

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

А.С. Гудим

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРАКТИКИ

**Учебная практика (научно-исследовательская работа  
(получение первичных навыков научно-исследовательской работы))**

Направление подготовки	<i>11.04.04 «Электроника и микроэлектроника»</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Промышленная электроника</i>

Обеспечивающее подразделение
<i>Кафедра «Промышленная электроника и инновационные технологии»</i>

Разработчик рабочей программы:

Доцент кафедры, кандидат технических наук, доцент

\_\_\_\_\_  
(должность, степень, ученое звание)

С.М. Копытов

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Промышленная электроника и  
инновационные технологии

\_\_\_\_\_  
(наименование кафедры)

М.А. Горькавый

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

## 1 Общие положения

Рабочая программа практики «Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 959 от 22.09.2017, и основной профессиональной образовательной программы «Промышленная электроника» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Вид практики	учебная практика
Тип практики	научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
Цель практики	Формирование, закрепление, развитие первичных практических навыков, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в ходе выполнения отдельных видов самостоятельных работ, составляющих основу будущей профессиональной деятельности и связанных с организацией процесса сбора и обработки технической информации в профессиональной информационной среде.
Задачи практики	- получение навыков по сбору и обработке информации, в т. ч. с использованием программного обеспечения; - развитие способности к анализу различных устройств промышленной электроники; - освоение методов экспериментальной работы
Способ проведения практики	Стационарная и выездная

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по практике, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс освоения практики «Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой:

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по практике
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1 Знает тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники ОПК-1.2 Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать	- знать тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники - уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по практике
	соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта ОПК-1.3 Владеет методами научного анализа проблем, определения пути их решения и оценки эффективности сделанного выбора	- владеть методами научного анализа проблем, определения пути их решения и оценки эффективности сделанного выбора
ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ОПК-2.1 Знает методы исследования; принципы составления программы исследований по выбранной теме; основные приемы обработки и представления результатов выполненного исследования ОПК-2.2 Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования ОПК-2.3 Владеет навыками методологического анализа научного исследования и его результатов, представления и защиты результатов выполненной работы	- знать современные методы теоретических и экспериментальных исследований; - уметь моделировать процессы и объекты исследования; - обладать навыками проведения экспериментальных исследований технологических процессов, узлов и систем оборудования - уметь представлять и аргументированно защищать результаты выполненной работы

### 3 Место практики в структуре образовательной программы

Практика входит в состав блока 2 «Практики» и относится к обязательной части.

Место практики (этап формирования компетенции) отражено в схеме формирования компетенций, представленной в документе *Оценочные материалы*, размещенном на сайте университета [www.knastu.ru](http://www.knastu.ru) / *Наш университет* / *Образование* / *11.04.04 Электроника и наноэлектроника* / *Оценочные материалы*).

Практика «Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))» полностью реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем выполнения индивидуальных практических заданий.

Практическая подготовка реализуется на основе: Профессиональный стандарт 40.035 «Инженер-конструктор аналоговых сложнофункциональных блоков». Обобщенная трудовая функция: D. Сопровождение работ по проекту, контроль требований технического задания на аналоговый СФ-блок и отдельные аналоговые блоки.

#### 4 Структура и содержание практики

Практика «Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))» проводится на 1 курсе во 2 семестре.

Общая трудоемкость практики составляет 3 з.е. (108 акад. час.)

Продолжительность практики 2 недели в соответствии с утвержденным календарным учебным графиком.

Таблица – Структура и содержание практики по разделам (этапам)

Наименование разделов	Содержание раздела (этапа) практики	Форма проведения или контроля	Трудоемкость (в часах)
<b>Раздел 1 Подготовительный этап</b>			
	<i>Оформление документов по прохождению практики</i>		1
	<i>Оформление временных пропусков для прохода в профильную организацию (при необходимости).</i>		1
	<i>Проведение медицинских осмотров (обследований) в случае выполнения обучающимся работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования) в соответствии с законодательством РФ</i>		2
	<i>Вводный инструктаж по правилам охраны труда, технике безопасности, пожарной безопасности, правилам внутреннего распорядка</i>		2
<b>Текущий контроль по разделу 1</b>		<i>Собеседование по правилам охраны труда, технике безопасности, пожарной безопасности, правилам внутреннего распорядка</i>	2
<b>Раздел 2 Основной этап</b>			
	<i>Выполнение индивидуальных заданий практики</i>		84
	<i>Консультации руководителя(-ей) практики о ходе выполнения заданий,</i>	<i>Собеседование с обучающимся</i>	4

