

**Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**  
**Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение**  
**Отделение школы (НОЦ) Отделение контроля и диагностики**

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Методы контроля геометрических параметров протяженных изделий сложного сечения</b>

УДК 620.179.1:531.7:621.315

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5Б	Бучацкий Дмитрий Валерьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Фёдоров Евгений Михайлович	К.Т.Н		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Креницына Зоя Васильевна	К.Т.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Мойзес Борис Борисович	К.Т.Н		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

**Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**  
**Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение**  
**Отделение школы (НОЦ) Отделение контроля и диагностики**

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ Мойзес Б. Б.  
 (Подпись)      (Дата)  
 (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
1Б5Б	Буцацкому Дмитрию Валерьевичу

Тема работы:

Методы контроля геометрических параметров протяженных изделий сложного сечения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	9852/С от 07.11.2018
Срок сдачи студентом выполненной работы:	

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования – методы контроля геометрических параметров протяженных изделий сложного сечения, например, кабелей.          Тип контроля – непрерывный, во время производства.</p>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Реферат Введение 1 Описание объекта контроля 2 Методы и средства контроля 3 Разработка структурной схемы 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5 Социальная ответственность Заключение Список литературы</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Креницина Зоя Васильевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Гуляев Милий Всеволодович</p>

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	
--	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Фёдоров Евгений Михайлович	к.т.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б5Б	Бучацкий Дмитрий Валерьевич		

## Запланированные результаты обучения по ООП 18.03.02 выпуска 2019 г.

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
Р1	<p>Работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, внедрять в практическую деятельность инновационные подходы для достижения конкретных результатов, обеспечивать корпоративные интересы и соблюдать корпоративную этику</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3; ОПК-4, 8)            CDIO Syllabus (2.3, 3.1, 3.2, 4.7, 4.8)            Критерий 5 АИОР (п. 1.6, 2.3, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI  <u>Требования профессиональных стандартов</u>            19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н (рег. № 418 от 26.12.14)            19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15)            19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15)            29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» № 1141н (рег. №40836 от 28.01.16)            29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16)            40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17)            40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14)            40.053. Специалист по организации послепродажного обслуживания и сервиса №864н (рег. №34867 от 24.11.14)            40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15)            40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)</p>
Р2	<p>Применять основные законы и положения естественных наук и математики, экономических и гуманитарных наук знаний с учетом социальных и культурных аспектов инженерной деятельности при соблюдении требований охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности для ведения полноценной профессиональной деятельности</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-7, 8; ОПК-1, 3, 10)            CDIO Syllabus (1.1., 2.5)            Критерий 5 АИОР (п. 1.1, 1.3, 2.5, 4.1), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI  <u>Требования профессиональных стандартов</u>            19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н (рег. № 418 от 26.12.14)            19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15)            19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15)            29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» № 1141н (рег. №40836 от 28.01.16)            29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16)            40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17)            40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14)            40.053. Специалист по организации послепродажного обслуживания и сервиса №864н (рег. №34867 от 24.11.14)            40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15)            40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)</p>
Р3	<p>Осуществлять коммуникацию в профессиональной среде, в обществе, в т.ч. межкультурном уровне и на иностранном языке</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, 5, ОПК-8, ПК-17)            CDIO Syllabus (3.2)            Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI  <u>Требования профессиональных стандартов</u>            19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н (рег. № 418 от 26.12.14)            19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15)            19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15)            29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» № 1141н (рег. №40836 от 28.01.16)            29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16)            40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17)</p>

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
		40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14) 40.053. Специалист по организации постпродажного обслуживания и сервиса №864н (рег. №34867 от 24.11.14) 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15) 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)
Р4	Самообучаться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-6) CDIO Syllabus (2.4) Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н (рег. № 418 от 26.12.14) 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15) 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15) 29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» № 1141н (рег. №40836 от 28.01.16) 29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16) 40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17) 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14) 40.053. Специалист по организации постпродажного обслуживания и сервиса №864н (рег. №34867 от 24.11.14) 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15) 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)
Р5	Собирать, хранить и обрабатывать информацию, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности при соблюдении основных требований информационной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ОПК-2, 5-9) Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н (рег. № 418 от 26.12.14) 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15) 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15) 29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» № 1141н (рег. №40836 от 28.01.16) 29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16) 40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17) 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14) 40.053. Специалист по организации постпродажного обслуживания и сервиса №864н (рег. №34867 от 24.11.14) 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15) 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)
Р6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать их результаты с использованием инновационных методов моделирования и компьютерных сетевых технологий	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ОПК-5, 6, ПК-1-4). CDIO Syllabus (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) Критерий 5 АИОР (п. 1.2, 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н (рег. № 418 от 26.12.14) 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15) 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15) 29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
		<p>оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» № 1141н (рег. №40836 от 28.01.16)  29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16)  40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17)  40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14)  40.053. Специалист по организации постпродажного обслуживания и сервиса №864н (рег. №34867 от 24.11.14)  40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15)  40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)</p>
Р7	<p>Проектировать, конструировать системы, приборы, детали и узлы с учетом обеспечения технологичности конструкции с учетом возможных рисков</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ПК-1-6, 8)  CDIO Syllabus (1.2., 1.3, 2.4, 4.1, 4.4)  Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI  <u>Требования профессиональных стандартов</u>  19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н (рег. № 418 от 26.12.14)  19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15)  19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15)  29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» № 1141н (рег. №40836 от 28.01.16)  29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16)  40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17)  40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14)  40.053. Специалист по организации постпродажного обслуживания и сервиса №864н (рег. №34867 от 24.11.14)  40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15)  40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)</p>
Р8	<p>Проводить мероприятия комплексной подготовки производства в сфере профессиональной деятельности с использованием ресурсоэффективных технологий</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ПК-8-18)  CDIO Syllabus (2.4, 4.2, 4.3, 4.5)  Критерий 5 АИОР (п. 1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI  <u>Требования профессиональных стандартов</u>  19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н (рег. № 418 от 26.12.14)  19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15)  19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15)  29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» № 1141н (рег. №40836 от 28.01.16)  29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16)  40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17)  40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14)  40.053. Специалист по организации постпродажного обслуживания и сервиса №864н (рег. №34867 от 24.11.14)  40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15)  40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)</p>
Р9	<p>Обеспечивать эксплуатацию и обслуживание информационно-измерительных средств,</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ПК-7, 19-23)  CDIO Syllabus (4.6.)  Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI  <u>Требования профессиональных стандартов</u>  19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов</p>

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
	приборов контроля качества и диагностики	№1161н (рег. № 418 от 26.12.14) 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н (рег. №436 от 3.12.15) 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н (рег. №800 от 24.12.15) 29.004. «Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектронных, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов» № 1141н (рег. №40836 от 28.01.16) 29.006. Специалист по проектированию систем в корпусе №519н (рег. №850 от 15.09.16) 40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции №46271 (рег. №31 от 21.03.17) 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам № 31692 (рег. № от 21.03.14) 40.053. Специалист по организации постпродажного обслуживания и сервиса №864н (рег. №34867 от 24.11.14) 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н (рег. №658 от 3.12.15) 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н (рег. № 961 от 15.02.17)

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1Б5Б	Бучацкому Дмитрию Валерьевичу

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОКД</b>
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Приборостроение

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки позволяет говорить о том, что разработка считается перспективной и ее следует развивать.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование бюджета научных исследований состоит из: материальных затрат НИИ, затрат на спецоборудование для научных работ, затрат по основной заработной плате исполнителей работы, затрат по дополнительной заработной плате исполнителей работы, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение эффективности исследования

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1Б5Б	Бучацкий Дмитрий Валерьевич		



**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1Б5Б	Бучацкому Дмитрию Валерьевичу

<b>Школа</b>	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	<b>Отделение школы</b>	Отделение контроля и диагностики
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	12.03.01 Приборостроение

Тема ВКР:

**Методы контроля геометрических параметров протяженных изделий сложного сечения.**

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<b>1. Характеристика объекта и области его применения</b>	Объектом исследования является измерение геометрических параметров протяженных изделий сложного сечения. Область применения: кабельная промышленность. Исследование проходило на предприятии ООО «НПО Редвилл», г. Томск, п-р Ленина 30/2, офис 159
---	--

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b>	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<b>2. Производственная безопасность</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы проектируемой производственной среды;</li> <li>– разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов;</li> <li>– повышенный уровень шума на рабочем месте;</li> <li>– неудовлетворительное освещение;</li> <li>– неудовлетворительный микроклимат;</li> <li>– повышенный уровень электромагнитного излучения (ЭМИ);</li> <li>– электробезопасность</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ влияния объекта исследования на окружающую среду;</li> <li>– анализ влияния процесса исследования на окружающую среду;</li> </ul>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>- выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>

	- пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
--	---

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1Б5Б	Бучацкий Дмитрий Валерьевич		

## Реферат

Дипломный проект состоит из пояснительной записки, содержащей 81 страницу машинописного текста, 24 рисунков, 23 таблиц, 32 источников литературы.

Ключевые слова: протяженные изделия сложного сечения; лазерное измерение; многокоординатный измеритель; теневой метод измерения.

Объектом исследования является методы и приборы контроля геометрических параметров протяженных изделий сложного сечения.

Цель работы – выбор метода, с помощью которого можно создать измерительную систему для кабелей сложного сечения.

В процессе исследования проводился теоретический анализ, обзор литературы и составление структурной схемы двухкоординатного теневого измерителя.

В результате исследования были получены теоретические и практические данные по оптимальным характеристикам двухкоординатного теневого измерителя, была составлена структурная схема измерителя.

Степень внедрения: проведено исследование.

Область применения: полученные в ходе исследования результаты предоставляют практическое применение для проектирования приборов технологического контроля для кабельной, трубной, оптоволоконной и др. областей промышленности.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» описаны ресурсоэффективность проекта и его анализ.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены опасные и вредные факторы при работе и предусмотрены меры по их устранению.

## Содержание

Введение .....	13
Цель и задачи.....	14
1 Описание объекта контроля.....	15
1.1 Кабели секторной формы .....	16
1.2 Плоский кабель.....	17
2 Методы и средства контроля .....	20
2.1 Контактные методы .....	20
2.2 Бесконтактные методы .....	22
2.2.1 Пневматические измерители .....	23
2.2.2 Ультразвуковые измерители.....	24
2.2.3 Оптические методы измерения диаметра.....	26
2.2.3.1 Метод измерения мощности потока излучения.....	27
2.2.3.2 Метод измерения сканированием .....	27
2.2.3.3 Теневой метод в квазипараллельном пучке .....	28
2.2.3.4 Проекционный метод .....	29
2.2.3.5 Теневой метод в расходящемся пучке .....	30
2.2.3.6 Дифракционный метод.....	31
2.3 Анализ оптических методов, используемых в современных измерительных устройствах.....	32
2.3.1 Функция CSS (единственное калиброванное сканирование).....	35
2.4 Многоосевые лазерные измерители.....	35
2.5 Приборы для измерения геометрических параметров кабелей сложного сечения .....	38
2.5.1 СМИ-30П .....	38
2.5.2 ИД2-25.....	40
2.5.3 PROFILEMASTER .....	41
3 Разработка структурной схемы .....	42
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	44
4.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....	44
4.2 SWOT-анализ.....	44
4.3 Планирование научно-исследовательских работ .....	47
4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	47
4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	48

4.3.3	Разработка графика проведения научного исследования.....	49
4.3.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	53
4.3.4.1	Расчет материальных затрат НТИ.....	53
4.3.4.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных ....	54
4.3.4.3	Основная заработная плата исполнителей темы .....	54
4.3.4.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....	56
4.3.4.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....	56
4.3.4.6	Накладные расходы .....	56
4.3.4.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	57
4.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	58
5	Социальная ответственность .....	60
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	61
5.1.1	Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.....	61
5.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны ....	61
5.2	Производственная безопасность .....	62
5.2.1	Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при производстве объекта на предприятии .....	62
5.2.2	Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов .....	64
5.3	Экологическая безопасность.....	70
5.3.1	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду ....	70
5.3.2	Анализ «жизненного цикла» объекта исследования.....	71
5.3.3	Обоснование мероприятий по защите окружающей среды .....	71
5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	72
5.4.1	Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при производстве объекта на предприятии и может вызвать сам объект исследований .....	72
5.4.2	Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС .....	73
	Заключение .....	76
	Список использованной литературы.....	77

## **Введение**

При производстве протяженных изделий, например, кабелей, основным критерием является их качество, которое улучшается путем совершенствования технологии контроля основных, как электрических, так и геометрических параметров. Контроль геометрических параметров позволяет снизить использование сырья и материалов. Электрические характеристики связаны с геометрическими, следовательно, выход за допуски геометрических параметров приведет к изменению его электрических характеристик, что недопустимо. Еще одним условием является необходимость измерения геометрических характеристик в течение технологического процесса.

