, с требованиями безопасной жизнедеятельности на отдельных видах оборудования, особенно при отыскании и устранении неисправностей;
- знакомится с функциональной структурой радиотехнического предприятия, особенностями в организации и управлении радиотехническим предприятием, в том числе с применением компьютерной техники;
- знакомится с требованиями к рабочему месту с необходимой орг-техникой;
- получает индивидуальное задание с планом-графиком практики.

Формами контроля выполненных работ на данном этапе являются: оформление бланка задания по учебной практике, согласование календарного плана работ, собеседование с руководителем.

Основной этап

Основной этап практики предусматривает самостоятельное выполнение обучающимися *общего и индивидуального* заданий на практику, участие в различных видах профессиональной деятельности согласно направлению и профилю подготовки.

Во время прохождения основного этапа студент-практикант выполняет общее задание на практику, которое включает:

- изучение организации производственной деятельности основных подразделений предприятия: участка эксплуатации радиотехнических систем, участка печатных плат, участка технологического контроля разрабатываемой продукции, участка испытаний готовой продукции, участка контрольно-измерительных приборов и их поверки и др.;
- ознакомление с технологией использования математического моделирования объектов и процессов радиотехнического предприятия, анализ использования стандартных пакетов прикладных программ на предприятии (организации);
- участие в программе проведения экспериментальных исследований, с выбором технических средств и последующей обработкой результатов;
- ознакомление с действующими стандартами, техническими условиями, положениями и инструкциями по эксплуатации оборудования радиотехнического предприятия;
- освоение контрольно-измерительной аппаратуры и рабочего инструмента.

Выполнение *индивидуального задания* ориентировано на тему выпускной квалификационной работы, обсуждается с руководителем ВКР и согласовывается (или корректируется) с руководителем практики от профильной организации (предприятия), исходя из потребностей организации (предприятия) и задач практики.

Темы основного и индивидуального задания на практику должны быть соотнесены с темой ВКР (приложение А).

Примерные темы индивидуальных заданий

1. Усилитель мощности для систем мобильной связи.
2. Автоматизированная система контроля параметров аппарата.
3. Система обнаружения и локализации утечек воды в районном диспетчерском центре.
4. Моделирование и расчет направленной спиральной антенны Wi-Fi-диапазона.
5. Разработка полосовой антенны дециметровых и сантиметровых волн для телерадиовещания и базовых станций подвижной связи.
6. Радиопередающее устройство дальней связи КВ диапазона.
7. Устройство тестирования радиоэлектронных компонентов кассового оборудования.
8. Стенд для проверки радиоламп ГС-15Б, ГИ-41-1 и ГМИ-42Б.
9. Приемный модуль сигналов ГЛОНАСС.
10. Стендовый импульсный блок питания.

Формами контроля выполненных работ на данном этапе являются: проверка календарного плана работ, проверка дневника по практике, проверка промежуточных отчетов, собеседование с руководителем практики.

Завершающий этап

Завершающий этап включает в себя завершение работы в рамках выполнения индивидуального задания на практику; самостоятельную работу в качестве специалиста в определенной сфере деятельности внутри организации (предприятия); обобщение полученных в ходе прохождения практики результатов; оформление отчетной документации: дневника практики

и отчета по практике в установленной форме; сдача отчетных документов по практике на проверку руководителю практики от университета (кафедры).

Отчетными документами по прохождению практики студентом являются отчет и дневник.

Итоговая оценка по практике выставляется руководителем по практике от кафедры с учетом полноты содержания отчета и качества выполнения работы, отзыва руководителя практики от профильной организации, а также соответствия программе практики и качества выполнения индивидуального задания.

Оценка по практике имеет тот же статус, что и оценки по другим дисциплинам учебного плана, и учитывается при подведении итогов общей успеваемости студента.

3 ФОРМЫ ОТЧЕТНОСТИ ПО ПРАКТИКЕ

Для оформления отчета обучающемуся выделяется *три календарных дня* в конце практики. Отчет о прохождении практики студент подготавливает самостоятельно и представляет его для проверки и оценки руководителю практики от профильной организации вместе с заполненным дневником практики (пример оформления отчета представлен в приложении В). После их утверждения руководитель практики от организации заполняет соответствующие разделы дневника, подписывает, в том числе и на титульном листе отчета по практике.

Отчет о прохождении практики должен быть в надлежащем порядке пронумерован и прошит. Оригинал договора или заявления на практику вкладывается в отчет, но не прошиваются вместе с другими документами.

Отчет оформляется в соответствии с образовательным стандартом университета ОС ТУСУР 01–2013 «Работы студенческие по направлениям подготовки и специальностям технического профиля. Общие требования и правила оформления». Режим доступа: <https://regulations.tusur.ru/documents/70>

После получения оценки от руководителя практики от профильной организации студент в *течение пяти рабочих дней отправляет по электронной почте руководителю практики от университета* (кафедры) или размещает в электронном курсе отчет по практике и заполненный дневник с необходимыми подписями и печатями для проверки и определяет название темы ВКР с руководителем ВКР, возможность подготовки ВКР на базе организации (предприятия) ВКР. Руководитель практики от университета (кафедры) рецензирует отчет, знакомится с отзывом руководителя от организации (раздел 5 дневника практики). При грубых нарушениях оформления и выполнения заданий на практику документы могут быть возвращены на доработку. Проверенный руководителем практики от университета вариант отчета по практике и заполненный дневник размещаются студентом в электронном курсе.

Для уменьшения размера pdf-файлов можно воспользоваться онлайн-сервисами, например, <https://pdf.io/ru/compress/>.

Оригинал отчета, дневника, договора или заявления на практику предоставляются студентом руководителю практики от университета (кафедры) после приезда в университет или высылаются почтовым отправлением на адрес кафедры университета.

3.1 Требования к оформлению дневника

Основными отчетными документами студента по практике являются дневник и отчет.

Форма дневника на практику размещена в электронном курсе.

Порядок заполнения дневника

На титульном листе указывается вид и тип практики:

Дневник

по производственной практике: преддипломной практике

На оборотной стороне титульного листа дневника указана инструкция по заполнению дневника, студент ставит подпись и дату, когда он с данной инструкцией ознакомился (дата ознакомления должна соответствовать дате начала практики согласно приказу).

В разделе 1 «Общие сведения» указываются личные данные студента, факультет, курс обучения, номер группы, место прохождения и сроки прохождения практики.

В таблице «График прохождения практики» указывается, в каком отделе, структурном подразделении в течение какого времени занимался студент. В столбец «Подразделение, рабочее место» могут быть вписаны такие фразы: «Отдел (наименование)», «Библиотека, подготовка отчета». В столбце «Недели» ставится знак «×» на пересечении недели и работы,

соответствующих друг другу. В конце раздела ставятся подписи руководителей практики от университета и профильной организации.

Раздел 2 «Индивидуальная работа». В пункте «а» отражается выданное студенту индивидуальное задание на практику, которое должно соответствовать теме практики, в пункте «б» отражается цель практики, в пункте «в» кратко характеризуется работа студента по выполнению задания, перечисляются задачи из введения, указанные в отчете по практике:

- какая работа была произведена по сбору материалов к практике;
- какие этапы исследования, моделирования или проектирования были проведены, какие модели построены и т. п.

В разделе 3 «Содержание работ практики» указывается краткое содержание работы студента в течение практики в соответствии с графиком прохождения практики. Рекомендуется в первый день практики составить план прохождения практики совместно с руководителем практики от профильной организации и работать согласно утвержденному плану. Записи в разделе производятся с периодичностью смены вида деятельности, но не реже двух раз в неделю. В столбце «Подпись руководителя» ставится подпись руководителя практики от профильной организации. Сроки практики должны быть полностью отражены в данном разделе.

Раздел 4 «Отметка о прохождении инструктажа по охране труда и пожарной безопасности» заполняется работником организации, проводившим инструктаж обучающимся перед началом практики. В конце раздела ставится подпись данного работника.

Раздел 5 «Оценка работы обучающегося» заполняется руководителем практики от профильной организации, заверяется подписью и печатью организации.

Пункт «а» является обязательным к заполнению. Здесь дается заключение о работе обучающегося в период практики, характеризуются приобретенные технические навыки, личная активность, дисциплина. Отмечается

участие обучающегося в производственных мероприятиях, оценивается уровень, оперативность и качество выполнения им задания по практике, отношение к выполнению программы практики.

В пункте «б» приводятся поощрения и взыскания, полученные студентом во время практики, с указанием номера и даты приказа. Раздел «б» может быть незаполненным, если ни поощрений, ни взысканий студент не получал.

В конце раздела 5 ставится оценка за практику («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно») и подпись руководителя практики от профильной организации, заверенная синей печатью предприятия.

Раздел 6 «Заключение руководителя практики от университета» заполняется руководителем практики от университета (кафедры). Заключение должно содержать оценку своевременности, полноты и качества содержательной стороны отчета, уровень освоения профессиональных компетенций. В конце раздела проставляется итоговая оценка за практику и подпись руководителя практики от университета.

Руководитель практики от университета на основании оценки руководителя практики от организации и проверки (рецензирования) отчета по практике выставляет итоговую оценку за практику.