Наименование разделов	Содержание раздела (этапа) практики	Форма проведения или контроля	Трудоемкость (в часах)
	<i>оформлении и содержании отчета, по производственным вопросам</i>		
	<i>Подготовка отчета по практике</i>	<i>Разделы отчета по практике</i>	8
Текущий контроль по разделу 2		<i>Результаты выполненной работы</i>	
<b>Раздел 3 Завершающий этап</b>			
	<i>Проверка отчета по практике, оформление характеристики руководителя(-ей) практики</i>	<i>Отчет по практике, дневник практики</i>	
Текущий контроль по разделу 3		<i>Отчет по практике</i>	
Промежуточная аттестация по практике	<i>Собеседование</i>	<i>Зачет с оценкой</i>	2
ИКР			2

## 5 Формы отчетности по практике

Формами отчетности по практике являются:

1. Дневник по практике, который содержит:

- ФИО студента, группа, факультет;
- номер и дата выхода приказа на практику;
- сроки прохождения практики;
- ФИО руководителей практики от университета и профильной организации, их должности;
- цель и задание на практику;
- график прохождения практики;
- отзыв о работе студента.

2. Отчет обучающегося по практике.

В отчет по практике включаются:

- титульный лист;
- содержание;
- индивидуальное задание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения (при необходимости).

## 6 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по практике

Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры. Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания

результатов прохождения практики хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде, также фонды оценочных средств доступны студентам в личном кабинете – раздел учебно-методическое обеспечение.

## **7 Учебно-методическое и информационное обеспечение практики**

### **7.1 Основная и дополнительная литература**

Перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы представлен на сайте университета [www.knastu.ru](http://www.knastu.ru) / *Наш университет / Образование / 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника / Рабочий учебный план / Реестр литературы.*

### **7.2 Методические указания для студентов по выполнению заданий практики**

#### **Виды работ, проводимые в рамках НИР**

В соответствии с ГОСТ 15.000-94 и ГОСТ 7.32-2001 основными видами работ, характеризующими НИР, и позволяющими отнести их к признакам НИР, являются:

- обзор научно-технических достижений в исследуемой области;
- патентные исследования;
- теоретические исследования;
- моделирование, макетирование;
- экспериментальные исследования.

#### **Выделение и характеристика этапов НИР**

Этап НИР – часть работ, проводимых в рамках НИР, характеризующаяся определенным полученным результатом, являющаяся объектом планирования и финансирования.

ГОСТ 15.101-98 в общем случае предусмотрены следующие этапы НИР:

- «Выбор направления исследований»;
- «Теоретические исследования»;
- «Экспериментальные исследования»;
- «Обобщение и оценка результатов исследований».

#### ***Этап «Выбор направления исследований»***

Целью этапа «Выбор направления исследований» является выполнение комплекса подготовительных работ, связанных с предстоящим исследованием, сбор и детальный анализ имеющейся научно-технической информации, и последующий выбор направления исследования.

#### ***Этап «Теоретические исследования»***

Этап «Теоретические исследования» работ является основным и самым трудоемким, так как именно на нем должны быть решены все исследовательские задачи, разработаны технические решения в соответствии с техническими требованиями, тем самым созданы основные предпосылки для достижения целей НИР. Данный этап проводят с целью получения достаточных теоретических результатов исследований для решения поставленных перед НИР задач.

#### ***Этап «Экспериментальные исследования»***

Этап «Экспериментальные исследования» является прямым продолжением предыдущего этапа («Теоретических исследований»), так как основной его целью является проверка результатов теоретических исследований. Иными словами целью данного этапа является получение достоверных экспериментальных результатов исследований для решения поставленных перед НИР задач. Экспериментальные исследования проводятся в соответствии с программой экспериментальных исследований, разрабатываемыми на предыдущем этапе.