В настоящее время большое распространение получили кабели отличного от круглого сечения. Они обладают рядом преимуществ по сравнению с кабелями круглого сечения (они будут перечислены ниже), связанные в основном с эксплуатацией. На данный момент распространены в основном зарубежные системы контроля. Они имеют ряд недостатков для российских потребителей, таких как высокая стоимость и неудовлетворительные эксплуатационные характеристики. Главной же причиной рассмотрения данного вопроса является практически полное отсутствие в данной отрасли отечественных производителей измерительных систем.

В связи с автоматизацией производства ряда кабельных изделий разработаны и широко применяются автоматические приборы для контроля геометрических размеров кабелей и проволок. В данной работе будут рассмотрены методы измерения, применяемые в подобных устройствах более подробно.

## **Цель и задачи**

Цель данной работы – выбор метода, с помощью которого можно создать измерительную систему для кабелей сложного сечения.

Для достижения указанной цели необходимо решение следующих задач:

- Рассмотреть наиболее распространенные типы кабелей сложного сечения.
- Проанализировать информационные источники с целью нахождения методов и средств измерения геометрических параметров протяженных изделий. Выявление их достоинств и недостатков.
- На основе проведённого анализа предложить способ технической реализации измерителя для контроля протяженных объектов сложного сечения.

## 1 Описание объекта контроля

В настоящее время большое распространение получили кабели отличного от круглого сечения (рисунок 1).

- Круглый.
- Плоский.
- Треугольный.
- Пятиугольный.

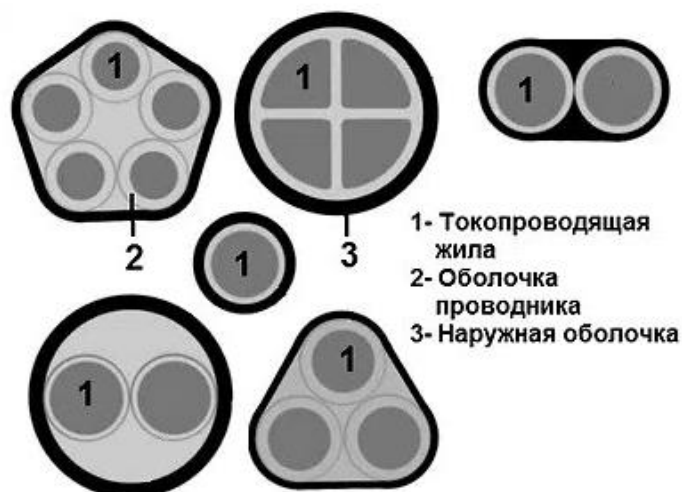


Рисунок 1 – Некоторые из типов кабелей сложного сечения.

Наиболее интересными для исследования являются кабели секторной и плоской формы.



ё

## 1.1 Кабели секторной формы

### Назначение

Предназначены для эксплуатации в стационарном состоянии в электрических сетях переменного напряжения номинальной частотой 50 Гц с изолированной или заземленной нейтралью.

### Преимущества

1. Снижение стоимости кабельной продукции по сравнению с традиционной конструкцией в среднем на 20%.
2. Снижение расходов на транспортирование и хранение
3. Уменьшение внешнего диаметра кабеля позволяет увеличить длину кабеля на таре и, соответственно, уменьшить количество тары. Этот фактор позволяет снизить транспортные и складские расходы.
4. Удобство монтажа арматуры
5. Полупроводящий экран по токопроводящей жиле отделяется без применения специального инструмента.
6. Уменьшение массогабаритных показателей кабелей при сохранении допустимых токовых нагрузок
7. Уменьшение массы в среднем составляет 40%.
8. Уменьшение трудозатрат при прокладке и монтаже кабельных линий (КЛ)
9. Ввиду меньшего наружного диаметра кабеля допустим изгиб на меньший радиус, кабель легче проходит через трубы и требуется меньшее тяговое усилие при прокладке; облегчаются условия прокладки и монтажа кабельных линий, увеличивается производительность и возрастает качества монтажа.
10. Увеличение надежности кабельной линии
11. Увеличение строительной длины кабеля позволяет уменьшить количество соединительных муфт и снизить расходы на их приобретение.

Кабели занимают меньше места в кабельных лотках, освободившееся пространство способствует более эффективному охлаждению и улучшает условия эксплуатации.

Габариты неизолированной секторной жилы должны составлять 15,3 мм по высоте и 20,6 мм по ширине, а габариты кабеля после наложения изоляции — 18,7 и 24,0 мм.

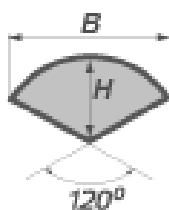


Рисунок 2 – Размеры поперечного сечения секторной жилы, по которым классифицируются кабели

Так как по стандарту данный кабель классифицируется по двум размерам поперечного сечения (рисунок 2), то возможно использовать для измерения геометрических параметров сечения кабеля двух- и более координатный метод.

## 1.2 Плоский кабель

### Преимущества плоского кабеля

1. Высокая гибкость. Плоский кабель отличается повышенной устойчивостью к изгибам и предназначен для облегченного позиционирования в подвижных соединениях;
2. Экономия пространства. Благодаря жилам, расположенным в один ряд в параллельной плоскости, такой проводник с легкостью умещается в труднодоступных и узких местах. Например, кабель плоский телефонный с легкостью впишется в любой интерьер;
3. Экранирование. Высокая плотность экрана с односторонним заземлением обеспечивает отсутствие помех при передаче импульсов;

4. Скорость импульса. Плоский кабель обеспечивает максимальную защиту радиоэлектронным устройствам от мощных сверхкоротких импульсов и применяется в условиях неуравновешенной связи с частыми сбоями и помехами;
5. Легкость монтажа путем прокаливания не требует дополнительной пайки. Например, плоский шлейф может соединяться напрямую с системными платами без коннекторов или переходников;
6. Устойчивость к высоким температурам;
7. Удобная транспортировка.

### Применение плоского кабеля

Данный тип кабеля применяется в качестве силового кабеля для питания транспортных механизмов, осуществляющих подвижные погрузочно-разгрузочные работы. Плоский кабель выдерживает многочисленные изгибы, не теряя своей эластичности и прочности.

Для обеспечения связи в телефонных сетях. Плоский кабель осуществляет передачу информации посредством тока разной частоты. Кабель плоский телефонный применяется при проводке местных абонентских линий, а также при установке частных или производственных аппаратов.

Для обеспечения связи в радиотехнических устройствах. Плоский кабель обладает защитным свойством от электромагнитных помех и может передавать информационные сигналы высокой частоты на большие расстояния. Кабель ленточного типа хорошо зарекомендовал себя в системах передачи спутникового телевидения.

В компьютерной и технической сферах. Большинство компаний, оказывающих услуги Интернет-соединений, работают с оптоволоконном или витой парой. В зависимости от объемов информационной передачи и условий эксплуатации различают несколько категорий оптического кабеля: городской, международный, монтажный или подводный. Оптический кабель на основе стекловолокна может передавать данные при очень высокой скорости, более

10ГБ/с, без ослабления сигнала при выходе. Плоский кабель типа шлейф используется в компьютерных технологиях для подключения различных узлов к системной плате.

## 2 Методы и средства контроля

Все методы контроля делятся на контактные и бесконтактные. В первом случае чувствительный элемент имеет поверхность, которой он соприкасается с объектом измерения, во втором случае такой поверхности нет. Классификация методов измерения геометрических размеров представлена на рисунке 3.

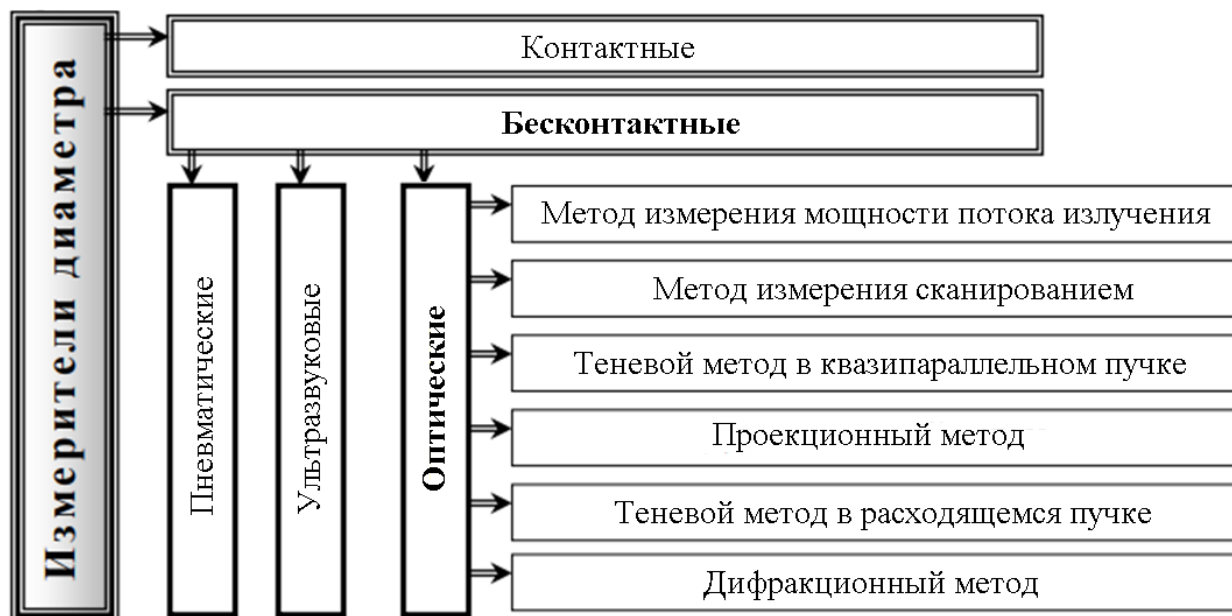


Рисунок 3 – Классификация методов измерения диаметра

В настоящий момент к измерителям геометрических параметров протяженных объектов предъявляются следующие основные требования:

- Отсутствие механического контакта измерителя с измеряемым изделием;
- Высокая точность измерения;
- Возможность использования в течение технологического процесса;
- Универсальность;
- Приемлемая стоимость;
- Простота эксплуатации.

### 2.1 Контактные методы

Основным принципом, использующимся в контактных измерителях, является использование датчиков перемещения и микрометров. Принцип

работы данных измерителей заключается в том, что подвижный щуп касается кабеля и при изменении диаметра меняет свое положение. Данное изменение фиксируется измерительным прибором (микрометром либо датчиком перемещения) и отображается на устройстве индикации (цифровое табло либо градуированная шкала). Исходя из этого следует, что данные приборы измеряют не абсолютное значение измеряемой величины, а лишь отклонение от первоначального значения.