Требования к оформлению дневника:

- дневник распечатывается как документ в формате А4 или как брошюра (в формате А5) и скрепляется/сшивается как отдельный документ;

- все разделы дневника обязательны для заполнения;

- раздел 3 «Содержание работ практики» должен охватывать все дни практики за исключением выходных дней (разрешается заполнять раздел 3 «Содержание работ практики» по периодам);

Пример

Дата	Подразделение, рабочее место	Краткое содержание проделанной работы	Подпись руково- дителя практики от профильной организации
28.02.2019	Отдел кадров	Ознакомление с нормативными и локальными документами организации	
01.03.2019	Отдел по ОИ и ТБ	Прохождение инструктажа по ОТ и ТБ	
С 02.03.2019 по 04.03.2019 ¹	Администрация	Ознакомление с организаци- онной структурой, ПВТР ор- ганизации	

– если обучающийся проходит практику в организации, то соответствующие разделы дневника должны быть подписаны руководителем практики от профильной организации и заверены синей печатью;

– если прохождение практики предусмотрено на кафедре университета, соответствующие разделы дневника заполняются и заверяются подписью руководителя практики от университета (кафедры).

3.2 Требования к отчету по практике

В отчете отражаются все виды деятельности, осуществленные за время прохождения практики, краткий анализ деятельности, программа практики и степень её реализации при прохождении практики.

Отчет о практике содержит общие выводы, оценку работы с точки зрения эффективности решения задач, поставленных в ходе практики (основные выводы на основе теоретического анализа, основные практические результаты).

¹ Если последний день практики приходится на выходной день (воскресенье), в раздел 3 «Содержание работ практики» данный день не вносится и содержание проделанной работы не фиксируется.

Отчет составляется каждым студентом индивидуально. При составлении отчета необходимо руководствоваться программой практики и полностью отразить в ней выполнение индивидуального задания. Наиболее подробно должны быть изложены собственные исследования студента с обоснованием их практической ценности.

Структура отчета по практике:

- титульный лист;
- задание на практику;
- оглавление;
- введение;
- основная часть (не менее двух глав);
- заключение;
- сокращения, обозначения, термины и определения (при необходимости);
- список использованных источников;
- приложения (при необходимости).

Содержание отчета

Титульный лист

Титульный лист служит обложкой документа. Бланк оформления титульного листа отчета размещен в электронном курсе.

Задание на практику

Задание на практику, как правило, оформляется в стандартной, принятой в ТУСУРе, форме. Бланк задания на практику размещен в электронном курсе. В бланке задания указывается кафедра, на которой обучается студент, вид и тип практики, личные данные студента. Тему, цель и задачи практики помогает определить студенту руководитель практики от профильной

организации, если студент проходит практику в организации или руководитель практики от университета, при условии прохождения практики на базе университета.

Далее в бланке задания указываются исходные данные для практики, если таковые имеются. Исходными данными могут быть используемые в работе радиотехнические устройства, конкретные математические методы моделирования объектов, средства проектирования деталей и узлов. Если к отчету по практике применяются какие-либо технические требования, они должны быть указаны в задании.

Бланк задания подписывается руководителем практики от профильной организации и руководителем практики от университета. Проставляется дата выдачи задания, которая должна совпадать календарной датой начала практики согласно приказу. Бланк задания подписывается студентом и указывается дата получения задания (дата начала практики согласно приказу).

Оглавление

Оглавление включает: введение, наименования всех глав, разделов, подразделов, пунктов, заключение, список использованных источников, приложения (при наличии). Строки оглавления заканчиваются указанием номеров страниц, на которых расположено начало соответствующей части документа. Вместо слова «Оглавление» допускается использовать наименование «Содержание». Рекомендуемая структура оглавления представлена в приложении Б.

Введение

Во введении указывается цель практики, область исследования или область применения разрабатываемого изделия, актуальность данной разработки или исследования, перечисляются задачи, с помощью решения которых достигается поставленная цель.

Основная часть

Основная часть включает в себя аналитическую записку по разделам примерного тематического плана производственной практики. По возможности включаются в отчет и элементы научных исследований. Тематика этих исследований определяется заранее, согласовывается с руководителем и увязывается с общим направлением работ. Каждая глава отчета и входящие в ее состав разделы должны содержать промежуточные выводы.

Заключение

В заключении в отчете представляются развернутые ответы по каждой задаче, вынесенной на самостоятельное изучение в рамках общего и индивидуального задания практики, которые зафиксированы во введении и листе задания на практику; делается общий вывод по достижению цели практики.

Сокращения, обозначения, термины и определения

Если в работе используется значительное количество (более пяти) сокращений, обозначений и (или) нестандартных терминов, соответствующие пояснения рекомендуется выполнять в виде специального раздела «Сокращения, обозначения, термины и определения». Заголовок раздела «Сокращения, обозначения, термины и определения» записывают симметрично тексту с прописной буквы без номера раздела. Список оформляется в виде перечня библиографических записей согласно требованиям, к библиографическим записям и библиографическим описаниям (ГОСТ 7.1 и ГОСТ 7.0.11).

Список использованных источников

В список использованных источников включаются лишь те источники, на которые есть ссылки по тексту работы. Список формируется в порядке упоминания источников в тексте работы. При отсылке к источнику

в тексте работы, после упоминания о нем, проставляется номер в квадратных скобках, под которым он значится в списке источников.

Приложения

В приложениях могут быть приведены примеры первичных документов (входные и выходные формы и бланки или реальные заполненные документы); информация об объекте исследования (структура предприятия, положения о видах деятельности, лицензии, фрагменты громоздких таблиц, различные справочные материалы и т. д.).

Требования к оформлению отчета

Формат листа:

- размер А4; поля: левое – 30 мм; правое – 10 мм; верхнее – 20 мм; нижнее – 20 мм;
- красная строка – 1,25 см;
- выравнивание основного текста – по ширине листа;
- нумерация страниц по центру сверху (титульный лист считается первой страницей, но не нумеруется);
- межстрочный интервал: полуторный;
- интервал между абзацами не увеличен (до и после – 0).

Шрифт: Times New Roman; размер либо 12, либо 14 пт.

Заголовки:

- задание, введение, заключение, список использованных источников не нумеруются. Эти заголовки выравниваются по центру, набираются **прописными буквами полужирного начертания без точки в конце**;
- основная часть может состоять из 2 разделов (глав), каждый из которых может включать несколько подразделов (подглав) и пунктов. Используется иерархическая нумерация;

- каждый раздел (1, 2 или 3) начинается с нового листа. Подразделы и пункты начинать с нового листа не следует;
- наименования разделов, подразделов и пунктов выравниваются по центру, точки после номера в конце заголовков не ставятся;
- если заголовок состоит из двух и более строк, то между ними межстрочный интервал 1, а слова переносят целиком;
- заголовки разделов (1, 2 и 3) набираются **прописными буквами полужирного начертания без точки в конце**;
- заголовки подразделов (1.1, 1.2, 2.1, 2.2 и т. п.) – **строчными буквами полужирного начертания**;
- подпункты (1.1.1, 1.1.2) – *строчными буквами полужирного курсивного начертания*;
- между двумя заголовками – одна пустая строка;
- между заголовком и текстом – 2 пустые строки;
- между текстом и заголовком – 2 пустые строки.

Требования к оформлению текста

По всему тексту необходимо установить режим автоматических переносов. Исключение: весь титульный лист, заголовки разделов, названия рисунков, таблиц (переносить слово целиком).

Необходимо обратить внимание на стиль и язык изложения, поработать над лаконичностью и четкостью формулировок, точностью определений, разнообразием употребляемых слов, литературной формой выражения мыслей. Стиль написания отчета – безличный монолог, т. е. от третьего лица.

Не употребляются местоимения первого лица единственного и множественного числа.

Во всём отчете должно быть достигнуто единообразие терминов, обозначений и условных сокращений.

Список использованных источников

В список источников включаются лишь те источники, на которые есть ссылки по тексту работы (из которых цитируется материал, включая статистическую информацию). Список формируется в порядке упоминания источников в тексте работы.

При отсылке к источнику в тексте работы после упоминания о нем проставляется *номер в квадратных скобках*, под которым он значится в списке источников.

Внимание! В таблице 3.1 приведены требования к оформлению элементов библиографического описания источников. Необходимо строго придерживаться изложенных требований.

Краткая схема библиографического описания (описание состоит из обязательных элементов) схематично может быть представлена так:

Заголовок описания. Основное заглавие: сведения, относящиеся к заглавию / Сведения об ответственности. – Сведения об издании. – Место издания, дата издания. – Объем.