#### ***Этап «Обобщение и оценка результатов исследований»***

Этап «Обобщение и оценка результатов исследований» проводят с целью подведения итогов и обобщения результатов научно-технических исследований, сопоставления результатов анализа научно-информационных источников и теоретических (экспериментальных) исследований, выпуска обобщенной отчетной научно-технической документации по НИР, оценки эффективности полученных результатов в сравнении с современным научнотехническим уровнем (в том числе оценки создания конкурентоспособной продукции).

В приложении 1 в качестве примера приведены тезисы работы, выполненной магистрантом на практике, по индивидуальному заданию с темой «Реализация управления группой светильников с передачей команд по сети питания».

### **7.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по практике**

Каждому обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, с которыми у университета заключен договор.

Перечень рекомендуемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем представлен на сайте университета [www.knastu.ru](http://www.knastu.ru) / *Наш университет / Образование / 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника / Рабочий учебный план / Реестр ЭБС.*

Актуальная информация по заключенным на текущий учебный год договорам приведена на странице Научно-технической библиотеки (НТБ) на сайте университета <https://knastu.ru/page/3244>

### **7.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для прохождения практики**

На странице НТБ можно воспользоваться интернет-ресурсами открытого доступа по укрупненной группе направлений и специальностей (УГНС) 11.00.00 ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СИСТЕМЫ СВЯЗИ.

<https://knastu.ru/page/539>

Также могут быть полезны следующие интернет ресурсы:

Название сайта	Электронный адрес
Электроника для всех	<a href="http://easyelectronics.ru/">http://easyelectronics.ru/</a>
Радиолюбительские схемы. Принципиальные схемы	<a href="https://www.radio-schemy.ru/">https://www.radio-schemy.ru/</a>
Сайт компании КОМПЭЛ	<a href="https://www.compel.ru/">https://www.compel.ru/</a>
Сайт компании "ЭФО"	<a href="https://efo.ru/">https://efo.ru/</a>
Сайт группы компаний Промэлектроника	<a href="https://www.promelec.ru/">https://www.promelec.ru/</a>
Поиск технической документации на электронные компоненты	<a href="https://www.datasheet.ru/">https://www.datasheet.ru/</a>
Даташиты на электронные компоненты	<a href="http://www.chipdocs.com/">http://www.chipdocs.com/</a>

## **8 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и календарным учебным графиком. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.



При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на зачёт соответствующих практик, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного прохождения.

Зачёт практики осуществляется при условии, что её вид и продолжительность, указанные в представленных обучающимся документах об образовании, соответствуют учебному плану образовательной программы с учётом направленности профиля.

В нижеперечисленных случаях выпускающая кафедра может проводить оценивание (переаттестацию) фактического достижения обучающимся планируемых результатов практики:

- наименование ранее пройденной практики не совпадает с действующим учебным планом, но компетенции по практике совпадают;
- наименование ранее пройденной практики совпадает с действующим учебным планом, но компетенции совпадают частично;
- не совпадает профиль образовательной программы;
- трудоёмкость пройденной практики совпадает с трудоёмкостью практики в действующем учебном плане менее чем на 80 %.

## **8.1 Образовательные технологии**

В процессе прохождения практики используются следующие технологии:

### **Стандартные методы обучения:**

- самостоятельная работа обучающихся вне аудитории, в которую включается выполнение заданий практики в соответствии с индивидуальным заданием и рекомендованными источниками литературы;
- освоение методов анализа информации и интерпретации результатов;
- выполнение письменных аналитических и расчетных заданий в рамках практики с использованием рекомендуемых информационных источников (учебники, издания периодической печати, сайты в сети Интернет);
- консультации преподавателя по актуальным вопросам, возникающим у студентов в ходе прохождения практики; методологии выполнения практических заданий, подготовке отчета по практике, выполнению аналитических заданий.