Структурная схема приборов данного типа изображена на рисунке 4. Она включает:

- 1 – объект контроля;
- 2 – чувствительный элемент;
- 3 – преобразователь;
- 4 – вторичный электронный прибор;
- 5 – индикатор.

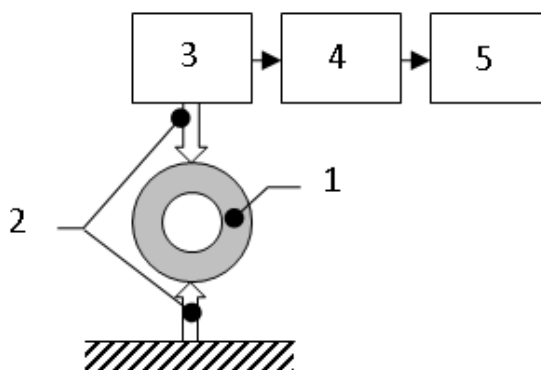


Рисунок 4 – Структурная схема измерения прямым контактным методом

Измерительными преобразователями в данных схемах чаще всего выступают пневматические, оптико-механические, электрические и механические датчики.

Недостатками данных измерителей являются истирание поверхностей щупов при неоднократном контакте с измеряемыми объектами, недолгий срок

службы, большая погрешность измерения, влияние внешних факторов таких, как вибрации. Также контакт измерительного щупа с изделием может привести к повреждению самого измеряемого объекта, а в случае контроля кабеля – к нарушению изоляции и, соответственно, изменению электрических характеристик кабеля.

Эти недостатки не остались незамеченными производителями, и они со временем отказались от создания и распространения контактных измерителей геометрических размеров и на данный момент они практически нигде не используются. Разработки в данной области являются более не перспективными.

## **2.2 Бесконтактные методы**

Бесконтактные методы широко распространены в измерительных технических средствах, так как они имеют хорошие эксплуатационные и метрологические характеристики. Для данных типов измерений используются пневматические, ультразвуковые, оптические и другие первичные преобразователи, с помощью которых измеряемый параметр преобразуется в соответствующую физическую величину.

В производстве протяженных изделий, например, кабелей измерительные приборы бесконтактного типа являются более предпочтительными, за счет того, что они обеспечивают малую погрешность измерения (по сравнению с контактными), имеют достаточное быстродействие, позволяющее использовать их в течение технологического процесса и могут использоваться в системах автоматического регулирования.

Бесконтактные методы измерения бывают прямыми и косвенными. При прямых методах измеряемое значение сравнивается либо с измерительной шкалой, либо с длиной волны. В косвенных же методах измерения используются функциональные зависимости измеряемого геометрического параметра от выходных параметров других блоков системы, например, от

времени сканирования лучом рабочей зоны или от распределения минимумов и максимумов на дифракционной картине.

Рассмотрим существующие бесконтактные методы измерения диаметра подробней.

### **2.2.1 Пневматические измерители**

Одним из самых первых бесконтактных методов контроля геометрических размеров для поточных линий является пневматический метод. На рисунке 5 представлена пневматическая установка. Она непрерывно фиксирует отклонение диаметра от номинального значения при измерении расхода воздуха, проходящего через зазоры между поверхностью измеряемой проволоки 2 и калиброванными фильерами измерительной головки 1.

Также в установке имеется устройство для очистки проволоки, которое состоит из фетровых щеток и обдувочной камеры. Пневмоэлектрический датчик оборудован зажимами для подключения схем останковки волочильной машины при выходе проволоки с недопустимым диаметром (больше, чем допускаемое значение) и схемы сигнализации.



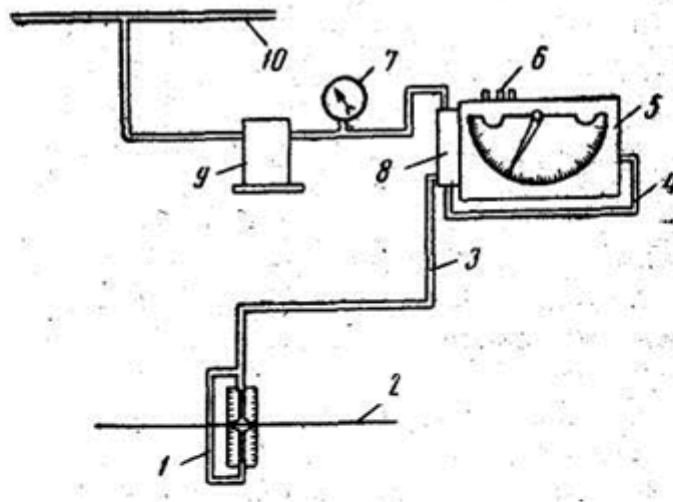


Рисунок 5 – Схема пневматического микрометра для контроля диаметра проволоки:

1 – измерительная головка, 2 – измеряемая проволока, 3 – соединительные трубки, 4 – трубка противодействия, 5 – пневмоэлектрический датчик, 6 – выводы электроконтактов, 7 – контрольный манометр, 8 – распределитель, 9 – стабилизатор давления, 10 – сеть сжатого воздуха.

Измерительная головка представляет собой стальную камеру, в которую ввинчиваются две оправки с запрессованными в них победитовыми фильерами. Через них пропускается измеряемое изделие; воздух внутрь головки вводится через два симметрично расположенных штуцера и выходит через зазоры между стенками фильер и поверхностью проволоки.

Данный метод имеет погрешность порядка 100 мкм, но обладает весомыми недостатками, такими как монолитность конструкции преобразователя, маленький диапазон измерения диаметров и сложность в эксплуатации. Еще одним недостатком является невозможность прохождения через датчик мест, подвергшихся пайке.

### 2.2.2 Ультразвуковые измерители

Принцип работы данных измерительных устройств основан на эхо-импульсном методе, который заключается в измерении времени между

импульсом излучателя и импульсом, отраженным от границы раздела сред и затем поступающим на приемник. Скорость распространения ультразвука в среде считается известной. Сам преобразователь имеет в своем составе пьезоэлектрический кристалл, который излучает звуковую волну после приложения к нему очень короткого импульса напряжения. Форма линзы влияет на звуковую волну, исходящую от преобразователя, которая проходит через воду к поверхности объекта контроля. Скорость волны изменяется при переходе через границу раздела сред, в данном случае это вода. Это изменение вызывает отражение части энергии волны назад к преобразователю - эхо. Эхо-импульс фиксируется пьезокерамическим преобразователем. Следующим шагом является вычисление времени между импульсами, излучаемым и принимаемым. Скорость распространения звуковой волны в среде величина постоянная. Исходя из данных о величине скорости и времени можно вычислить расстояние  $L_1$  до объекта контроля, а если воспользоваться двумя одинаковыми преобразователями, которые расположены на определенном базовом расстоянии  $L$ , то представляется возможным вычислить диаметр объекта контроля как  $D=L-(L_1+L_2)$ .

Также имеется возможность обеспечить многокоординатное измерение диаметра, установив несколько пар преобразователей в нескольких плоскостях сечения. При использовании эхо сигнала от второго раздела сред (оболочка кабеля – жила) такие системы в состоянии также контролировать как толщину оболочки изделия, так и его эксцентricность.

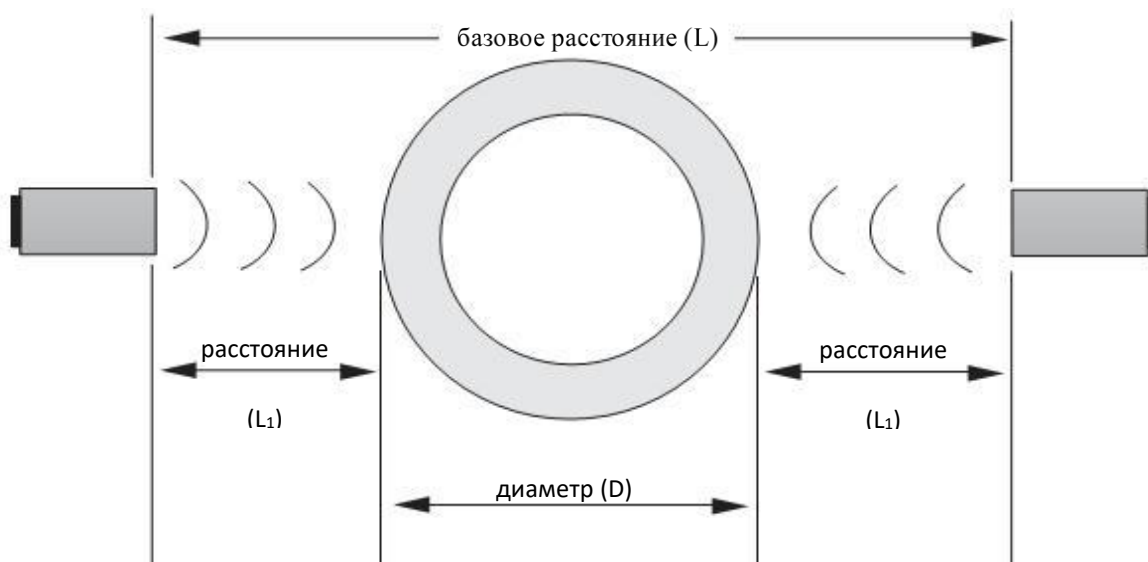


Рисунок 6. Метод измерения диаметра при помощи ультразвука.

Данный тип систем обладают высокими метрологическими характеристиками, но имеют несколько серьезных недостатков. Они связаны с установкой и обслуживанием преобразователя в охлаждающую ванну. Он должен быть постоянно погруженным в воду, которая должна быть чистой, так как несоблюдение данных требований может привести к возникновению помех, и, следовательно, дальнейшего выхода прибора из строя

### 2.2.3 Оптические методы измерения диаметра

Самыми распространёнными в кабельной технике являются оптические методы измерения. Они так же являются наиболее современными и перспективными для создания измерителя, в полной мере удовлетворяющего всем выше названным требованиям.

Из оптических методов можно выделить метод измерения мощности потока излучения, метод измерения сканированием, теневой метод в квазипараллельном пучке, дифракционный метод для тонких объектов и теневой метод измерения в расходящемся пучке.

### 2.2.3.1 Метод измерения мощности потока излучения

Метод измерения мощности потока излучения основан на измерении мощности излучения, которая принимается фотоприемником (Рисунок 7).

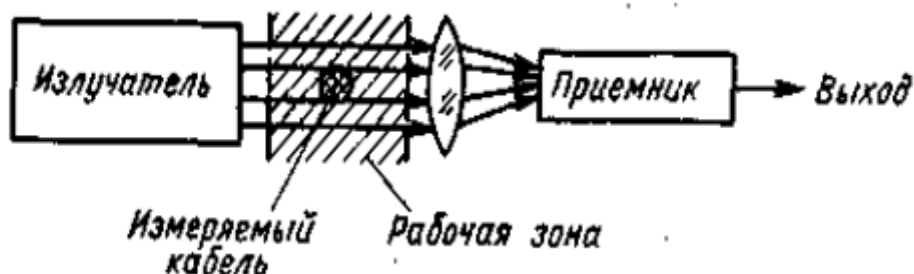


Рисунок 7. Схема контроля диаметра кабеля методом измерения мощности потока

Через рабочую зону, где находится измеряемое изделие, проходит параллельный световой поток и в месте, где находится кабель, он перекрывает этот поток и на фотоприемник фиксирует меньшее значение мощности в этой области. Далее изменение мощности пересчитывается в диаметр изделия. Недостатками данного метода являются необходимость излучателя, генерирующего постоянный стабильный световой поток, и приемника оптического излучения с постоянной чувствительностью. Так как эти требования трудно достигать в реальных условиях, то данный прибор является недостаточно точным.