Таблица 3.1 – Обязательные элементы библиографического описания

Структурный элемент	Требования к оформлению	Пример
<i>Заголовок описания</i>	Заголовок применяют при составлении записи на произведение одного, двух, трех авторов. Заголовок описания может включать имя лица (имя лица – условно применяемое понятие, включающее фамилию, инициалы или имя и отчество, псевдоним, личное имя или прозвище в качестве фамилии), наименование организации, унифицированное заглавие произведения, обозначение документа, географическое название, иные сведения	Кириллов, В. И.
<i>Основное заглавие</i>	Основным заглавием является заглавие книги или статьи, а сведением, относящимся к заглавию, – пояснение жанра, типа издания, например, сборник статей, учебное пособие и т. п. Если книга или статья размещена в электронной библиотечной системе или в сети Интернет далее в квадратных скобках указывается [Электронный ресурс]	Логика : учеб. пособие Логика [Электронный ресурс] : учеб. пособие

Окончание табл. 3.1

Структурный элемент	Требования к оформлению	Пример
<i>Сведения об ответственности</i>	Это сведения о соавторах, переводчиках, редакторах и/или о той организации, которая принимает на себя ответственность за данную публикацию. Первым сведениям об ответственности предшествует знак <i>косая черта (слеи) (/)</i>. Имя и отчество автора(ов) указываются вначале, затем указывается фамилия. Последующие группы сведений отделяют друг от друга знаком «точка с запятой». Однородные сведения внутри группы отделяют запятыми. При переходе к следующему элементу библиографического списка ставятся знаки «точка» и «тире»	<i>Для книги одного автора:</i> / В. И. Кириллов. – / В. И. Кириллов ; Моск. гос. юрид. академия. – / В. И. Кириллов, А. П. Садохин, И. В. Петрова. –
<i>Сведения об издании</i>	Сведения об издании включают качественную и количественную характеристику документа. Сведения об издании отделяются от следующего библиографического элемента знаками «точка» и «тире»	– 2-е изд., перераб. и доп. –
<i>Место издания, дата издания</i>	Место издания – наименование города. Москва, Санкт-Петербург, Ростов-на-Дону сокращаются (М., СПб., Ростов н/Д), все остальные города пишутся полностью (Новосибирск, Киев). После наименования города ставится знак «двоеточие», затем пробел и указывается название издательства. После запятой приводится год издания. Место издания и дата издания отделяются от следующего библиографического элемента знаками «точка» и «тире»	М. : Проспект, 2009.
<i>Объем</i>	Объем – это количество страниц или диапазон страниц, на которых опубликована статья в журнале или сборнике. После указания объема ставится точка	233 с.
<i>Источник</i>	Если указывается учебник или статья, размещенные в электронной библиотечной системе или сети Интернет, в конце указывается URL (режим доступа), ссылка и в круглых скобках дата обращения	https://biblio-online.ru/viewer/logika-431777# (дата обращения: 18.01.2019)
Пример: Кириллов, В. И. Логика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Кириллов ; Моск. гос. юрид. академия. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Проспект, 2009. – 233 с. – Режим доступа: https://biblio-online.ru/viewer/logika-431777# (дата обращения: 12.01.2019).		

Примеры оформления библиографических записей

Книга одного автора

Шарыгина, Л. И. Хронология развития радиоэлектроники : учеб. пособие для вузов / Л. И. Шарыгина. – Томск : ТУСУР, 2009. – 197 с.

Книга двух авторов

Олифер, В. Г. Компьютерные сети: Принципы, технологии, протоколы : учебник для вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – 4-е изд. – СПб. : ПИТЕР, 2013. – 944 с.

Книга более трех авторов

Пространственно-временные искажения сантиметровых сигналов на наземных трассах распространения и их влияние на точность пассивных систем местоопределения : монография / В. П. Денисов [и др.] ; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. В. П. Денисова. – Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2014. – 502 с.

Составные части документа, статьи, тезисы

Денисов, В. П. Исключение аномально больших ошибок пеленгования в процессе устранения неоднозначности измерений в фазовых пеленгаторах, реализующих метод максимального правдоподобия / В. П. Денисов, Д. В. Дубинин, А. А. Мещеряков // Радиотехника и электроника. – 2016. – Т. 61, № 10. – С. 957–963.

Нормативно-технические и патентные документы

Пат. 2052832 РФ. Фазовый пеленгатор / А. Н. Армизонов, Д. В. Дубинин. – № 5008436/09. Заяв. 12.07.91. Оpubл. 20.01.1996. Бюл. № 2.

ГОСТ Р 34.11–2012 Информационная технология. Криптографическая защита информации. Функция хеширования. – М. : Стандартинформ, 2013. – 24 с.

Электронные ресурсы

Агеев, Е. Ю. Локальные компьютерные сети : метод. указания по самостоятельной работе [Электронный ресурс] / Е. Ю. Агеев. – 2012. – 12 с. – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2037> (дата обращения: 06.07.2018).

Остальные требования к оформлению текста, в том числе формул, ссылок, сокращений и т. п., представлены в требованиях образовательного стандарта вуза ОС ТУСУР 01–2013 «Работы студенческие по направлениям подготовки и специальностям технического профиля. Общие требования и правила оформления». Режим доступа: <https://regulations.tusur.ru/documents/70>

4 ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ ПРАКТИКИ

Аттестация по итогам производственной практики: преддипломной практики для студентов ФДО осуществляется на основе оценки решения обучающимся задач практики, отзыва руководителей практики от организации и рецензирования отчета по практике руководителем практики от кафедры об уровне сформированности компетенций.

Формой аттестации по итогам практики является дифференцированный зачет. Оценка по практике имеет тот же статус, что и оценки по другим дисциплинам учебного плана, и учитывается при подведении итогов общей успеваемости студента. Итоговая оценка по практике выставляется руководителем практики от университета (кафедры) по итогам проверки (рецензирования) отчета с учетом полноты содержания отчета и качества выполнения работы, отзыва руководителя практики от организации, а также соответствия программе практики и качества выполнения задания.

Оценивание результатов практик производится на основе утвержденных на выпускающей кафедре критериев сформированности профессиональных компетенций, т. е. готовности выпускника для успешного ведения профессиональной деятельности в определенных условиях и нормативных материалов по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся в ТУСУРе.

При оценке практики учитывается объем выполнения программы практики, соответствие содержанию практики, правильность оформления документов (табл. 4.1).

Результаты прохождения практики оцениваются посредством проведения промежуточной аттестации. Неудовлетворительные результаты промежуточной аттестации по практике или непрохождение промежуточной аттестации по практике при отсутствии уважительных причин признаются академической задолженностью.

Таблица 4.1 – Критерии оценки по итогам прохождения практики

– Достигнуты все основные цели и задачи, поставленные в ходе практики; – студент выполнил план практики и все необходимые задания; – студент творчески подошел к выполнению заданий; – студент предоставил полную отчетную документацию по данным заданиям, не имеет замечаний по их выполнению; – руководитель практики от организации оценил практическую деятельность студента на «отлично»; – студент сдал вовремя дневник с отчетной документацией по практике	«Отлично»
– Достигнуты основные цели и задачи, поставленные в ходе практики; – студент выполнил план и необходимые задания, но имеет небольшие недоработки и замечания по их выполнению; – руководитель практики от организации оценил практическую деятельность студента на «хорошо»; – студент не вовремя сдал дневник с отчетной документацией по практике	«Хорошо»
– Достигнуты не все основные цели и задачи, поставленные в ходе практики; – студент частично выполнил план; – студент выполнил не все необходимые задания (отчитался менее чем по 70%, но не менее чем по 50% заданий) и имеет значительные недоработки и замечания по их выполнению; – студент не вовремя вышел на практику; – руководитель практики от организации оценил практическую деятельность студента на «удовлетворительно»; – студент не вовремя сдал дневник с отчетной документацией по практике	«Удовлетворительно»
– Достигнуты не все цели и задачи, поставленные в ходе практики; – студент выполнил не все необходимые задания (отчитался менее чем по 50% заданий) и имеет значительные недоработки и замечания в их выполнении; – студент не вовремя вышел на практику или не выходил на практику вообще; – руководитель практики от организации оценил практическую деятельность студента на «неудовлетворительно»; – студент не вовремя сдал дневник с отчетной документацией по практике	«Неудовлетворительно»

5 ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИКИ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Форма проведения практики для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (инвалидностью) устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере и т. п.).

Выбор мест прохождения практик для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья производится с учетом требований их доступности для данных обучающихся и рекомендации медико-социальной экспертизы, а также индивидуальной программы реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При направлении инвалида и лица с ограниченными возможностями здоровья в организацию или предприятие для прохождения предусмотренной учебным планом практики Университет согласовывает с организацией (предприятием) условия и виды труда с учетом рекомендаций медико-социальной экспертизы и индивидуальной программы реабилитации инвалида. При необходимости для прохождения практик могут создаваться специальные рабочие места в соответствии с характером нарушений, а также с учетом профессионального вида деятельности и характера труда, выполняемых обучающимся-инвалидом трудовых функций.

Дополнительные требования к материально-технической базе, необходимой для представления отчета по практике лицом с ограниченными возможностями здоровья, обучающийся должен предоставить на кафедру не позднее, чем за два месяца до проведения процедуры рецензирования отчета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акулиничев, Ю. П. Теория радиосвязи : учеб. пособие / Ю. П. Акулиничев, А. С. Бернгардт. – Томск : ТУСУР, 2015. – 197 с.
2. Илюхин, Б. В. Информационные технологии : учеб. пособие / Б. В. Илюхин. – 2011. 197 с.
3. Смольникова, Л. В. Положение об организации и проведении практик : учеб.-метод. пособие / Л. В. Смольникова. – Томск : ТУСУР, 2016. – 32 с.
4. Кшнянкин, А. П. Выпускная квалификационная работа бакалавра : метод. указания по разработке ВКР бакалавров по направлениям подготовки очной формы обучения / А. П. Кшнянкин. – Томск, 2014. – 24 с.
5. Шарангович, С. Н. Производственная практика: научно-исследовательская работа : учеб.-метод. пособие для студентов направления подготовки 11.03.01 «Радиотехника» по профилю «Микроволновая техника и антенны» / С. Н. Шарангович. – Томск : ТУСУР, 2016. – 19 с.
6. Журнал «Радиотехника» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.radiotec.ru/journal_section/1 (дата обращения: 26.08.2019).
7. Журнал «Радиотехника» [Электронный ресурс] // Научная электронная библиотека Elibrary [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=7978 (дата обращения: 26.08.2019).
8. Журнал Control Engineering (Россия) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.controlengrussia.com/> (дата обращения: 26.08.2019).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Примерные темы ВКР

1. Методика расчета и исследования устройств защиты полосовых усилителей мощности от перегрузок.
2. Исследование нелинейных искажений СВЧ-усилителей на основе GaN – полевых транзисторов.
3. Ультразвуковой измеритель скорости и направления ветра.
4. Проект транспортной сети IP/MPLS поверх ВОЛС.
5. СВЧ-усилитель мощности для систем мобильной связи.
6. Малошумящий приемный конвертер KU-диапазона и др.
7. Транзисторный СВЧ-автогенератор, управляемый напряжением трехсантиметрового диапазона длин волн.
8. Разработка стенда аналоговых устройств.
9. Разработка термо-нелинейного рефлектометра на базе модульной платформы PXI.
10. Исследование шумов в преобразователе Холла.
11. Измерительный преобразователь для повышения точности измерения сверхкороткоимпульсных характеристик конденсатора.
12. Аэронавигационная телекоммуникационная сеть передачи информации для управления воздушным движением.
13. Исследование характеристик канального кодирования стандарта TETRA.
14. Метод и устройства измерения расхода природного газа.
15. Усилитель мощности для LTE.
16. Автоматизированная система регистрации утечки природного газа.
17. Сверточное кодирование/декодирование в системах широкополосного доступа WiMAX.
18. Панорамный АМ приемник для служебной радиосвязи.