### **Методы обучения с применением интерактивных форм:**

Для выполнения индивидуального задания и формирования отчета по практике обучающиеся используют широкий арсенал программных продуктов (п. 9.1).

Прохождение практики предполагает использование технологий:

- электронно-библиотечных систем для самостоятельного изучения научной и учебно-методической литературы;
- справочно-правовых систем, в том числе, КонсультантПлюс;
- информационные технологии для сбора, хранения и обработки информации.

## **8.2 Самостоятельная работа обучающихся по практике**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений, навыков без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;

- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета и объекта прохождения практики.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

### **8.3 Методические рекомендации для обучающихся по прохождению практики**

#### **Права и обязанности студентов**

Во время прохождения практики студенты имеют право:

- получать информацию, не раскрывающую коммерческой тайны организации для выполнения программы и индивидуального задания практики;
- с разрешения руководителя организации и руководителей ее структурных подразделений пользоваться информационными ресурсами организации;
- получать компетентную консультацию специалистов организации по вопросам, предусмотренным заданием практики;
- принимать непосредственное участие в профессиональной деятельности организации - базы практики.

#### **Перед прохождением практики студенты обязаны:**

- ознакомиться с программой прохождения практики и внимательно изучить ее;
- выбрать место прохождения практики и написать заявление;
- оформить дневник практики;
- разработать календарный план прохождения этапов практики.

#### **Во время прохождения практики студенты обязаны:**

- выполнить программу практики;
- вести дневник практики о характере выполненной работы и достигнутых результатах;
- подчиняться действующим в организации правилам внутреннего распорядка дня;
- соблюдать требования трудовой дисциплины;
- изучить и строго соблюдать правила эксплуатации оборудования, техники безопасности, охраны труда и другие условия работы в организации.

#### **По окончании практики студенты обязаны:**

- оформить все отчетные документы.

#### **Порядок ведения дневника**

В соответствии с РИ 7.5-2 «Организация и проведение практик обучающихся» все студенты в обязательном порядке ведут дневники по практике. В дневнике отмечаются: сроки, отдел, участок работы, виды выполненных работ, фиксируется участие студента в различных мероприятиях.

Дневник прохождения производственной практики должен содержать:

- ежедневные записи о выполняемых действиях с указанием даты, фактического содержания и объема действия, названия места выполнения действия, количества дней или часов, использованных на выполнение действия, возможные замечания

- предложения студента-практиканта. После каждого рабочего дня надлежащим образом оформленный дневник представляется студентом-практикантом на подпись непосредственного руководителя практики по месту прохождения практики, который заверяет соответствующие записи своей подписью;

по итогам практики в конце дневника ставится подпись непосредственного руководителя производственной практики, которая, как правило, заверяется печатью.

### **Составление отчета по практике**

Отчет по практике выполняется в печатном варианте в соответствии с требованиями РД 013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления» и подшивается в папку (типа «скоросшиватель»). Отчет состоит из: введения, основной части, заключения, списка литературы и приложений.

Введение должно отражать актуальность практики, ее цель и задачи (какие виды практической деятельности и какие умения, навыки планирует приобрести студент) (1,5 - 2 страницы).

Основная часть включает в себя характеристику объекта исследования, сбор и обработку соответствующей статистической, технической, нормативно-правовой и (или) иной информации по предмету исследования, в т.ч. с использованием профессионального программного обеспечения и информационных технологий. По возможности, включаются в отчет и элементы научных исследований. Содержание основной части минимум 11 страниц.

В заключении приводятся общие выводы и предложения, а также краткое описание проделанной работы и даются практические рекомендации.(1,5 - 2 страницы).

Список литературы состоит из нормативно-правовых актов, учебников и учебных пособий, научных статей, использованных в ходе выполнения индивидуального задания.

Приложения помещают после списка литературы в порядке их отсылки или обращения к ним в тексте. В качестве приложений рекомендуется предоставлять копии документов, бланков договоров, организационно-распорядительных документов, аналитических таблиц, иных документов, иллюстрирующих содержание основной части.

По окончании практики в последний рабочий день студенты оформляют и представляют отчет по практике и все необходимые сопроводительные документы.