### 2.2.3.2 Метод измерения сканированием

Более точным является метод измерения сканированием (Рисунок 8), который заключается в том, что имеется сканирующий узел, создающий тонкий луч, который равномерно вращается и при пересечении контролируемого изделия на фотоприемнике возникает импульс. Далее время импульса переводится в диаметр изделия с помощью математического аппарата. В качестве источника излучения используется полупроводниковый лазер, а вращение производится пьезоэлектрическим зеркалом.

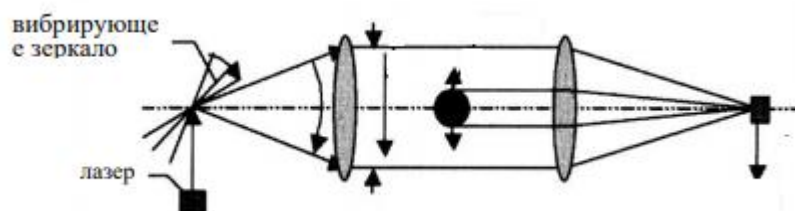


Рисунок 8. Схема контроля диаметра кабеля методом измерения сканированием

Достоинства схемы – это широкий диапазон измерения, высокая скорость измерения и большая точность. Недостатками же являются сложность изготовления и высокая стоимость компонентов.

### 2.2.3.3 Теневой метод в квазипараллельном пучке

Наиболее распространенным методом на данный момент является теневой метод в квазипараллельном пучке (Рисунок 9).

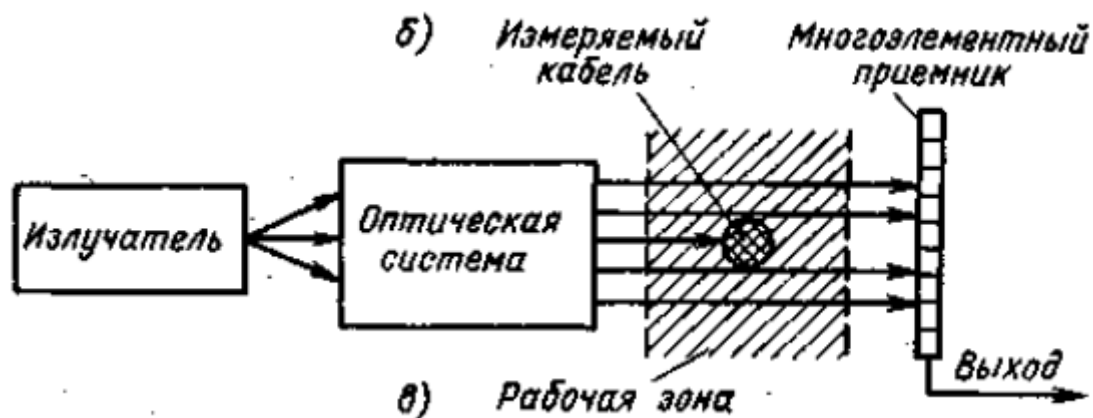


Рисунок 9. Схема контроля диаметра кабеля теневым методом в квазипараллельном пучке

Световой пучок, испускаемый излучателем, с помощью оптической системы преобразуется в параллельный в рабочей зоне, через которую проходит изделие. Тень от него попадает на многоэлементный фотоприемник. Его ячейки располагаются вертикально, что позволяет по числу затемняемых ячеек рассчитать диаметр кабеля. На сегодняшний день фотоприемные линейки дают точность в 5 – 12 микрон. Излучателем может выступать как обычная лампа накаливания, так и полупроводниковый лазер. Главным источником

погрешности в данной схеме является оптическая система, так как ее неидеальность не позволяет достичь идеально параллельного пучка в рабочей зоне. Также применение для измерения больших диаметров затруднительно, так как требует использования высококачественной широкоапертурной, а следовательно дорогостоящей оптики.

### 2.2.3.4 Проекционный метод

Для измерения изделий большого диаметра предложен бесконтактный проекционный двухкоординатный оптоэлектронный метод измерения. Метод основан на измерении многоэлементным линейным фотоприемником поперечного размера изображения кабельного изделия, получаемого с помощью объектива. Для создания высокой контрастности изображения используется подсветка измеряемого объекта с тыльной стороны линейкой светодиодов. Оптическая схема прибора представлена на рисунке 10.

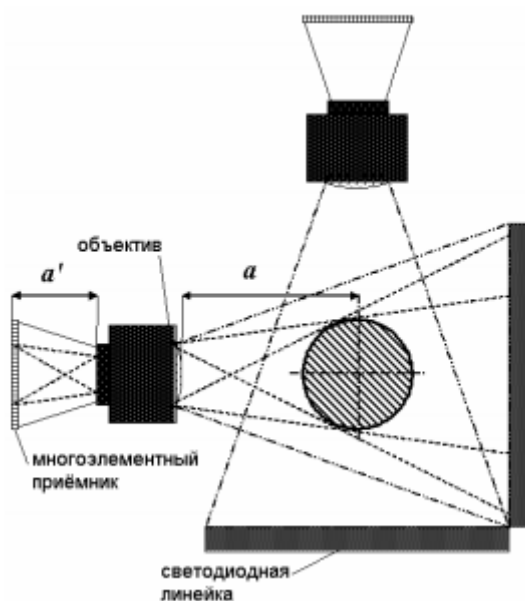


Рисунок 10. Схема контроля диаметра кабеля проекционным методом

Двухкоординатное измерение диаметра обеспечивается наличием в приборе двух одинаковых измерительных каналов (рисунок 10), оптические оси которых взаимно перпендикулярны. В приборах, использующих проекционную схему измерения, диаметр вычисляется по сложному алгоритму. При

перемещениях объекта в рабочей зоне размеры его изображений, проецируемых на многоэлементные приёмники, изменяются. Чтобы отследить эти изменения требуется двухкоординатное измерение. При перемещении измеряемого объекта перпендикулярно оптической оси любого измерительного канала его изображение, проецируемое на ПЗС приёмник этого канала, остаётся неизменным в довольно большом диапазоне смещений. При смещении контролируемого изделия вдоль одной из оптических осей соответствующего канала, размер проекции его изображения на ПЗС приёмник данного канала изменяется.

### **2.2.3.5 Теневой метод в расходящемся пучке**

Теневой метод в расходящемся пучке (Рисунок 11) заключается в том, что точечный источник излучения светит непосредственно на фотоприёмную линейку расходящимся пучком. Так как излучение лазеров наиболее приближено к точечному, то в данной схеме всегда используется лазер. В схеме не используется преобразующая оптика. Так как используется расходящийся пучок, то диаметр изделия по его тени определить невозможно. Так как при перемещении объекта его тень меняется, можно отследить это перемещение с помощью такого же измерительного канала, включенного перпендикулярно.

Обработку сигналов фотоприемников и расчет истинного диаметра объекта выполняет микроконтроллер, входящий в состав прибора. Преимуществом данной схемы является точность (достигает долей микрона), которая ограничена дифракционными эффектами на границе тени. Однако, работа в расходящемся световом потоке вызывает изменение размеров тени измеряемого объекта при его перемещениях в зоне контроля, поэтому недостатком схемы является использование для получения данных сложного математического аппарата.

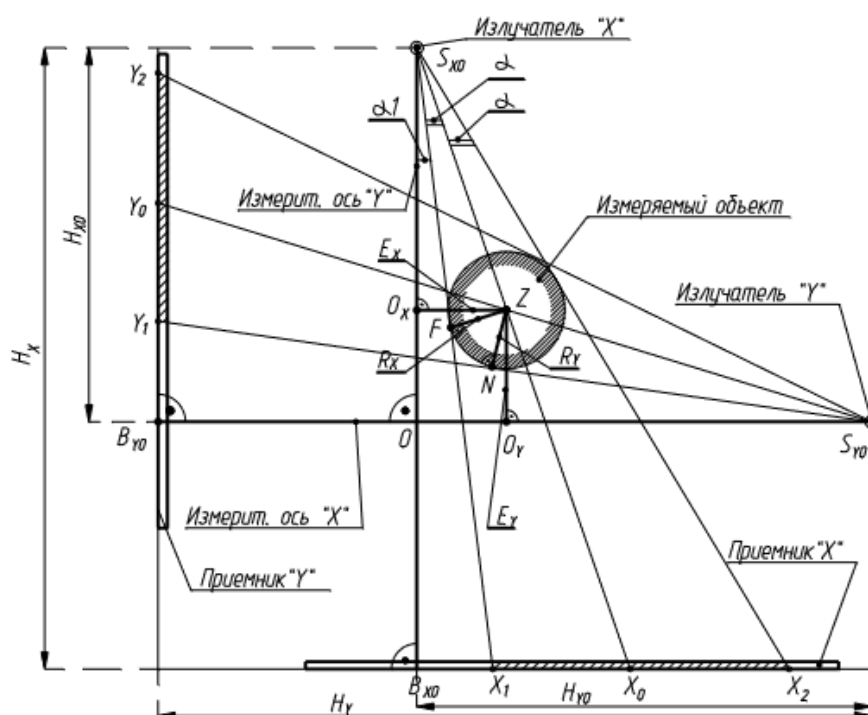


Рисунок 11. Схема контроля диаметра кабеля теньевым методом в расходящемся пучке

Схема рассматриваемого двухкоординатного измерителя показана на Рисунке 11. Прибор содержит два измерительных канала оси которых X и Y взаимно перпендикулярны. В каждом канале имеется точечный излучатель (лазер), создающий расходящийся световой поток и многоэлементный линейный фотоприемник, измеряющий размер тени объекта. Контролируемый объект, имеющий форму сечения близкую к кругу, находится в рабочей зоне прибора, освещается двумя излучателями и образует две тени, воспринимаемые фотоприемниками измерительных каналов.

### 2.2.3.6 Дифракционный метод

Для повышения точности измерения тонких объектов можно использовать дифракционный метод (Рисунок 12), который заключается в использовании явления дифракции света.



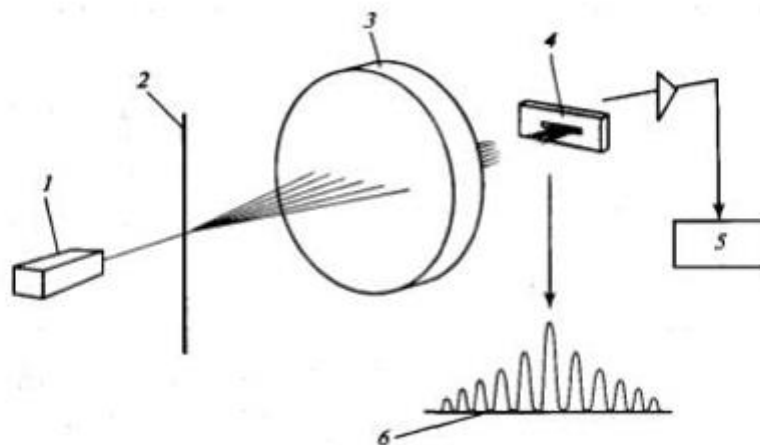


Рисунок 12. Схема контроля диаметра кабеля дифракционным методом

*1 – лазер; 2 – проволока; 3 – линза; 4 – многоэлементный приемник; 5 – вычислитель; 6 – дифракционная картина на многоэлементном приемнике*

Луч света, огибая тонкое изделие, создает дифракционный силуэт, который является функцией диаметра. Многоэлементный приёмник преобразует дифракционную картину в электронные сигналы, которые затем преобразуются в значение диаметра. Чем тоньше изделие, тем чётче дифракционная картина и выше точность измерения.

Данный метод может быть реализован как самостоятельно в измерителях диаметра изделий малого и сверхмалого сечения, так и в качестве вспомогательного инструмента уменьшения погрешности существующих измерителей диаметра, основанных на теневых методах измерения.