19. Радиовещательный ЧМ приемник с обратной связью по частоте.
20. Усилитель мощности для базовых станций системы связи WiMAX.
21. Повышение линейности и КПД усилителей мощности.
22. Приемопередающий модуль системы связи.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Пример оформления оглавления отчета

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Характеристика <объекта и предмета исследования>	6
1.1 При необходимости выделять подпункты	8
1.2	12
2 Исследование (Анализ) <согласно теме индивидуального задания>	20
Заключение	24
Список использованных источников	26
Приложение А Название	28

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Пример отчета по преддипломной практике

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)**

Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)

Стенд для проверки радиоламп ГС-15Б, ГИ-41-1 И ГМИ-42Б

ОТЧЕТ

ПО РЕЗУЛЬТАТАМ

производственной практики: преддипломной практики

Студент группы з-143-а

Сидоров

И. П. Сидоров

(подпись)

(И. О. Фамилия)

«21» июня 2019 г.

хорошо

(оценка)

М.П.

(печать)

Руководитель практики от профильной
организации: *специалист отдела сопровож-*
дения ООО «Метроном»

Петров

С. И. Петров

(подпись)

(И. О. Фамилия)

«21» июня 2019 г.

хорошо

(оценка)

Руководитель от университета
доцент каф. РСС, к.ф.-м.н.

Карлова

Г. Ф. Карлова

(подпись)

(И. О. Фамилия)

«21» июня 2019 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)**

Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

доцент, к.т.н.

(ученая степень, звание)

Фатеев А. В.

(Ф. И. О.)

Фатеев

(подпись)

ЗАДАНИЕ

на *производственную* практику: *преддипломную практику*

студенту гр. 3-143-а факультета *дистанционного обучения*

Сидорову Ивану Петровичу

(Ф. И. О. студента)

1. Тема практики: Стенд для проверки радиоламп ГС-15Б, ГИ-41-1 и ГМИ-42Б
2. Цель практики: Разработать стенд для проверки радиоламп ГС-15Б, ГИ-41-1 и ГМИ-42Б.
3. Задачи практики:
провести анализ научно-технической информации по теме исследования, в результате которого необходимо:
 - разработать структурной схемы стенда для проверки радиоламп ГС-15Б, ГИ-41-1 и ГМИ-42Б, предназначенного для выполнения производственных и приёмочных проверок статических характеристик электронных ламп с током анода до 3000 мА и напряжением до 2500 В;
 - разработать на уровне принципиальных схем блоки формирования питающих напряжений и контроля измеряемых параметров радиоламп.

4. Исходные данные для практики: [техническая документация в исследуемой области, учебно-методическая литература, интернет-источники.](#)
5. Технические требования к отчету по практике: [ОС ТУСУР 01–2013.](#)

Дата выдачи: «27» мая 2019 г.

Руководитель практики от университета

Доцент кафедры РСС
(должность)

Карлова
(подпись)

Г. Ф. Карлова
(Ф. И. О.)

Согласовано:

Руководитель практики от профильной организации

Специалист отдела сопровождения
ООО «Метроном»
(должность)

Петров
(подпись)

С. И. Петров
(Ф. И. О.)

Задание принял к исполнению «27» мая 2019 г.

Студент гр. [з-143-а](#)

Сидоров
(подпись)

И. П. Сидоров
(Ф. И. О.)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	47
1 Разработка структурной схемы стенда	48
2 Разработка блока формирования питающих напряжений	51
3 Разработка блока контроля измеряемых параметров радиоламп	64
Заключение	65
Список использованных источников	66

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день полупроводниковая техника отвоевала у электровакуумной техники громадный сегмент области применения. Мало кто помнит ЭВМ, выполненную на электровакуумных приборах. В настоящее время конкурентная борьба между этими отраслями переросла в тесное и неразрывное сотрудничество, полупроводниковая техника движется в сторону микроминиатюризации, расширения вычислительных и контрольных функций, а электровакуумная техника использует эти возможности.

Тематика будущей выпускной квалификационной работы находится как раз на стыке электровакуумной и полупроводниковой техники. Сегодня микропроцессорная техника облегчает многие технологические процессы, позволяет выполнять функции контроля и управления, выполнения математической обработки больших массивов экспериментальных данных и т. д.

Целью работы на этапе преддипломной практики стала разработка структурной схемы стенда для проверки радиоламп ГС-15Б, ГИ-41-1 и ГМИ-42Б и его основных блоков.

1 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ СТЕНДА

Генераторные лампы ГС-15Б, ГИ-41-1 и ГМИ-42Б имеют различные конструкции, кроме того, две из трех ламп требуют принудительного воздушного охлаждения, различного напряжения и мощности накала, различного анодного напряжения, поэтому для оптимального выбора структуры стенда составим сводную таблицу основных параметров радиоламп. Анализ таблицы показывает, что режим измерения вольт-амперных характеристик радиоламп необходимо производить в импульсном режиме. В соответствии с техническим заданием разрабатываемый стенд должен обеспечивать получение качественных характеристик:

- определение замыканий между электродами;
- определение обрыва нити накала;
- определение обрывов электродов, участвующих в формировании электронного потока;

и количественных характеристик:

- измерение тока утечки катод – подогреватель (нить накала) или сопротивления изоляции катод – подогреватель (только для ламп с косвенным накалом);
- измерение тока накала в режиме прогрева;
- измерение обратного тока сетки 1;
- измерение тока анода;
- измерение крутизны характеристики по сетке 1.

Кроме того, осуществлять вычисления внутреннего сопротивления лампы переменному току R_i (Ом) по формуле $R_i = K / S$, где K – коэффициент усиления лампы, S – крутизна характеристики лампы.

Решение всех перечисленных вопросов удобнее всего осуществить с помощью стенда, работающего под управлением персонального компьютера в ручном или полуавтоматическом, а может быть даже в автоматическом режиме. Возложить на персональный компьютер можно и создание отчета по каждой исследованной лампе в виде графиков и таблиц. Итак, в таблице 1.1 представлены параметры, требующие установки и варьирования для ламп, заданных в требованиях к выпускной квалификационной работе. Исходя из табличных данных и предлагаемого алгоритма работы стенда определим структурную схему стенда. Структура стенда представляет

собой соединение взаимно связанных блоков, первый из которых отвечает за установку и регулирование анодных, сеточных напряжений и напряжение подогревателя. Второй блок отвечает за измерение необходимых величин напряжения и тока. Третий управляющий блок осуществляет управление работой первых двух, а также сбор измеренных величин и передачу в персональный компьютер для обработки и формирования отчета.

Таблица 1.1 – Основные технические характеристики радиоламп

Тип радиолампы	ГС-15Б тетрод	ГИ-41-1 триод	ГМИ-42Б триод
Режим работы	Непрерывный	Импульсный Скважность 200 $\tau_{и} = 1,5$ мкс	Импульсный Скважность 500 $\tau_{и} = 10$ мкс
Охлаждение	Воздушное	Естественное	Воздушное
Напряжение накала, В	$6,3 \pm 0,3$	$6,3 \pm 0,3$	$26 \pm 2,5$
Ток накала, А	$2,28 \pm 0,18$	$1,4 \pm 0,1$	$3,4 \pm 0,25$
Напряжение анода, В, не более	1,5	2,4	2,5
Средняя мощность, рассеиваемая анодом, Вт, не более	200	40	500
Ток анода, А, не более	0,24	2,5	3
Напряжение 1-й сетки, В, не более	$-100 \dots 0$	$-20 \dots 60$	$-200 \dots 0$
Ток 1-й сетки, мА, не более	10	150	4500
Напряжение 2-й сетки, В, не более	300	Нет	Нет
Ток 2-й сетки, мА, не более	40	Нет	Нет
Время готовности к работе, мин	3	3	3

Чертежи общего вида генераторных ламп ГС-15Б, ГИ-41-1 и ГМИ-42Б представлены на рисунках 1.1–1.3 соответственно [1].