Отчет и характеристика рассматриваются руководителем практики от кафедры. Отчет предварительно оценивается и допускается к защите после проверки его соответствия требованиям, предъявляемым данными методическими указаниями. Защита отчетов организуется в форме собеседования. По результатам защиты руководитель выставляет общую оценку, в которой отражается качество представленного отчета и уровень подготовки студента к практической деятельности; результаты оцениваются по пятибалльной системе. При неудовлетворительной оценке студент должен повторно пройти практику.

Сданный на кафедру отчет и результат защиты, зафиксированный в ведомости и зачетной книжке студента, служат свидетельством успешного окончания практики.

## **9 Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по практике**

### **9.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по практике**

Состав программного обеспечения, необходимого для прохождения практики, приведен на сайте университета [www.knastu.ru](http://www.knastu.ru) / *Наш университет / Образование / 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника / Рабочий учебный план / Реестр ПО.*

Актуальные на текущий учебный год реквизиты / условия использования программного обеспечения приведены на странице ИТ-управления на сайте университета:

<https://knastu.ru/page/1928>

## 9.2 МТО практики

Практика проводится в структурном подразделении университета и учреждениях и организациях, с которыми заключены договора о практической подготовке. Выполнение отчета, подготовка презентационных материалов может осуществляться студентом на базе Университета в аудиториях, библиотеке.

Для реализации программы практики в структурном подразделении ФГБОУ ВО «КНАГУ» используется материально-техническое обеспечение:

Структурное подразделение	Используемое оборудование	Назначение оборудования
Лаборатории кафедры «Промышленная электроника» КНАГУ 211/3, 213/3, 217/3	Персональные компьютеры Intel Core i3-4330 3,5 ГГц, ОЗУ 4 ГБ.	Проектирование и моделирование электронных схем.
	Измерительно-управляющее оборудование компании National Instruments.	Экспериментальное исследование электронных устройств.
	Лабораторные стенды и оборудование исследования современных устройств силовой электроники	Изучение принципов построения и исследование современных принципов работы устройств силовой электроники

Для реализации программы практики «Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))» на базе профильной организации используется материально-техническое обеспечение, указанное в договорах о практической подготовке или договорах о сетевом взаимодействии

## 10 Иные сведения

### Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение практики обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**Пример тезисов НИР, выполненной магистрантом на практике, по индивидуальному заданию с темой «Реализация управления группой светильников с передачей команд по сети питания».**

Технология PLC (Power Line Communication) обеспечивает передачу команд управления в цифровом виде по силовым сетям. Так по сети с напряжением 220 В можно передавать кодированные сообщения на низкой частоте. Основным преимуществом данной технологии является отсутствие необходимости прокладывать дополнительные сигнальные линии, однако у такого подхода есть и недостаток: низкая скорость передачи данных (порядка 100 бит в секунду).

Существуют также высокочастотные технологии PLC. В них к питающему напряжению подмешивают высокочастотный модулированный сигнал. На приёмной стороне выделяют и демодулируют этот сигнал, однако при достаточно протяжённых линиях высокочастотный сигнал может сильно исказиться. Поэтому в приложениях, где не требуется высокая скорость передачи данных, а передатчик и приёмник разнесены на большое расстояние, предпочтительнее использовать низкочастотную технологию PLC.

Разрабатываемая система, прежде всего, ориентирована на предприятия и должна иметь возможность централизованного управления освещённостью на определённых участках. Структурная схема системы освещения представлена на рисунке 1:

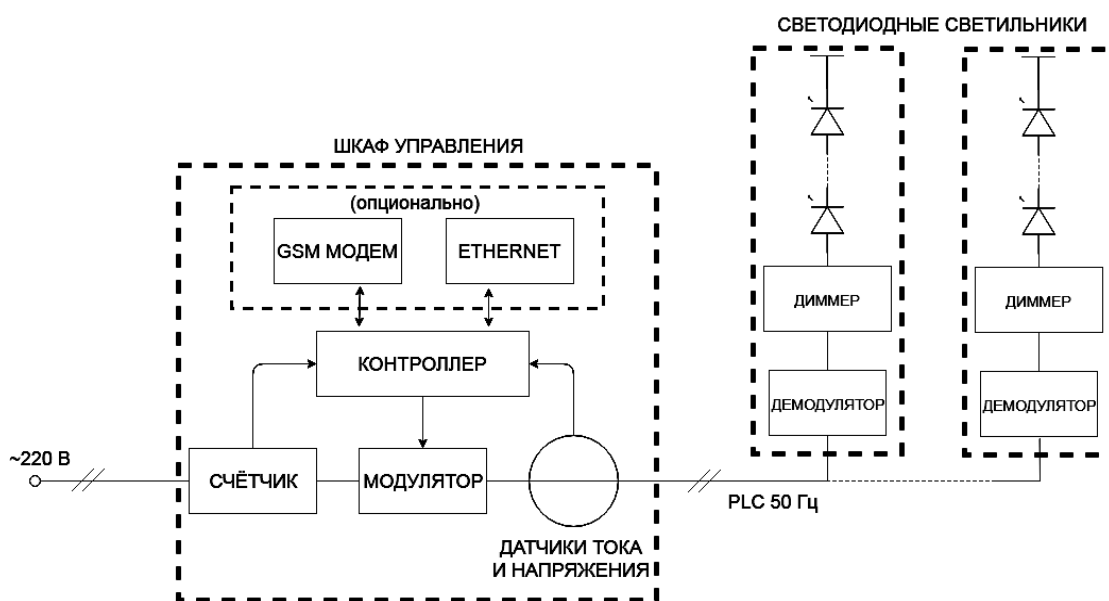


Рисунок 1 - Структурная схема управления наружным освещением

Шкаф управления содержит цифровой контроллер, который управляет модулятором сетевого напряжения. Модулятор изменяет форму напряжения сети для добавления в него информационной составляющей об адресе светильника и уровне диммирования.

Модуляция осуществляется путем уменьшения амплитуды отдельных полуволн напряжения по следующему принципу (рисунок 2).

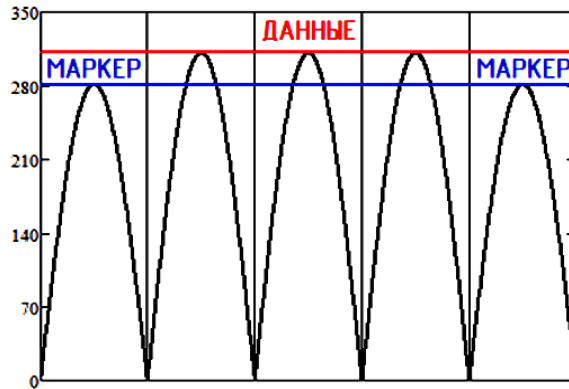


Рисунок 2 - Принцип модуляции данных в сети 220 В

Амплитудное значение сетевого напряжения составляет 311 В, для формирования маркера напряжение полуволны понижается примерно на 10%. Чтобы значение срезаемого напряжения не зависело от тока нагрузки (количества светильников) предложено понижать напряжение с помощью последовательного включения со светильниками столба выпрямительных диодов. Функциональная схема модулятора представлена на рисунке 3.

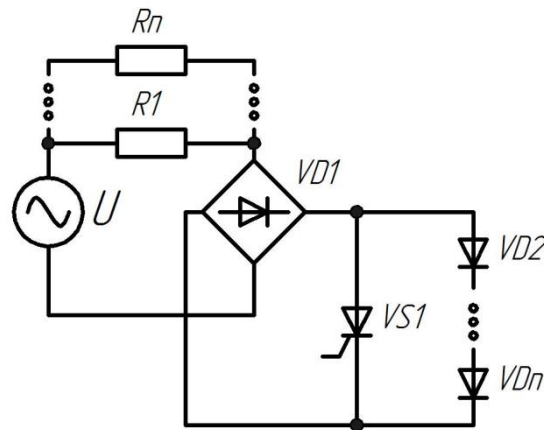


Рисунок 3 - Функциональная схема модулятора

Модуляция осуществляется следующим образом. Когда требуется сформировать маркер, тиристор остаётся закрытым, и на нагрузку поступает сетевое напряжение за вычетом падения напряжения на столбе диодов (около 30 В). Далее для передачи информации тиристор открывается и шунтирует диодный столб на время прохождения необходимого количества «обычных» полуволн.