### **2.3 Анализ оптических методов, используемых в современных измерительных устройствах**

На данный момент из всех выше перечисленных методов в измерительных приборах используются в основном только три: метод со сканирующим узлом, теневой метод в расходящемся пучке и теневой метод в параллельном пучке. Первый метод используется в более старых измерителях, тогда как второй и третий используются в продвинутых и современных. В таблице 1 представлено

сравнение данных методов контроля. Из нее можно сделать вывод, что метод со сканирующим узлом – самый сложный и дорогой в использовании, менее точный, чем остальные два. Из теневых методов более привлекательным является метод в квазипараллельном пучке, так как, несмотря на наличие оптической системы, более простая «математика» облегчает использование данного метода, в сравнении с методом в расходящемся пучке.

В данный момент существует несколько фирм, занимающихся созданием лазерных приборов для измерения диаметра, например, фирма Zumbach, Sikora, NDC Technologies, Cersa MSI. Рассмотрим принцип работы измерительной системы Zumbach ODAC 100.

Фокусированный лазерный луч на высокой скорости производит сканирование объекта. Момент затемнения, регистрируемый с разрешающей способностью 0.00001 мм, регистрируется как размер (тени), который и поступает в дальнейшую обработку. На результат измерения не влияют такие параметры объекта как материал, цвет, температура и т.д. Абсолютная погрешность достигает значений 0.001...0.02 мм. Благодаря технологии CSS (единственное калиброванное сканирование), скорость измерения может достигать до 1200 значений в секунду и выше.

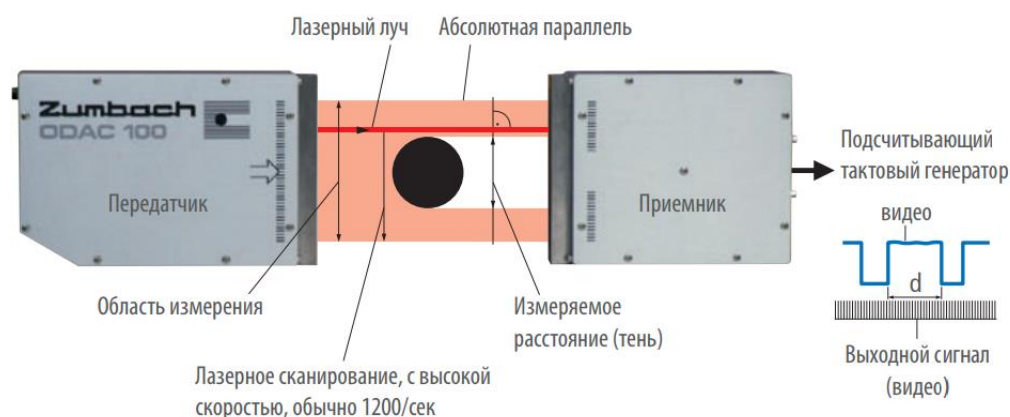


Рисунок 13. Принцип работы измерительной системы Zumbach ODAC 100

Таблица 1 – Сравнение методов контроля, используемых в измерительных приборах

	<b>Сканирующий узел</b>	<b>Квазипараллельный пучок</b>	<b>Расходящийся пучок</b>
<b>Сложная механика</b>	Поворотное (с постоянной скоростью) вибрирующие зеркало	Нет	Нет
<b>Сложная «математика»</b>	Преобразование времени импульса в поперечный размер	Подсчет затемненных областей на фотоприемнике	Преобразование перемещения и изменения размеров тени в поперечный размер с использованием сложной «математики»
<b>Наличие линзово-зеркальной оптики</b>	Есть	Есть	Нет
<b>Стоимость компонентов</b>	Высокая	Высокая	Средняя
<b>Точность измерения</b>	Средняя	Высокая	Высокая
<b>Размер зоны контроля</b>	Определяется апертурой линзы	Определяется длиной многоэлементного приемника	В 1.5-2 раза меньше длины приемника

### 2.3.1 Функция CSS (единственное калиброванное сканирование)

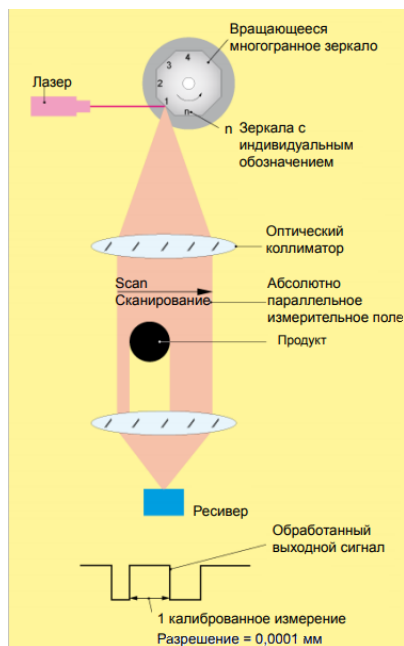


Рисунок 14. Принцип действия функции CSS

Функция CSS позволяет приписывать каждому зеркалу калибровочный коэффициент; эта процедура выполняется автоматически

В результате:

- Получение многочисленных пакетов данных с высокой точностью (более 300 пакетов в секунду)
- Высокая точность каждого отдельного сканирования
- Быстрое обнаружение дефектов (узлов и сужений)

### 2.4 Многоосевые лазерные измерители

Существуют двухосевые, трёхосевые и четырехосевые лазерные приборы для измерения диаметра круглого сечения. Чем больше измерительных осей, тем выше точность измерения. Примером многоосевого лазерного прибора является прибор Sikora LASER 2000.



Рисунок 15. Внешний вид измерительной головки прибора Sikora LASER 2000

В качестве источника света используются лазерные светодиоды в сочетании с сенсорной технологией CCD-line. Датчики измеряют диаметр по двум или трем плоскостям со скоростью измерения 500 измерений в секунду. Рассмотрим трехосевую измерительную головку. В данном случае заявляется, что прибор с данной измерительной головкой измеряет диаметр и овальность кабелей круглого сечения. С помощью трех измерительных осей имеется 6 касательных на овале и, соответственно, можно определить не только минимальное и максимальное значение овальности, но и ориентацию овала. Следовательно, если написать программу вычисления размеров сложного сечения, то с помощью 6 касательных можно измерять его размеры.

Также данное устройство оснащено стандартными интерфейсами, такими как RS-485, Profibus-DP. Используя дополнительный модуль управления, который встроен в устройства индикации и управления SIKORA, диаметр постоянно контролируется. На данный момент по такой технологии имеется 18 типов устройств с диапазоном измерения диаметра от 0,05 до 500 мм. Эти устройства являются стандартными в экструзионных линиях сегодня. Следующим поколением измерительных приборов стали приборы для высококачественного контроля диаметра:

До 5000 измерений в секунду, каждое из которых имеет наивысшую точность при одном значении, обеспечивает оптимальный контроль линии и обеспечивает надежные статистические данные. Высокая скорость измерения также позволяет обнаруживать комки и шейки. Следовательно, пользователь получает систему «два в одном», с которой снижаются инвестиционные затраты и достигается больше места в линии, поскольку требуется установка только одной измерительной головки. Непрозрачные и окрашенные продукты можно измерять с помощью LASER Series 6000, а также прозрачных продуктов. Кроме того, измерительные головки имеют встроенный ЖК-дисплей.

Непосредственно в измерительные головки встроен универсальный интерфейсный модуль для всех соединений, таких как RS-485, RS-232, Profibus-DP, Profinet или альтернативных промышленных полевых шин. Кроме того, LASER Series 6000 имеет дополнительный интерфейс Wi-Fi, который позволяет напрямую подключаться к смартфону или ноутбуку. Интерфейс Wi-Fi используется для диагностики и контроля качества и передает измеренные значения, трендовые и статистические данные, а также видеосигналы. Интерфейс Wi-Fi, интерфейсный модуль, а также все штекерные соединения полностью интегрированы в измерительную головку и в этом положении защищены от воды, грязи или механических воздействий во время производства. Кроме того, LASER серии 6000 может использоваться для мобильного контроля качества: приложение не только позволяет оператору отображать все производственные данные на смартфонах; Приложение также предлагает калибровку измерительной головки в соответствии с ISO 9001. Значения измерительных щупов передаются через QR-код, а измеренные значения сохраняются в файле журнала.

Важной особенностью интеграции в производственную линию является конструкция поворотной измерительной головки. Измерительные головки могут, например, для замены продукта, легко перемещаться вверх и из экструзионной линии. Все измерительные головки открыты на нижней стороне, чтобы предотвратить попадание грязи и воды в зону измерения. SIKORA

предлагает три устройства для измерения диаметра для продукта диаметром от 0,2 до 78 мм.

## **2.5 Приборы для измерения геометрических параметров кабелей сложного сечения**

Также помимо многоосевых приборов для измерения диаметра и овальности существуют приборы, специализирующиеся на измерении геометрических параметров сложных сечений. Среди таких приборов можно выделить систему многокоординатного измерения СМИ-30П, двухкоординатный лазерный измеритель диаметра ИД2-25 производства компании «Элеконт» и измерительную систему Profilemaster фирмы «Zumbach».

### **2.5.1 СМИ-30П**

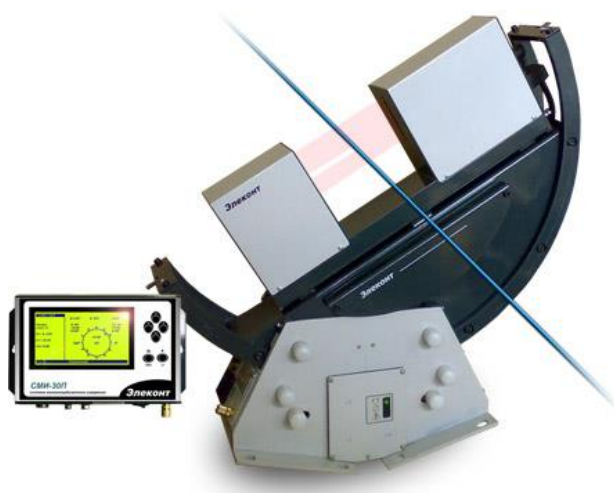


Рисунок 16. Внешний вид прибора СМИ-30П

Многокоординатный измеритель конструктивно состоит из однокоординатной измерительной головки, установленной на поворотном устройстве. После измерения первой координаты поворотное устройство поворачивает измеритель на заданный угол и производится измерение по следующей координате и так далее.

Число точек и их координаты (угол поворота головки относительно кабеля) задаются в меню настроек прибора.

Измерение наружных геометрических размеров объекта основано на принципе сканирования лазерным лучом объекта и получении на фотоприемнике сигнала, временная диаграмма которого соответствует пространственной свето-теневой картине, проецируемой лучом. Измерение геометрии светотеневой картины производится косвенно измерением временных параметров получаемого фотоприемником сигнала.

Так как сканирующий луч движется параллельно, ширина светотеневого рисунка, а следовательно временная диаграмма, по которой происходит расчет, не зависит от положения кабеля в зоне измерения! Технология позволяет измерять изделия любого цвета и из любого материала, в том числе прозрачного.

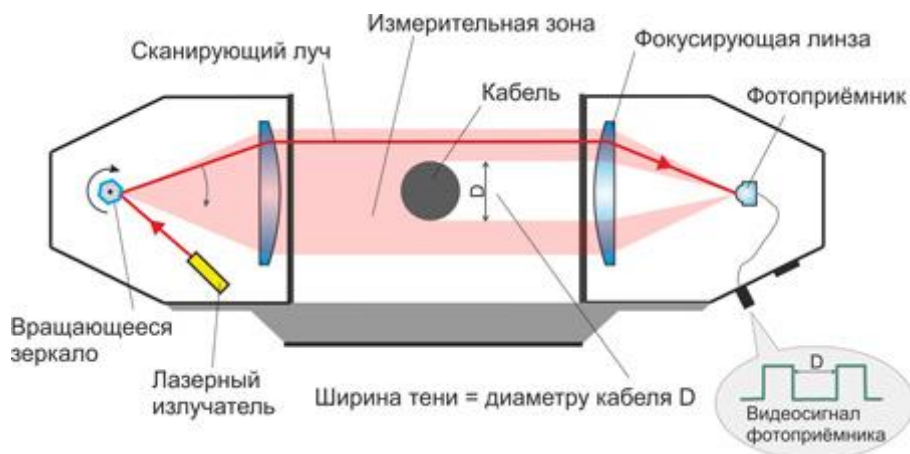


Рисунок 17. Принцип работы прибора СМН-30П

При измерениях сложных профилей, например секторных жил, число координат измерения должно быть больше двух. В таких случаях целесообразно применение многокоординатного измерителя.