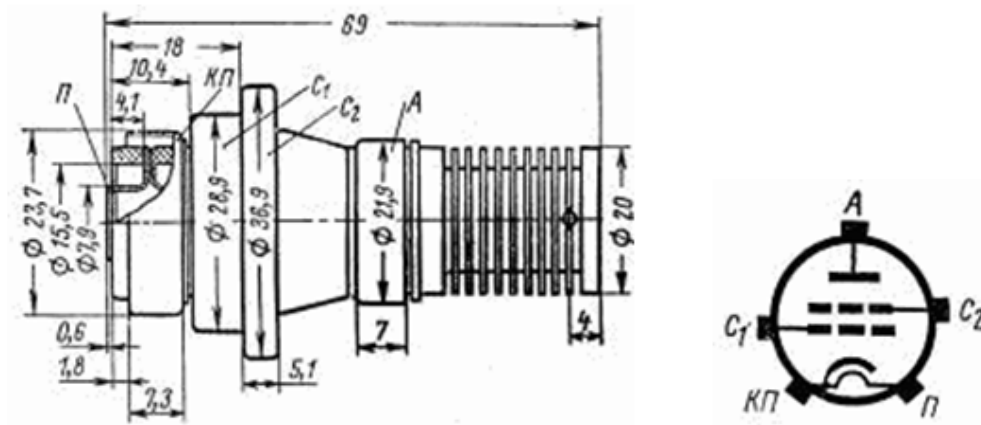


Рис. 1.1 – Генераторная лампа ГС-15Б и ее условное обозначение

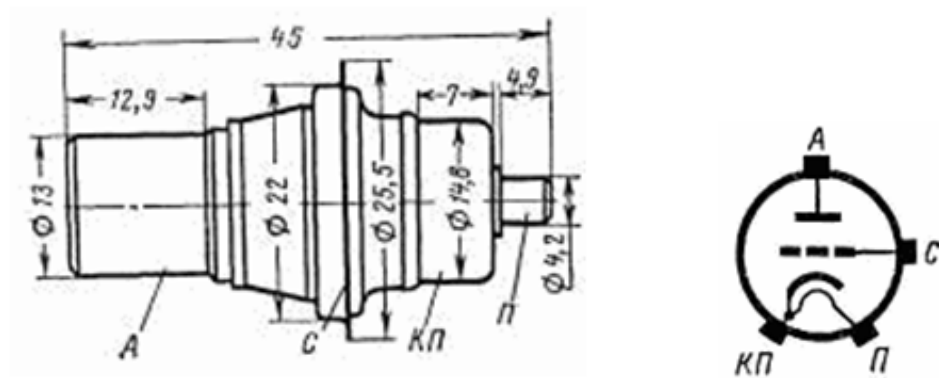


Рис. 1.2 – Мощная генераторная лампа ГИ-41-1 и ее условное обозначение

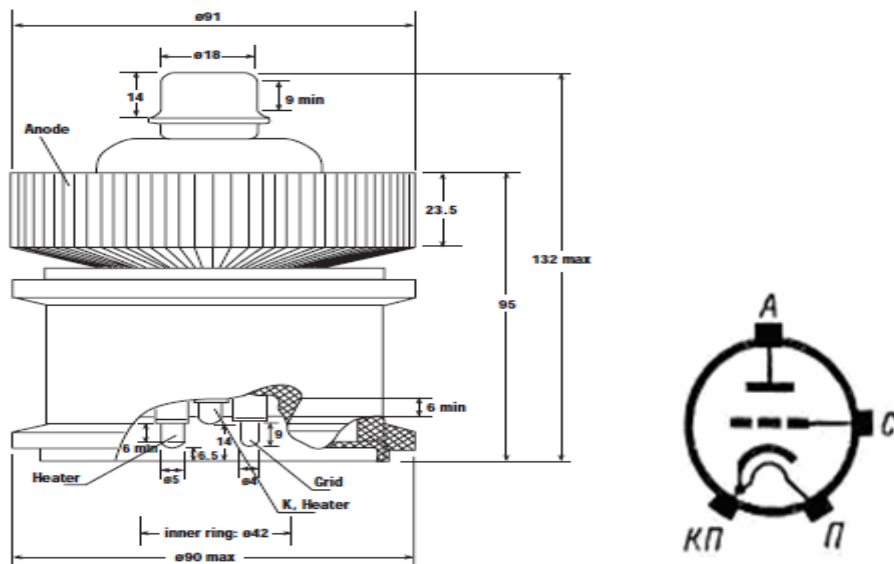


Рис. 1.3 – Генераторная лампа ГМИ-42Б и ее условное обозначение

Исходя из представленных чертежей общего вида понятно, что в разрабатываемом стенде посадочные места для каждой лампы должны быть индивидуальны.

2 РАЗРАБОТКА БЛОКА ФОРМИРОВАНИЯ ПИТАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Для перевода мощной генераторной лампы в рабочее состояние необходимо в течение около трех минут прогревать катод радиолампы, чтобы получить эмиссию электронов и возможность создания электрического тока в виде электронного потока от катода к аноду. Для измерения параметров мощных радиоламп и снятия вольт-амперных характеристик необходимо иметь управляемое напряжение от 100 до 3000 В, изменяемое дискретными шагами, с шагом порядка 100 В и током до 3 А [2].

Сеточное напряжение (здесь речь идет о первой управляющей сетке тетродов и управляющей сетки триода) также должно изменяться малыми шагами или плавно в пределах от -100 до $+200$ В. В тетроде имеется вторая анодно-экранная сетка, которая должна находиться под напряжением $0,2 \dots 0,7$ от анодного напряжения. Наличие нескольких номиналов напряжений на различные уровни мощности, необходимость гальванической развязки от питающего напряжения 220 В 50 Гц – все говорит в пользу применения силового трансформатора, имеющего несколько обмоток. Изменение выпрямленного напряжения можно реализовать с помощью переключаемых отводов в каждой обмотке трансформатора, но это решение связано с необходимостью использования переключателей, работающих при высоких напряжениях, что приводит к серьезному усложнению аппаратуры, увеличению ее массогабаритных параметров [3].

Возможно иное решение, которое обусловлено применением управляемых выпрямителей, выполненных на тиристорах. Изменение угла включения тиристора приводит к изменению выпрямленного напряжения, что достаточно удобно для реализации пошагового изменения управляемого напряжения. Следующим серьезным моментом при проектировании блока формирования питающих напряжений является тот факт, что две лампы из трех работают в импульсном режиме, поэтому измерение вольт-амперных характеристик в непрерывном режиме невозможно. Измерение вольт-амперных характеристик в непрерывном режиме может привести к выходу лампы из строя. Наиболее простая часть блока формирования питающих напряжений – это узел формирования напряжений накала. Напряжение не нужно ни изменять, ни преобразовывать в постоянное напряжение.

Снятие вольт-амперных характеристик предполагает измерение напряжений и токов, а реализовывать эту функцию необходимо для высоковольтных цепей. Реализация функции измерения тока с помощью измерения падения напряжения на шунте для высоких напряжений практически не реализуема, однако сегодня существуют бесконтактные датчики тока, работающие на эффекте Холла, выдерживающие высокие напряжения, обладающие высокой точностью (менее 1%) в широком диапазоне измеряемых токов, а кроме того высоким быстродействием (не более 1 мкс) [4]. Именно на таких датчиках будет построен блок формирования питающих напряжений. В таблице 2.1 представлены датчики тока, предлагаемые к использованию в настоящем проекте.

Таблица 2.1 – Характеристики датчиков тока

Характеристика	АТR0	АТR02	АТR03
Диапазон измеряемых токов, А	0–5	5–10	10–20
Частотный диапазон, кГц	0–150	0–150	0–150
Время отклика, мкс	0,5	0,5	0,5
Точность измерения, %	0,7	0,7	0,7
Диапазон температур, °С	–50+85	–50+85	–50+85
Рабочее напряжение, В, не более	3500	3500	3500
Линейность, %	0,1	0,1	0,1

На рисунке 2.1 представлена фотография датчика тока АТR0.



Рис. 2.1 – Датчик тока АТR0

Датчики напряжения выпускаются этой же компанией ATRO и могут быть использованы в разрабатываемом стенде и имеют внешний вид, аналогичный датчикам тока.

Расчет трансформатора

На рисунке 2.2 представлена схема электрическая трансформатора измерительного стенда.

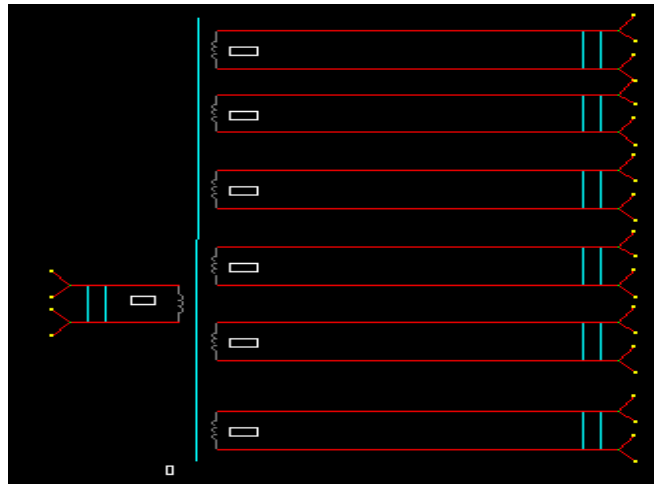


Рис. 2.2 – Схема электрическая трансформатора измерительного стенда

Назначение обмоток:

Первичная обмотка – обмотка, подключаемая в сеть 220 В 50 Гц;

II – обмотка формирования анодного напряжения;

III – обмотка формирования напряжения анодно-экранной сетки;

IV – обмотка формирования отрицательного напряжения 1-й сетки;

V – обмотка формирования положительного напряжения 1-й сетки;

VI – обмотка формирования напряжения накала 1;

VII – обмотка формирования напряжения накала 2;

Регулирование анодного напряжения и сеточных напряжений осуществим с помощью управляемого выпрямителя, схема электрическая которого представлена на рисунке 2.3.

На этом же рисунке представлены эпюры напряжения и токов на активной нагрузке и обмотках трансформатора.