При испытании данной схемы получены следующие результаты (рисунок 4):

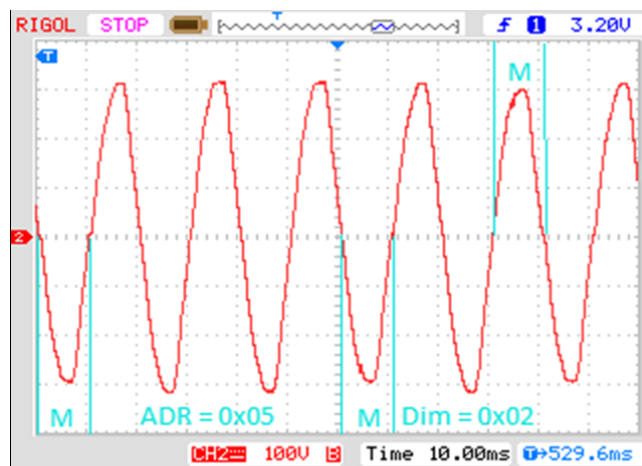


Рисунок 4 - Осциллограмма напряжения на нагрузке

В самих светильниках находятся демодуляторы, формирующие стандартный сигнал управления для диммеров. Демодулятор следит за амплитудой полуволн и при нахождении маркера начинает отсчёт количества «обычных» полуволн до появления следующего маркера. Число поступивших полуволн формирует информационную посылку. Для подсчёта количества полуволн необходим детектор перехода сетевого напряжения через ноль.

Функциональная схема детектора приведена на рисунке 5, а.

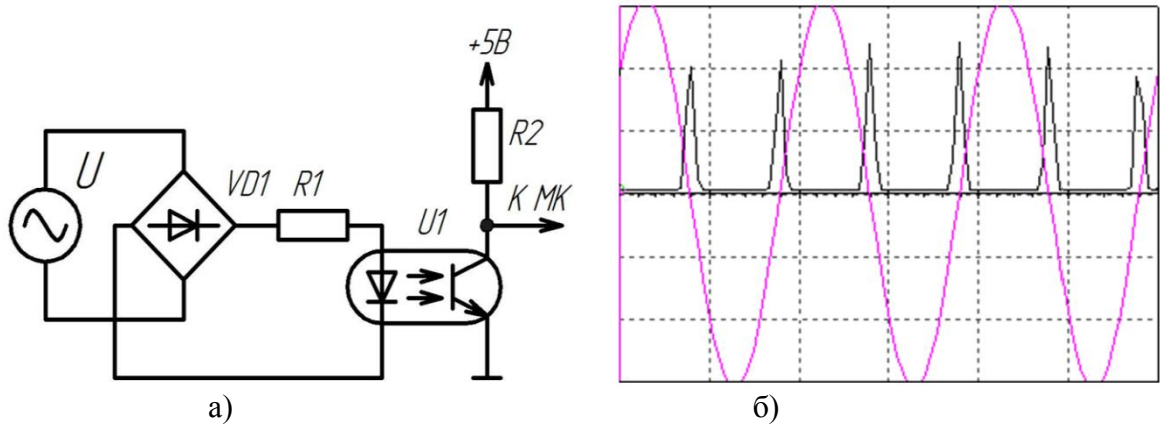


Рисунок 5 - Функциональная схема детектора перехода сетевого напряжения через ноль (а) и временная диаграмма его работы (б)

Принцип работы детектора заключается в том, что транзистор оптопары постоянно находится в открытом состоянии кроме моментов, когда сетевое напряжение переходит через ноль и через светодиод оптопары не протекает ток. Поэтому напряжение на выходе схемы будет иметь вид импульсов с пиком в моменты нулевого уровня сетевого напряжения. Временная диаграмма работы детектора перехода через ноль приведена на рисунке 5, б.