Многокоординатный измеритель основан на однокоординатном измерителе и поворотном устройстве. После измерения первой координаты поворотное устройство поворачивает измеритель на заданный угол и производится измерение по второй координате и так далее.



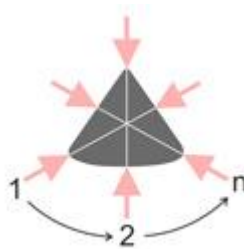


Рисунок 18. Принцип многократного измерения

### 2.5.2 ИД2-25

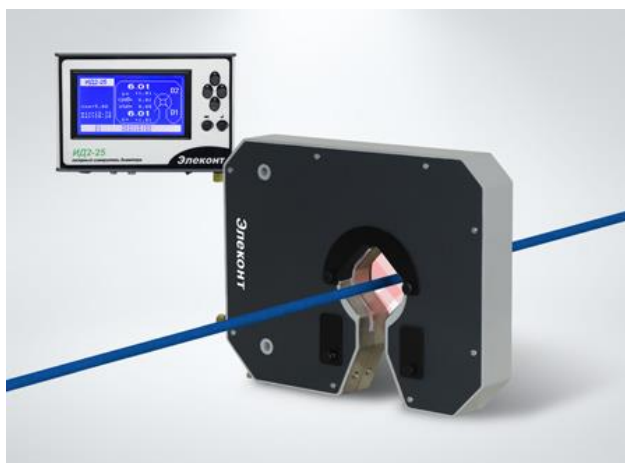


Рисунок 19. Внешний вид прибора ИД2-25

Два независимых лазерных луча сканируют изделие в направлении осей, расположенных под углом  $90^\circ$  друг к другу, получая таким образом два взаимоперпендикулярных размера.

Для измерения геометрических параметров кабелей с плоско-прямоугольным профилем также используются двухкоординатные измерители диаметра.

Ось сечения кабеля должна быть выровнена с помощью направляющего ролика параллельно оси измерения.

Возможность измерения прямоугольного и квадратного профиля имеется благодаря параллельному сканирующему лучу.

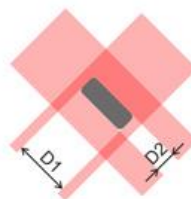


Рисунок 20. Принцип измерения прямоугольного профиля

## 2.5.3 PROFILEMASTER



Рисунок 21. Внешний вид измерительного модуля системы PROFILEMASTER

Измерительный модуль состоит из лазера и камеры, которая постоянно следит за поперечным сечением изделия. Полная картинка поперечного сечения отображается на экране, который получает изображение с процессора. Соответствующие геометрические размеры (такие как: длина, ширина, высота, радиус, углы и т. д.) постоянно высвечиваются на дисплее, а в случае превышения каких-либо показателей срабатывает аварийный сигнал. Измерению подлежат практически все материалы (кроме полностью прозрачных или полностью отражающих свет).

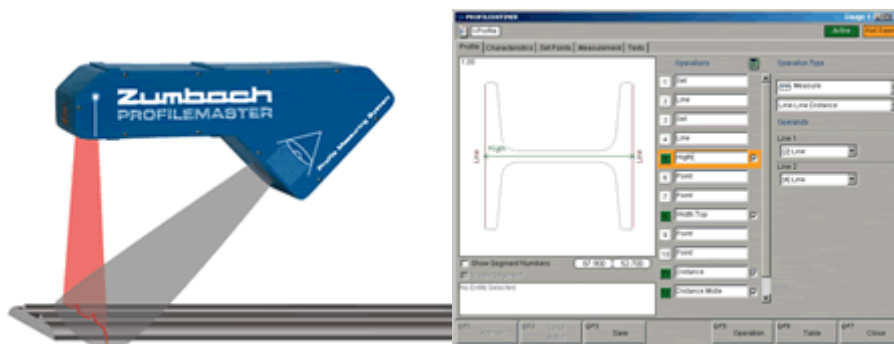


Рисунок 22. Принцип измерения с помощью системы PROFILEMASTER

### **3 Разработка структурной схемы**

Была разработана структурной схемы предполагаемой измерительной установки. Результат представлен на рисунке 23.

Предполагаемая измерительная установка будет работать на основе двухкоординатного теневого метода в квазипараллельном пучке. Два источника расположенные под углом 90 градусов друг к другу облучают измеряемое изделие лазерным излучением. Затем сигнал приходит на приемники, после чего чередование затемненных и облученных ячеек передается на микроконтроллер через АЦП, который преобразует аналоговый сигнал в цифровой и генератор сигналов на ПЛИС, который обеспечивает напрямую работу приемников и подает сигналы на усилители тока, которые обеспечивают бесперебойную работу излучателей. Микроконтроллер преобразовывает информацию, поступающую на него в размеры поперечного сечения измеряемого изделия. Использование двухкоординатного метода обусловлено тем, что для каждого из рассматриваемого типа кабелей сложного сечения достаточно только двух измерений. В дальнейшем микроконтроллер выводит измерительную информацию через интерфейс, например, RS-485.

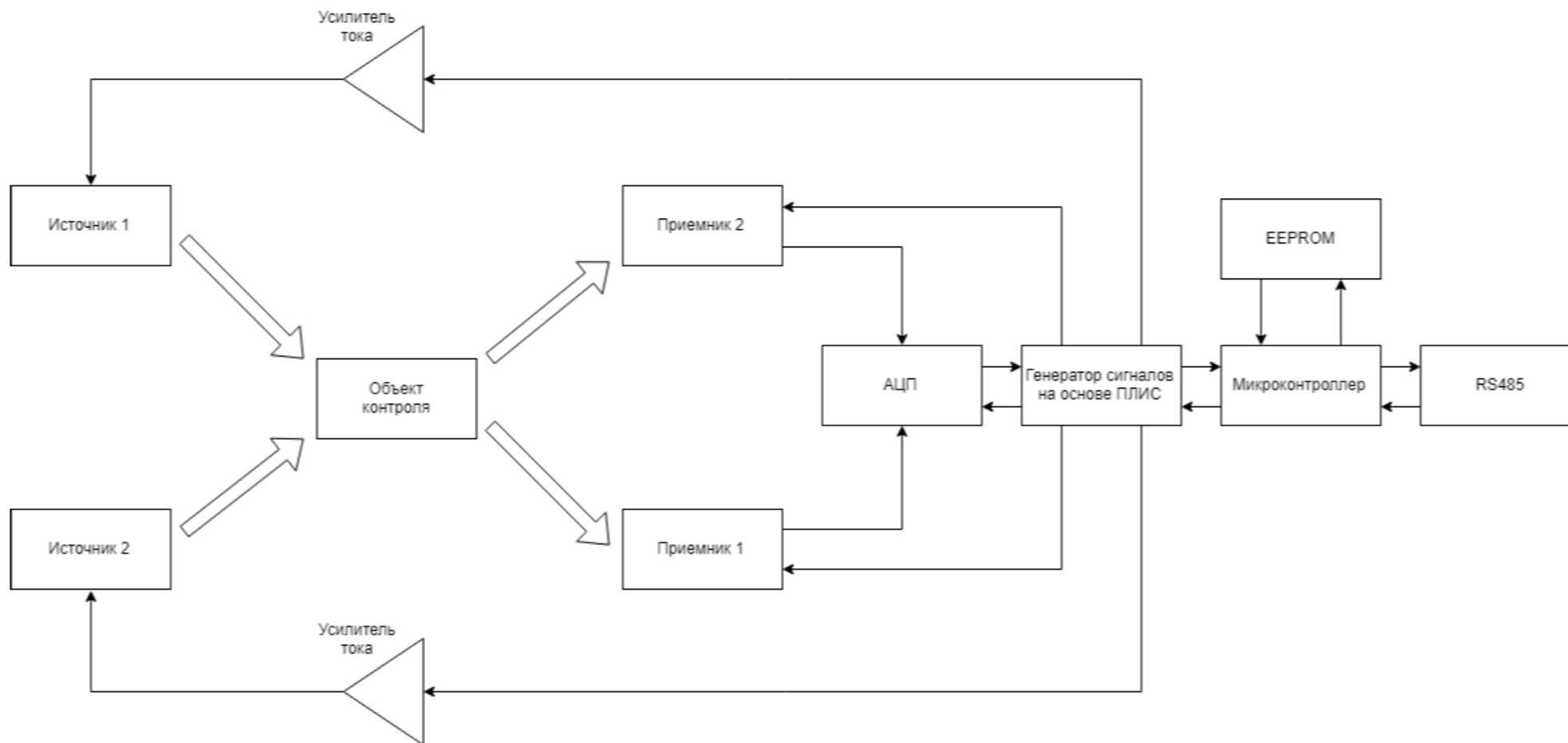


Рисунок 23. Структурная схема предполагаемой измерительной установки

## 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 4.1. Потенциальные потребители результатов исследования

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Таким образом, целью раздела является анализ и выбор конкурентоспособного метода измерения геометрических параметров протяженных изделий сложного сечения.

### 4.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Он проводится в несколько этапов.

Первый этап помогает выявить сильные и слабые стороны проекта, также возможности и угрозы.

Таблица 4.1 – Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны проекта:</b> С1. Экономичность и функциональность технологии С2. Стоимость системы ниже аналогичных технологий С3 Простота метода измерения геометрических параметров протяженных изделий сложного сечения С4. Высокая надежность С5. Подготовка всех требуемых заказчику оборудования и технологии	<b>Слабые стороны проекта:</b> Сл1. Стоимость системы сильно зависит от стоимости комплектующих материалов Сл2. Сложность обслуживания системы Сл3. Погрешности измерения из-за аберраций линзы Сл4. Частые поломки из-за хрупкости линзы Сл5. Большой срок поставок материалов и комплектующих
--	---	--

## Продолжение таблицы 4.1

<p><b>Возможности:</b>          В1. Увеличение спроса продукции на рынке          В2. Имеем оборудование для выполнения комплексного исследования          В3. Замещение импортной продукции отечественной          В4. Повышение стоимости конкурентных разработок          В5. Имеет спрос в кабельной промышленности</p>	<p>1. Провести исследования проекта          2. Разработать измерительную систему          3. Корректировать ошибки          4. Продвинуть проект на рынок          5. Заключить договора с предприятиями</p>	<p>1. Улучшить систему, сделать ее малогабаритной          2. Уменьшить погрешности измерения путем аппаратных и программных методов корректировки ошибок          3. Сделать более эффективную в применении измерительную установку          4. Защитная конструкция для линзы</p>
<p><b>Угрозы:</b>          У1. Высокая конкуренция          У2. Узко-направленность продукции          У3. Возможность предпочтения аналогов          У4. Небольшой спрос на товар          У5. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.</p>	<p>1. Снизить конкуренцию за счет простоты и удобства использования продукции          2. Более низкая стоимость производства и экономичность технологии позволят увеличить спрос, а также минимизировать потери при несвоевременном финансовом обеспечении.</p>	<p>Неудобство работы с крупногабаритной и хрупкой системой, большие погрешности измерения приводит к отсутствию спроса на рынке</p>
<p><b>Угрозы:</b>          У1. Высокая конкуренция          У2. Узко-направленность продукции          У3. Возможность предпочтения аналогов          У4. Небольшой спрос на товар          У5. Проблемы с электричеством</p>	<p>1. Увеличить спрос за счет низкой стоимости продукции          2. Снизить конкуренцию за счет простоты и удобства использования продукции          3. Установить защиту от удара электричеством</p>	<p>Неудобство работы с крупногабаритной и хрупкой системой, большие погрешности измерения приводит к отсутствию спроса на рынке</p>

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие помогут выявить необходимость проведения изменений.