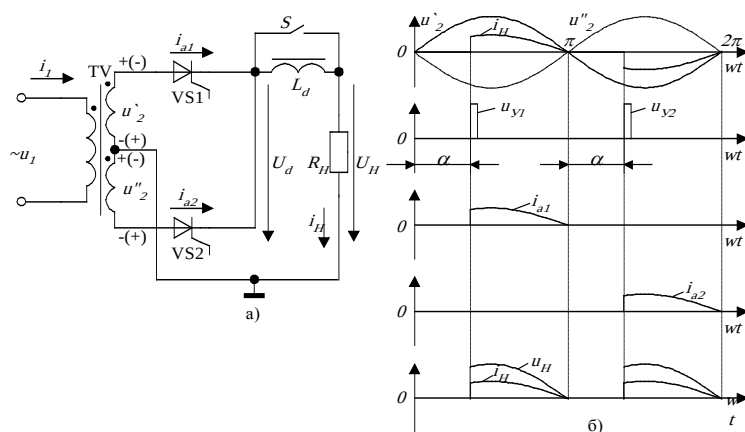


Рис. 2.3 – Электрическая схема управляемого выпрямителя

На рисунке 2.4 видно, что при изменении угла управления тиристором α напряжение на выходе U_H изменяется в широком диапазоне. Аналогичным образом изменяется и напряжение на сетках мощных генераторных ламп.

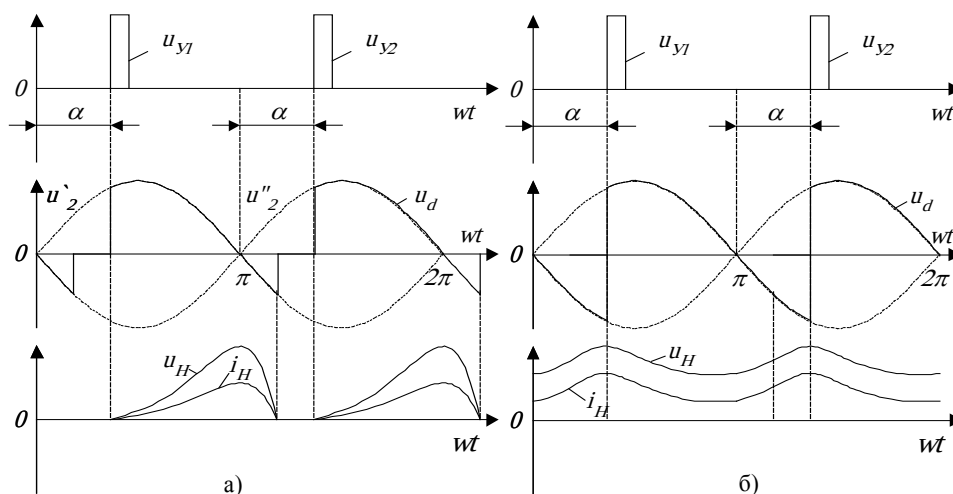


Рисунок 2.4 – Эпюры напряжения и тока в нагрузке управляемого выпрямителя

Невозможность работы в непрерывном режиме требует создания импульсного режима, в котором можно осуществлять измерение напряжения и токов в пике импульса, но для этого должен быть создан режим синхронизации, сброса предшествующих установок. Такой режим возможно создать под управлением микропроцессора. Для ламп с карбидированным вольфрамовым катодом сопротивление холодного катода в 7-8 раз ниже сопротивления катода при номинальном напряжении накала, поэтому подавать напряжение накала на такие катоды необходимо плавно

либо ступенями, с временной выдержкой на каждой ступени, достаточной для прогрева катода, так как при подаче полного напряжения накала каждой ступенью происходит сильный выброс тока накала, что может привести к разрушению катода. Микропроцессор обеспечит необходимый интервал времени для нагрева катода и только после выдержки необходимого времени подаст команду на разрешение для проведения измерений. Теперь возможно определить мощности обмоток трансформатора для создания дискретных анодных и сеточных напряжений в импульсном режиме измерения [4].

Примем за длительность измерительного импульса длительность и скважность разрешенного режима для мощных генераторных радиоламп.

Если длительность импульса 1 мкс, скважность 100, тогда средние мощности и анодные токи уменьшатся в 100 раз. Таким образом, мощности обмоток трансформатора, формирующих анодное и сеточные напряжения могут быть уменьшены в 100 раз, при этом мощности накальных обмоток должны быть сохранены неизменными.

В результате мощности обмоток трансформатора составят:

первичная обмотка – обмотка, подключаемая в сеть 220 В 50 Гц;

II – обмотка формирования анодного напряжения

$$P_{II} = 3000 \cdot 0,03 = 90 \text{ Вт};$$

III – обмотка формирования напряжения анодно-экранной сетки

$$P_{III} = 2100 \cdot 0,0004 = 1,0 \text{ Вт};$$

IV – обмотка формирования отрицательного напряжения 1-й сетки

$$P_{IV} = 500 \cdot 0,0001 = 0,05 \text{ Вт};$$

V – обмотка формирования положительного напряжения 1-й сетки

$$P_V = 200 \cdot 0,0003 = 0,06 \text{ Вт};$$

VI – обмотка формирования напряжения накала 1

$$P_{VI} = 6,6 \cdot 2,5 = 16,5 \text{ Вт};$$

VII – обмотка формирования напряжения накала 2

$$P_{VII} = 28,5 \cdot 3,65 = 104,025 \text{ Вт}.$$

Ориентировочные расчеты по стендовому трансформатору показывают, что для определения габаритной мощности трансформатора, выбора материала сердечника, его сечения, диаметра проводов обмоток и толщин слоев изоляции

определяющее влияние оказывают только обмотка, формирующая анодное напряжение, и обмотки, формирующие накальные напряжения.

Для трансформаторов с минимальным весом в качестве магнитопровода применяют витые конструкции из стали марки Э310 с толщиной ленты 0,35–0,5 мм.

Для трансформаторов повышенной частоты питающей сети (400 Гц) рекомендована листовая сталь марок Э340, Э350 с толщиной листа или ленты 0,05–0,1 мм.

Произведем расчет мощностей первичной и вторичных обмоток трансформатора:

Мощность вторичных обмоток определим по формуле:

$$V_{A2} = U_2 \cdot I_2 + U_3 \cdot I_3 + U_4 \cdot I_4 + U_5 \cdot I_5 + U_6 \cdot I_6 + U_7 \cdot I_7 = 3000 \cdot 0,03 + 2100 \cdot 0,0004 + 500 \cdot 0,0001 + 200 \cdot 0,0003 + 6,6 \cdot 2,5 + 28,5 \cdot 3,65 = 211,635 \text{ Вт}$$

Тогда ток первичной обмотки определим по следующей формуле:

$$I_1 = P_1 / U_1 = 211,635 / 220 = 0,6 \text{ А.}$$

Выбор параметров B_m , δ , $\eta_{тр}$, k_m , k_c произведем по данным таблицы 2.2, предварительно округлив значение габаритной мощности до 220 ВА, однако таблица 2.3 не имеет графы такой мощности, поэтому округляем значение габаритной мощности до 200 ВА.

Таблица 2.2 – Основные параметры трансформаторов

	Марка стали	k_c	Марка стали	k_c	Марка стали	k_c	Марка стали	k_c	δ , А/мм ²	$\eta_{тр}$	k_m		
	Э310 Э320 Э330	0,95– 0,97	Э340 Э350 Э360	0,75– 0,88	Э310 Э320 Э330	0,93– 0,95	Э340 Э350 Э360	0,78– 0,88					
	Э41 Э42	0,89– 0,93			Э44 Э45	0,82							
Толщина листа	0,35–0,5 мм		0,05–0,1 мм		0,2–0,35 мм		0,05–0,1 мм		50 Гц	400 Гц		50 Гц	400 Гц
$P_{габ}$, ВА	Индукция, В _м , Тл								50 Гц	400 Гц	50 Гц	400 Гц	
	50 Гц				400 Гц								
10	1,1		1,2		1,0		1,15		4,8	7,2	0,85	0,78	0,22
20	1,26		1,4		1,08		1,33		3,9	6	0,89	0,83	0,26
40	1,37		1,55		1,13		1,47		3,2	5	0,92	0,86	0,28
70	1,39		1,6		1,14		1,51		2,8	4,2	0,94	0,88	0,3
100	1,35		1,6		1,12		1,5		2,5	3,8	0,95	0,9	0,31
200	1,25		1,51		1,02		1,4		2	3,1	0,96	0,92	0,32
400	1,13		1,43		0,92		1,3		1,6	2,5	0,97	0,94	0,33

Для габаритной мощности 200 ВА, частоты питающей сети 50 Гц и марки стали Э340 толщиной 0,1 мм по таблице 2 получим следующие значения параметров:

- магнитной индукции $B_m = 1,51$ Тл;
- плотности тока $\delta = 2,0$ А/мм²;
- КПД трансформатора $\eta_{тр} = 0,96$;
- коэффициента заполнения окна магнитопровода медью $k_m = 0,32$;
- коэффициента заполнения сердечника магнитопровода сталью $k_c = 0,93$.

Рассчитаем геометрические размеры трансформатора по следующей формуле при $S = 1$ для броневой конструкции трансформатора:

$$Q_{ст} \cdot Q_0 = \frac{212,0 \cdot 10^2}{2,22 \cdot 50 \cdot 1,51 \cdot 2 \cdot 0,96 \cdot 0,32 \cdot 0,93 \cdot 1} = 221 \text{ см}^4.$$

Произведем выбор магнитопровода и его габаритных размеров, используя данные таблицы 2.3. Площадь окна Q_0 броневых и стержневых магнитопроводов, приходящуюся на обмотки одного стержня, определяют по формуле:

$$Q_0 = b \cdot h.$$

Таблица 2.3 – Размеры нормализованных броневых магнитопроводов из штампованных пластин

Тип	a , мм	c , мм	b , мм	h , мм
Ш	9	9, 12	9	22,5
	12	10, 12, 16, 20, 25, 32	12	30
	16	10, 12, 16, 20, 25, 32, 40	16	40
	20	12, 16, 20, 25, 32, 40, 50	20	50
	25	16, 20, 25, 32, 40, 50, 64	25	62,5
	32	20, 25, 32, 40, 50, 64, 80	32	80
	40	25, 32, 40, 50, 64, 80	40	100

Полное сечение стержня $Q_{ст}$, несущего обмотки, определяют по формуле:

$$Q_{ст} = a \cdot c,$$

где a – ширина стержня, несущего обмотки, мм; c – толщина набора пластин или ширина ленты, мм.

После расчета геометрических размеров магнитопровода производят выбор магнитопровода трансформатора и его размеров.

$$a = 32 \text{ мм},$$

$$c = 32 \text{ мм},$$

$$b = 32 \text{ мм},$$

$$h = 80 \text{ мм}.$$

$$Q_{CT} = a \cdot c = 3,2 \cdot 3,2 = 10,24 \text{ см}^2,$$

$$Q_0 = b \cdot h = 3,2 \cdot 8,0 = 25,6 \text{ см}^2,$$

$$a \cdot b \cdot c \cdot h = 3,2 \cdot 3,2 \cdot 3,2 \cdot 8,0 = 262 \text{ см}^4 \geq 221 \text{ см}^4.$$

Исходя из экономии материальных средств и снижения стоимости изготовления трансформатора, наиболее близким по габаритной мощности является магнитопровод ШЛ.

Размеры магнитопровода: $a = 32 \text{ мм}$, $c = 32 \text{ мм}$, $b = 32 \text{ мм}$, $h = 80 \text{ мм}$.

Произведем расчет количества витков каждой из обмоток трансформатора. Для этого необходимо предварительно определить величину ЭДС. Для первичной обмотки формула расчета ЭДС имеет вид:

$$E_1 = 0,95 \cdot U_1 = 0,95 \cdot 220 = 209,0 \text{ В}.$$

Для вторичных обмоток:

$$E_i = 1,05 \cdot U_i.$$

Число витков обмотки определяется выражением:

$$\omega_i = \frac{E_i \cdot 10^4}{4,44 \cdot f \cdot B_m \cdot Q_{CT} \cdot k_c}.$$

Подставляя числовые значения и округляя полученные результаты до целого значения витков, получим:

$$E_1 = 0,95 \cdot U_1 = 0,95 \cdot 220 = 209,0 \text{ В}.$$

$$\omega_1 = \frac{E_1 \cdot 10^4}{4,44 \cdot f \cdot B_m \cdot Q_{CT} \cdot k_c} = \frac{209 \cdot 10^4}{4,44 \cdot 50 \cdot 1,51 \cdot 0,93 \cdot 1,0} = 670,4 \text{ витков}.$$

Для обмотки 2-2:

$$E_2 = 1,05 \cdot U_2 = 1,05 \cdot 3000 = 3147 \text{ В}.$$

$$\omega_2 = \frac{E_2 \cdot 10^4}{4,44 \cdot f \cdot B_m \cdot Q_{CT} \cdot k_c} = \frac{3150 \cdot 10^4}{4,44 \cdot 50 \cdot 1,51 \cdot 0,93 \cdot 1,0} = 10104 \text{ витка}.$$

Для обмотки 3-3:

$$E_3 = 1,05 \cdot U_3 = 1,05 \cdot 500 = 525,0 \text{ В.}$$

$$\omega_3 = \frac{E_3 \cdot 10^4}{4,44 \cdot f \cdot B_m \cdot Q_{CT} \cdot k_c} = \frac{525,0 \cdot 10^4}{4,44 \cdot 50 \cdot 1,51 \cdot 0,93 \cdot 1,0} = 1684 \text{ витка.}$$

$$E_4 = 1,05 \cdot U_4 = 1,05 \cdot 200 = 210,0 \text{ В.}$$

$$\omega_4 = \frac{E_4 \cdot 10^4}{4,44 \cdot f \cdot B_m \cdot Q_{CT} \cdot k_c} = \frac{210,0 \cdot 10^4}{4,44 \cdot 50 \cdot 1,51 \cdot 0,93 \cdot 1,0} = 637 \text{ витков.}$$

$$E_5 = 1,05 \cdot U_5 = 1,05 \cdot 200 = 210,0 \text{ В.}$$

$$\omega_5 = \frac{E_5 \cdot 10^4}{4,44 \cdot f \cdot B_m \cdot Q_{CT} \cdot k_c} = \frac{210,0 \cdot 10^4}{4,44 \cdot 50 \cdot 1,51 \cdot 0,93 \cdot 1,0} = 637 \text{ витков.}$$

$$E_6 = 1,05 \cdot U_6 = 1,05 \cdot 6,6 = 6,93 \text{ В.}$$

$$\omega_6 = \frac{E_6 \cdot 10^4}{4,44 \cdot f \cdot B_m \cdot Q_{CT} \cdot k_c} = \frac{6,93 \cdot 10^4}{4,44 \cdot 50 \cdot 1,51 \cdot 0,93 \cdot 1,0} = 21 \text{ виток.}$$

$$E_7 = 1,05 \cdot U_7 = 1,05 \cdot 28,5 = 30,0 \text{ В.}$$

$$\omega_7 = \frac{E_7 \cdot 10^4}{4,44 \cdot f \cdot B_m \cdot Q_{CT} \cdot k_c} = \frac{30,0 \cdot 10^4}{4,44 \cdot 50 \cdot 1,51 \cdot 0,93 \cdot 1,0} = 91 \text{ виток.}$$

Произведем расчет и выбор проводов каждой обмотки. Диаметр проводов без изоляции рассчитывается по формуле:

$$d_i = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{l_i}{\delta}}.$$

Подставляя числовые значения, получим диаметры проводов для каждой обмотки:

$$\text{— для первичной обмотки: } d_1 = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{0,6}{2}} = 0,55 \text{ мм;}$$

$$\text{— для обмотки 2-2: } d_2 = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{0,03}{2}} = 0,15 \text{ мм;}$$

$$\text{— для обмотки 6-6: } d_6 = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{2,5}{2}} = 1,2 \text{ мм;}$$

$$\text{— для обмотки 7-7: } d_7 = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{3,6}{2}} = 1,5 \text{ мм.}$$

Провод для обмоток 3, 4, 5 можно выбрать исходя из диаметра проводов, конструктивно подходящих для трансформатора разрабатываемого стенда.

Используя данные таблицы 2.4, произведем выбор изоляции между слоями обмоток и между обмотками трансформатора.

Таблица 2.4 – Некоторые изоляционные материалы, применяемые при намотке катушек трансформаторов

№ п/п	Наименование	Марка	Толщина, мм	Пробивное напряжение, В
1	Бумага конденсаторная	КОН-1 КОН-2	0,01-0,03 0,004-0,03	360–620 240–680
2	Бумага телефонная	КТ-50	0,05	–
3	Бумага кабельная	К-080 К-120	0,08 0,12	–
4	Бумага электроизоляционная намоточная	ЭН-50 ЭН-70 ЭН-100	0,05 0,07 0,1	450 630 750
5	Бумага электроизоляционная пропиточная	ЭИП-50	0,15	600
6	Бумага микалентная	–	0,02	
7	Картон электроизоляционный	ЭВ Б Г	0,1–3,0 1,0–3,0 0,5	

Для изоляции между слоями обмоток выбираем бумагу конденсаторную марки *КОН-2* толщиной 0,03 мм. Изоляцию между слоями будем проводить в шесть слоев для обмотки, формирующей анодное напряжение, и в один слой для остальных обмоток.

Для изоляции между обмотками выбираем бумагу электроизоляционную *ЭН-100*, толщиной 0,01 мм. Изоляцию между обмотками будем применять в три слоя.