Таблица 4.2 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
		C1	C2	C3	C4	C5
Возможности проекта	B1	+	+	+	+	+
	B2	0	0	+	0	+
	B3	+	+	-	+	0
	B4	+	+	0	+	0
	B5	+	+	+	+	-

Продолжение таблицы 4.2

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	+	0	-	+
	B3	+	+	-	-	0
	B4	+	-	0	+	-
	B5	-	-	-	-	0
Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	-	0
	У2	0	0	+	0	0
	У3	+	+	+	+	0
	У4	-	0	0	+	0
	У5	+	-	-	-	-
Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	0	0	+
	У2	-	+	0	-	+
	У3	+	+	-	-	0
	У4	+	-	0	+	-
	У5	+	-	-	-	-

Анализ интерактивных таблиц:

Сильно коррелирующие сильные стороны и возможности: B1C1C2C3C4C5, C3 B1B2C4 B3 B4 B5, B5 C1C2C3C4.

Сильно коррелирующие слабые стороны и возможности: У1Сл1 Сл2 Сл3 Сл4, У1Сл1 Сл2 Сл3 Сл4 Сл5, В5 Сл1Сл2 Сл3Сл4.

Каждая из записей представляет собой направление реализации проекта.

Вывод: проект имеет свои недостатки и слабые стороны, но с помощью возможностей и сильных сторон можно продвинуть проект на рынок, а также

есть возможность снизить угрозы и риски, и поэтому есть хорошая вероятность его реализации.

### 4.3 Планирование научно-исследовательских работ

#### 4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Проведение патентных исследований	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Выбор метода, проведение поиска средств контроля на основе этого метода и выявление их слабых и сильных сторон	Инженер
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Руководитель, инженер
	8	Проведение измерений	Инженер
	9	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер
	10	Устранение погрешности измерения путем аппаратных и программных методов корректировки ошибок	Руководитель, инженер
Обобщение и оценка результатов	11	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
	12	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, инженер



### Продолжение таблицы 4.3

Проведение ОКР			
Разработка технической документации и проектирование	13	Разработка структурной схемы измерителя	Инженер
	14	Разработка оптической схемы измерителя	Инженер
	15	Выбор и расчет конструкции	Инженер
	16	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Инженер
	17	Разработка электрической принципиальной схемы	Руководитель, инженер
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	18	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	Руководитель, инженер
	19	Лабораторные испытания макета	Руководитель, инженер
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	20	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер

#### 4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (1)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где  $t_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

#### 4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (3)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (4)$$

где  $T_{кал}$  – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$  – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$  – количество праздничных дней в году.

$T_{кал} = 365$  дней

$T_{\text{вых}} = 52$  воскресения

$T_{\text{пр}} = 14$  дней

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365-52-14} = 1,22$$

Таблица 4.4 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Исполнители		Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$		Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$	
	$t_{\text{min}}$ , чел-дни		$t_{\text{max}}$ , чел-дни		$t_{\text{ожид}}$ , чел-дни							
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
Составление и утверждение ТЗ	2	-	5	-	1	-	+	-	3,2	-	4	-
Подбор и изучение материалов по теме	-	10	-	20	-	14	-	+	-	14	-	17
Проведение патентных исследований	-	1	-	3	-	1,8	-	+	-	1,8	-	2
Выбор направления исследований	3	3	5	5	3,8	3,8	+	+	1,9	1,9	2	2
Календарное планирование работ по теме	1	1	2	2	1,4	1,4	+	+	0,7	0,7	1	1
Выбор метода, проведение поиска средств контроля на основе этого метода и выявление их слабых и сильных сторон	-	10	-	20	-	14	-	+	-	14	-	17
Построение макетов и проведение экспериментов	20	20	30	30	24	24	+	+	12	12	15	15
Проведение измерений	10	10	20	20	14	14	+	+	7	7	9	9

Продолжение таблицы 4.4

Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	-	1	-	3	-	1,8	-	+	-	1,8	-	2
Устранение погрешности измерения	2	2	4	4	2,8	2,8	+	+	1,4	1,4	2	2
Оценка эффективности полученных результатов	2	-	3	-	2,4	-	+	-	2,4	-	3	-
Определение целесообразности проведения ОКР	4	4	6	6	4,8	4,8	+	+	2,4	2,4	3	3
Разработка структурной схемы	-	1	-	2	-	1,4	-	+	-	1,4	-	2
Разработка оптической схемы	-	1	-	5	-	2,6	-	+	-	2,6	-	3
Выбор и расчет конструкции	-	3	-	7	-	4,6	-	+	-	4,6	-	6
Оценка эффективности производства и применения изделия	-	3	-	7	-	4,6	-	+	-	4,6	-	6
Разработка электрической принципиальной схемы	4	4	8	8	5,6	5,6	+	+	2,8	2,8	3	3
Конструирование и изготовление макета	7	7	14	14	9,8	9,8	+	+	4,9	4,9	6	6
Лаб.испытания макета	7	7	14	14	9,8	9,8	+	+	4,9	4,9	6	6
Составление ПЗ	-	10	-	30	-	18	-	+	-	18	-	22
Итого									44	101	53	123

Таблица 4.5 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T <sub>кi</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февраль			март			апрель			май			июнь	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель	4	■													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	17	■	■	■											
3	Проведение патентных исследований	Инженер	2			■											
4	Выбор направления исследований	Руков., инж.	2			■											
5	Календ. планирование работ по теме	Руков., инж.	1			■											
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	17				■	■	■								
7	Выбор метода, проведение поиска СК на основе него и выявление их слабых и сильных сторон	Руководитель, инженер	15						■	■	■	■					
8	Проведение измерений	Инженер	9							■	■	■					
9	Сопоставление результатов	Инженер	2									■					
10	Устранение погрешности измерения	Руков., инж.	2									■					
11	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	3									■					
12	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, инженер	3									■					
13	Разработка структурной схемы	Инженер	2									■					
14	Разработка оптической схемы	Инженер	3									■					
15	Выбор и расчет конструкции	Инженер	6									■					
16	Оценка эффективности производства и применения изделия	Инженер	6									■					
17	Разработка электрической принципиальной схемы	Руководитель, инженер	3									■					
18	Конструирование и изготовление макета	Руководитель, инженер	6									■					
19	Лаб.испытания макета	Руков., инж.	6									■					
20	Составление ПЗ	Инженер	22									■				■	■

■ – руководитель

■ – инженер

### 4.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

#### 4.3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_{\text{м}} = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \text{Ц}_i \cdot N_{\text{расх}i}, \quad (7)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расх}i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$\text{Ц}_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 4.6 – Материальные затраты

Наименование	Ед. измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Z <sub>м</sub> ), руб.
Асферическая линза	1 штука	1	3000	3450
FPGA - Программируемая вентильная матрица FPGA - Cyclone II 288 LABs 89 IUs	1 штука	1	1603,07	1 843,53
Интегральные микросхемы КР140УД22	1 штука	1	25	28,75
Интегральные микросхемы КР544УД2	1 штука	10	20	230
Логические микросхемы К561ЛП2	1 штука	1	20	23
Диоды 1N4004	1 штука	4	2	9,2
Конденсаторы К10-17б	1 штука	20	5	115
Переменные резисторы СПЗ-4АМ	1 штука	1	50	57,5
Подстроечные резисторы СП5-2ВБ	1 штука	2	25	57,5
Транзисторы КТ361Б	1 штука	1	2	2,3
Припой ПОС-61	1 метр	5	20	115
Канифоль сосновая	100 грамм	3	290	1000,5
Плата монтажная	1 штука	1	50	57,5
Корпус	1 штука	1	500	575

Итого	7564,78
-------	---------

#### 4.3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по данной статье заносится в табл. 4.7. При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены.

Таблица 4.7 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Амортизационные отчисления за время использования оборудования, руб.
1	Компьютер высокой мощности	1	25000	3750
2	Паяльная станция	1	2000	300
3	Усилитель тока	1	1790	268,5
4	Генератор VC-2002	1	8000	1200
5	Источник питания постоянного напряжения и тока АТН-4235	1	46000	6900
Итоговая сумма				12418,5

#### 4.3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (8)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (9)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 4.7);

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (10)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 4.8).

Таблица 4.8 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	44	48
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	56	28
- невыходы по болезни	2	2
Действительный годовой фонд рабочего времени	249	273

Месячный должностной оклад работника взят из документа «Оклады по новой системе оплаты труда с 01.06.2016 г.» (см. Приложение А)

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 4.9. Руководитель Федоров Е. М. – доцент ОКД, ктн.

Таблица 4.9 – Расчёт основной заработной платы



Исполнители	З <sub>м</sub> без учета РК (2019 г), руб.	З <sub>м</sub> с учетом РК (2019 г), руб.	З <sub>дн</sub> , руб.	Т <sub>р.</sub> раб. дн.	З <sub>осн</sub> , руб.
Руководитель	33664	43763,2	1827,86	44	80425,86
Инженер	26300	34190	1402,67	101	141669,33
Итого З <sub>осн</sub>					222095,20

#### 4.3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (11)$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы равный 0,12.

Таблица 4.10 – дополнительная заработная плата

	Руководитель	Инженер
Основная заработная плата	80425,86	141669,33
Дополнительная з/п	9651,10	17000,32
Итого доп. з/п	26651,42	

#### 4.3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (13)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды

Таблица 4.11 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	80425,86	12063,88
Инженер	141669,33	21250,40
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого $Z_{\text{внеб}} = 25064,72 + 44151,25 = 69215,97$ руб.		

#### 4.3.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные

расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (14)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}} = (7564,78+12418,5+222095,20+33314,28+69215,97)*0,16 = 55137,40 \text{ руб.}$$

#### 4.3.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 4.12 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	7564,78	Пункт 3.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	12418,5	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	222095,20	Пункт 3.4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	33314,28	Пункт 3.4.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	69215,97	Пункт 3.4.5
6. Накладные расходы	55547,07	Пункт 3.4.8
7. Бюджет затрат НТИ	402716,27	Сумма ст. 1- 8

#### 4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (15)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (16)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Таблица 4.13 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Аналог 1	Аналог 2
1. Погрешность измерения	0,15	4	4
2. Себестоимость	0,25	5	5
3. Энергосбережение	0,15	4	4
4. Надежность	0,35	5	3

5. Материалоемкость	0,1	3	4
ИТОГО	1		

$$I_{p-исн1} = 4*0,15 + 5*0,25 + 4*0,15 + 5*0,35 + 3*0,1 = 4,5;$$

$$I_{p-исн2} = 4*0,15 + 5*0,25 + 4*0,15 + 3*0,35 + 4*0,1 = 3,9;$$

Таблица 4.14 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,62	0,86
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	7,26	4,53
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,6	0,85

Выводы: интегральный показатель ресурсоэффективности первого варианта исполнения 4,5 выше, чем второго.

Показатель сравнительной эффективности в итоге получился самым высоким 1,6.

Сравнив эти значения, можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

## 5 Социальная ответственность

Выпускная квалификационная работа посвящена измерению геометрических параметров протяженных изделий сложного сечения. Целью исследований является исследование теневого метода в расходящемся лазерном пучке.

В процессе работы проводились подбор лазеров с нужными характеристиками.