Проведем проверочный расчет размещения обмоток в окне магнитопровода. Для этого определим число витков в слое каждой обмотки по формуле:

$$W_{сл} = \frac{h - 2 \cdot (S_{КАРК} + 2)}{\alpha \cdot d_{ПП}}.$$

Так как диаметр провода больше 0,1 мм, то значение коэффициента неплотности $\alpha = 1,2$. Рассчитаем количество витков каждого слоя, округляя результаты до целого значения в сторону уменьшения:

$$W_{\text{СЛ1}} = \frac{80 - 2 \cdot (2 + 2)}{1,2 \cdot 0,6} = 100 \text{ витков,}$$

$$W_{\text{СЛ2}} = \frac{80 - 2 \cdot (2 + 2)}{1,2 \cdot 0,15} = 240 \text{ витков,}$$

$$W_{\text{СЛ3}} = \frac{80 - 2 \cdot (2 + 2)}{1,2 \cdot 0,15} = 240 \text{ витков,}$$

$$W_{\text{СЛ4}} = \frac{80 - 2 \cdot (2 + 2)}{1,2 \cdot 0,15} = 240 \text{ витков,}$$

$$W_{\text{СЛ5}} = \frac{80 - 2 \cdot (2 + 2)}{1,2 \cdot 0,15} = 240 \text{ витков,}$$

$$W_{\text{СЛ6}} = \frac{80 - 2 \cdot (2 + 2)}{1,2 \cdot 1,2} = 50 \text{ витков,}$$

$$W_{\text{СЛ7}} = \frac{80 - 2 \cdot (2 + 2)}{1,2 \cdot 1,5} = 40 \text{ витков.}$$

Определим число слоев каждой обмотки по формуле, округляя результаты до большего целого значения:

$$n_{\text{СЛ}} = \frac{\omega_i}{W_{\text{СЛ } n}}.$$

$$n_{\text{СЛ1}} = \frac{\omega_1}{W_{\text{СЛ1}}} = \frac{670,4}{100} = 7 \text{ слоев.}$$

$$n_{\text{СЛ2}} = \frac{\omega_2}{W_{\text{СЛ2}}} = \frac{10104}{240} = 42 \text{ слоя.}$$

$$n_{\text{СЛ3}} = \frac{\omega_3}{W_{\text{СЛ3}}} = \frac{1684}{240} = 7 \text{ слоев.}$$

$$n_{\text{СЛ4}} = \frac{\omega_4}{W_{\text{СЛ4}}} = \frac{637}{240} = 3 \text{ слоя.}$$

$$n_{\text{СЛ5}} = \frac{\omega_5}{W_{\text{СЛ5}}} = \frac{637}{240} = 3 \text{ слоя.}$$

$$n_{\text{СЛ}6} = \frac{\omega_6}{W_{\text{СЛ}6}} = \frac{21}{50} = 1 \text{ слой.}$$

$$n_{\text{СЛ}7} = \frac{\omega_7}{W_{\text{СЛ}7}} = \frac{91}{40} = 3 \text{ слоя.}$$

Определим толщину $S_{\text{ОБМ}}$ каждой обмотки по формуле:

$$S_{\text{ОБМ}} = n_{\text{СЛ}} \cdot (d_{\text{ПР}} + d_{\text{ИЗ}}),$$

где $d_{\text{ИЗ}}$ – толщина изоляции (выбрана конденсаторная бумага толщиной 0,01 мм в шесть слоев).

$$\text{Для первичной обмотки: } S_{\text{ОБМ}1} = 7 \cdot (0,55 + 0,06) = 4,27 \text{ мм,}$$

$$\text{для обмотки 2-2': } S_{\text{ОБМ}2} = 42 \cdot (0,15 + 0,06) = 8,8 \text{ мм,}$$

$$\text{для обмотки 3-3': } S_{\text{ОБМ}3} = 7 \cdot (0,15 + 0,06) = 1,47 \text{ мм,}$$

$$\text{для обмотки 4-4': } S_{\text{ОБМ}4} = 3 \cdot (0,15 + 0,06) = 0,63 \text{ мм,}$$

$$\text{для обмотки 5-5': } S_{\text{ОБМ}5} = 3 \cdot (0,15 + 0,06) = 0,63 \text{ мм,}$$

$$\text{для обмотки 6-6': } S_{\text{ОБМ}6} = 1 \cdot (1,2 + 0,06) = 1,26 \text{ мм,}$$

$$\text{для обмотки 7-7': } S_{\text{ОБМ}7} = 3 \cdot (1,5 + 0,06) = 4,7 \text{ мм.}$$

Определим толщину всех обмоток с учетом изоляции между обмотками по формуле:

$$\begin{aligned} \gamma &= S_{\text{КАРК}} + \sum_{i=1}^n S_{\text{ОБМ}i} + n_{\text{ОБМ}} \cdot S_{\text{СЛ}} = \\ &= 2 + 4,47 + 8,8 + 1,47 + 0,63 + 0,63 + 1,26 + 4,7 + 7 \cdot 0,06 = 24,38 \text{ мм,} \end{aligned}$$

где $S_{\text{СЛ}}$ – толщина изоляции между обмотками (ранее выбрана бумага электроизоляционная намоточная толщиной 0,01 мм в шесть слоев).

Для контроля правильности расчетов необходимо проверить условие:

$$b \geq \gamma,$$

$$b = 32 \text{ мм,}$$

$$\gamma = 24,38 \text{ мм,}$$

$$32 \text{ мм} \geq 24,38 \text{ мм.}$$

Следовательно, расчет произведен верно.

Для управляемого выпрямителя необходимо осуществить выбор тиристорov. Важнейшим свойством тиристора является то, что после его включения открытое состояние сохраняется вне зависимости от наличия сигнала на управляющем электроде. Выключить тиристор можно только в результате смены полярности прикладываемого к нему напряжения или спада тока до нуля. Управляющая цепь служит только для включения тиристора [1].

Основные статические параметры тиристора:

- $I_{\text{пр. max}}$ – максимально допустимый прямой ток тиристора;
- $U_{\text{пр. ср}}$ – среднее значение прямого напряжения на открытом тиристоре;
- $U_{\text{обр. max}}$ – максимально допустимое постоянное обратное напряжение тиристора;
- $U_{\text{пр. зак. max}}$ – максимально допустимое постоянное прямое напряжение закрытого тиристора.

Цепь управления тиристора характеризуется импульсным отпирающим током $I_{y, \text{от}}$ и напряжением $U_{y, \text{от}}$, которые обеспечивают надежное включение тиристора.

Основное внимание уделим тиристору, работающему в цепи формирования анодного напряжения, поскольку именно в этой цепи присутствует максимальное напряжение, амплитудное значение которого составляет 3000 В. Тиристорov, работающих при напряжении 3000 В отечественная промышленность не выпускает, поэтому необходимо последовательное соединение 2–4 тиристорov, чтобы обеспечить суммарное превышение максимально допустимых постоянных обратных напряжений тиристорov над рабочим напряжением в проектируемой схеме. Для минимизации последовательно включенных тиристорov остановим выбор на тиристоре КУ220А, последовательно должны быть соединены четыре тиристора, тогда суммарное обратное напряжение составит 4000 В. Однако для равномерного распределения напряжения по тиристорам необходимо каждый тиристор шунтировать резистором, сопротивление которого $R_{\text{ш}}$ определим по формуле [5]:

$$R_{\text{ш}} \leq \frac{n \cdot U_{\text{ОБР max}} - U_H}{(n-1) \cdot I_{\text{ЗС, И max}}} = \frac{4 \cdot 1000 - 100}{(4-1) \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}} = 2,6 \text{ Мом.}$$

Выполненный расчет трансформатора, подобранные датчики тока и напряжения, выбранный тиристор и величины шунтирующих резисторов позволяют составить схему электрическую формирователя питающих напряжений.

3 РАЗРАБОТКА БЛОКА КОНТРОЛЯ ИЗМЕРЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ РАДИОЛАМП

Измерение токов и напряжений для снятия вольт-амперных характеристик мощных генераторных ламп, заданных в требованиях ТЗ, осуществляется в блоке контроля измеряемых параметров. Режимы работы ламп задаются из блока формирования питающих напряжений. Оба блока управляются от персонального компьютера, связанного с блоком управления измерительным стендом. Работа всех блоков синхронизирована для работы в импульсном режиме измерения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За время прохождения производственной практики были получены следующие результаты:

- разработана структурная схема стенда для проверки радиоламп ГС-15Б, ГИ-41-1 и ГМИ-42Б;
- разработан блок формирования питающих напряжений;
- разработан блок контроля измеряемых параметров радиоламп;
- проведены расчеты параметров стендового трансформатора, выбраны датчики тока и напряжения, определены количество тириستоров, работающих в цепи формирования анодного напряжения, и величины шунтирующих их резисторов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бонч-Бруевич, М. А. Основы радиотехники. Собрание трудов / М. А. Бонч-Бруевич. – М. : Юрайт, 2018. – 526 с. – Режим доступа: <https://biblionline.ru/viewer/osnovy-radiotekhniki-sobranie-trudov-425234#page/1> (дата обращения: 30.06.2019).
2. Аксенов, А. И. Вакуумные и плазменные приборы и устройства : учеб. пособие / А. И. Аксенов. – Томск : ТУСУР, 2018. – 141 с.
3. Батраков, А. В. Эмиссионная электроника : учеб. пособие / А. В. Батраков. – Томск : Изд-во Том. политехн. ун-та, 2008. – 143 с. – Режим доступа: http://portal.tpu.ru:7777/departments/otdel/publish/izdaniya_razrabotanye_v_ramkah_IOP/Tab1/emissionnaya_elektronika_zac.pdf (дата обращения: 30.06.2019).
4. Клейнер, Э. Ю. Основы теории электронных ламп / Э. Ю. Клейнер. – М. : Высш. шк., 1974. – 367 с. – Режим доступа: [http://publ.lib.ru/ARCHIVES/K/KLEYNER Ernst Yul'evich/ Kleyner E.Yu..html](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/K/KLEYNER_Ernst_Yul'evich/Kleyner_E.Yu..html) (дата обращения: 30.06.2019).
5. Каменецкий, И. Я. Испытание электровакуумных приборов / И. Я. Каменецкий, Г. М. Санчурский. – М. : Высш. шк., 1977.
6. Добрецов, Л. Н. Эмиссионная электроника / Л. Н. Добрецов, М. В. Гомаюнова. – М. : Наука, 1966. – 564 с. – Режим доступа: https://www.studmed.ru/dobrecov-ln-gomoyunova-mv-emissionnaya-elektronika_5fd8b4ea612.html (дата обращения: 03.06.2019).
7. Царев, Б. М. Расчет и конструирование электронных ламп / Б. М. Царев. – М. : Энергия, 1967. – Режим доступа: <http://www.radionic.ru/node/681> (дата обращения: 04.06.2019).