Также в исследовании проводились работы с монтажом печатной платы измерителя, что связано с химическим воздействием токсичных металлов, содержащихся в припое, таких как свинец, цинк. Может произойти образование кожной аллергии в результате воздействия растворителей, канифоли, содержащихся во флюсах.

Целью данного раздела работы является анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при использовании лазерного измерителя. Также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

При выполнении данной работы рабочими зонами являются:

- учебная лаборатория к. 605 (далее: лаборатория) Отделения контроля и диагностики 18 корпуса ТПУ, где располагается рабочий компьютер со специализированными программами и макет лазерного измерителя;
- помещение, где проводятся работы по разработке макета и экспериментальная часть (ООО «НПО Редвилл», п-р Ленина 30/2, офис 159).

В текущем разделе рассматриваются вопросы охраны труда и техники безопасности, связанные с работой в лаборатории, а также разрабатываются мероприятия по предотвращению воздействия на здоровье работников лаборатории опасных и вредных факторов, создание безопасных условий труда для обслуживающего персонала.

Таким образом, в работе используются два основных помещения, для каждого из которых предъявляются собственные требования с точки зрения охраны труда и техники безопасности.

## **5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **5.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.**

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ работник предприятия ООО «НПО Редвилл», п-р Ленина 30/2, офис 159 имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

### **5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Рабочее место на предприятии ООО «НПО Редвилл», п-р Ленина 30/2, офис 159 должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [14]. «Пункт 1.2. Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.» Оно должно занимать площадь не менее 6 м<sup>2</sup>, высота помещения должна быть не менее 4 м,

а объем - не менее 20 м<sup>3</sup> на одного человека. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 мм<sup>2</sup>. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 - 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключая онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

«Пункт 2.1. Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля на рисунке 5.1»

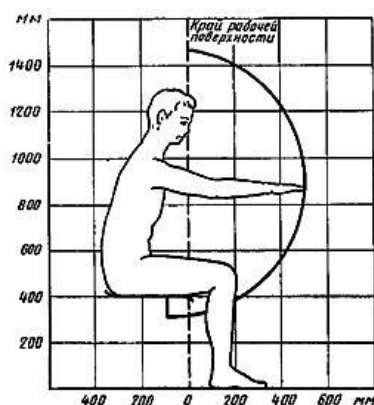


Рисунок 5.1 - Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости  
Рабочее место сотрудника на предприятии ООО «НПО Редвилл», п-р  
Ленина 30/2, офис 159 соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [14].

## **5.2. Производственная безопасность**

### **5.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при производстве объекта на предприятии**

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Перечень опасных и вредных факторов» [15], характерных для проектируемой производственной среды. Опасные и вредные факторы представлены в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 - Возможные опасные и вредные факторы

Наименование работ производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Работа с макетом лазерной установки	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Недостаточная освещенность рабочей зоны [16,32]</li> </ul>	Поражение электрическим током	<p>1. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.</p> <p>2. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.</p> <p>3. ГОСТ 12.2.021-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электрооборудование взрывозащищенное. Порядок согласования технической документации, проведения испытаний, выдачи заключений и свидетельств</p> <p>4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.</p>



## Продолжение таблицы 5.1

<p>2. Монтаж печатных плат</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Химические факторы [16,32],</li> <li>• Физические факторы [16,32],</li> <li>• Неудовлетворительный микроклимат [16,32]</li> </ul>	<p>Пожаровзрывоопасность</p>	<p>1.ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны</p> <p>2. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация</p> <p>3. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха</p> <p>4. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности</p> <p>5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.</p>
<p>3. Проверка работоспособности макета прибора при подключении к сети</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повышенный уровень шума на рабочем месте [16,32]</li> <li>• Повышенный уровень электромагнитных полей [16,32]</li> </ul>		<p>СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки</p> <p>СанПиН 2.2.4.1191-03 "Электромагнитные поля в производственных условиях"</p> <p>ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.</p> <p>СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы</p>

### 5.2.2 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов

При исследовании длины и скорости протяженных изделий на рабочем месте ООО «НПО Редвилл» офис 159, основными источниками потенциально

вредных и опасных производственных факторов (ОВПФ) являются работа с электрооборудованием и пайка [14]:

Могут навредить чрезмерное напряжение глаз при работе при недостаточном освещении и стресс под действием жары при работе в жарком помещении.

Использование электрооборудования может привести к наличию таких вредных факторов, как повышенный уровень статического электричества, повышенный уровень электромагнитных полей, повышенная напряженность электрического поля.

К основной документации, которая регламентирует вышеперечисленные вредные факторы относятся ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление» и ГОСТ 12.2.021-76 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ) Электрооборудование взрывозащищенное. Порядок согласования технической документации, проведения испытаний, выдачи заключений и свидетельств» [17].

*Электромагнитные поля:*

Предельно допустимые уровни (ПДУ) электромагнитных полей (ЭМП) на рабочем месте в офисе 159, ООО «НПО Редвилл», создаваемых электрооборудованием, не должны превышать значений СанПиН 2.2.4.1191-03 [18], представленных в таблице 5.2:

Таблица 5.2 - ПДУ электромагнитного магнитного поля [18]

Время воздействия за рабочий день, минуты	Условия воздействия			
	Общее		Локальное	
	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл
0-10	24	30	40	50
11-60	16	20	24	30
61-480	8	10	12	15

Уровни ЭМП на рабочем месте в офисе 159, ООО «НПО Редвилл», перечисленные в таблице 5.2. соответствуют нормам СОУТ [32].

*Шум:*

В соответствии с ГОСТ 23337-2014 основной шум - шум в определенном месте, обычно состоящий из шума различных источников как подвижных, так и расположенных стационарно.

Источниками шума на рабочем месте в офисе 159, ООО «НПО Редвилл» являются: цифровой осциллограф АСК-2061, цифровой мультиметр, паяльная станция, источник питания постоянного напряжения и тока АТН-4235, генератор VC-2002.

Уровень шума в помещениях не должен превышать 80 дБ согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [19].

Таблица 5.3 Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест [19]

N пп.	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука ( дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Уровень шума в офисе 159, ООО «НПО Редвилл», соответствует нормам СОУТ [32].

*Микроклимат:*

В рабочих помещениях, температура не должна превышать 22-24°C согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [20].

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [20] работа, производимая на рабочем месте в офисе 159, ООО «НПО Редвилл» относится к работам категории Ib: к категории Ib относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч (140-174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства и т. п.).

Таблица 5.4 - Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Катег. работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относ. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб	21-23	20-24	40-60	0,1
Теплый	Iб	22-24	21-25	40-60	0,1

Таблица 5.5 - Допустимые величины интенсивности теплового облучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м <sup>2</sup> , не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

Микроклимат на рабочем месте в офисе 159, ООО «НПО Редвилл» соответствует допустимым нормам СОУТ [32].

*Освещение:*

Согласно СНиП 23-05-95 [21], уровень общей освещённости в лаборатории при проведении исследований должно составлять не менее 500 лк.

На рабочем месте в офисе 159, ООО «НПО Редвилл» имеется естественное и искусственное освещение. В качестве источников света применяются

люминесцентные лампы типа ЛБ. Также используются светильники местного освещения - металлогалогенные лампы.

Рекомендации: в качестве источников света применить светодиодные лампы. Прямое излучение ярких светодиодных источников света не должно попадать в поле зрения находящихся в помещении.

Согласно СНиП 23-05-95 [21], на рабочем месте в офисе 159, ООО «НПО Редвилл» III разряд зрительной работы с учетом углового размера объекта различения, определяемого отношением минимального размера объекта различения  $d$  к расстоянию от этого объекта до глаз работающего  $l$ :  $\text{св. } 0,6 \times 10^{-3} \ll 1 \times 10^{-3}$

Таблица 5.6 - Требования к освещению помещений промышленных предприятий

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Естественное освещение		
						Освещенность, лк		
						при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	
						всего	в том числе от общего	
Высокой точности	От 0,30 до 0,50		а	Малый	Темный	2000	200	500
						1500	200	400
		III		Малый	Средний	1000	200	300

Согласно СП 52.13330.2011 условия освещения на рабочем месте в офисе 159, ООО «НПО Редвилл» соответствуют нормам СОУТ [32]

*Уровень концентрации вредных веществ в воздухе*

Вредные вещества, которые могут содержаться в воздухе при производстве печатных плат. Согласно ГН 2.1.6.695-98 [23], предельно допустимая концентрация (ПДК) хлорида железа и персульфата аммония, выделяющиеся при пайке в воздухе, составляет 0,004 мг/м<sup>3</sup> и 0,1 мг/м<sup>3</sup> соответственно. Кадмия должно содержаться в воздухе не более 0.0003 мг/м<sup>3</sup> исходя из ГН 2.1.6.695-98 [23]. Для обеспечения минимального воздействия вредных веществ или их полного отсутствия на организм человека, необходимо предусмотреть дополнительную вентиляцию, а также средства индивидуальной защиты, такие как респиратор или марлевая повязка.

Уровень концентрации вредных веществ в воздухе на рабочем месте в офисе 159, ООО «НПО Редвилл», соответствует нормам СОУТ [32]

#### *Электрическая безопасность:*

На рабочем месте в офисе 159, ООО «НПО Редвилл», согласно ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление» основную защиту обеспечивают посредством основной изоляции между опасными частями, находящимися под напряжением, и открытыми проводящими частями, а также посредством автоматического отключения питания. защитное отключение; защитное разделение сетей; предохранительные устройства.

Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия: 1) оформление работы нарядом или устным распоряжением; 2) проведение инструктажей и допуск к работе; 3) надзор во время работы. Уровень напряжения для питания в офисе 159 – 220 В.

Согласно разделу 1.1.13 ПУЭ [24] по опасности поражения электрическим током рабочее место в офисе 159, ООО «НПО Редвилл» относится к первому классу – помещения без повышенной опасности: сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%). Используемые напряжения питания до 1000В.

Самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током при эксплуатации измерительных приборов и устройств - защитное

заземление, которое предназначено для превращения “замыкания на корпус” в «замыкание на землю», с тем, чтобы уменьшить напряжение прикосновения и напряжение шага до безопасных величин (выравнивание потенциала).

Электробезопасность в офисе 159, ООО «НПО Редвилл», соответствует нормам СОУТ [32].

#### *Термические ожоги*

При не аккуратном обращении с паяльной станцией, есть большая вероятность получить сильные ожоги. В офисе 159, ООО «НПО Редвилл», все оборудование защищено согласно нормам СОУТ [32]: для избегания травм, паяльник оснащен специальной теплоизоляционной ручкой и подставкой встроенной в саму станцию. Для предотвращения ожогов при контакте с токоведущими частями приборов или при контакте с корпусом прибора во время короткого замыкания, все приборы заземлены.

### **5.3. Экологическая безопасность**

При монтаже печатной платы устройства был задействован флюс для пайки и припой, при работе с которыми происходило испарение веществ. При работе самого прибора в окружающую среду ничего не выделяется.

#### **5.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду**

К вредным и опасным факторам в паяльном производстве относятся: ультрафиолетовое видимое и инфракрасное излучение источников нагрева и нагретых деталей; электромагнитные поля; ионизирующие излучения; ультразвук; рентгеновское излучение; запыленность и загазованность воздуха. При пайке и использовании припоев и флюсов в окружающую среду поступают аэрозоли, содержащие в составе твердой фазы окислы металлов (марганца, хрома, никеля, железа, меди, титана, алюминия), а также токсичные газы (окись углерода, фтористые, хлористые, бромистые соединения, окислы азота).

Процессы пайки или лужения оловянно-свинцовыми и оловянно-свинцово-кадмиевыми припоями могут сопровождаться выделением токсичных веществ: свинца и окиси кадмия, которые в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 [25] относятся к веществам 1-го класса опасности.

Поступление вредных веществ в организм человека в условиях изготовления и использования припоев возможно при вдыхании загрязненного воздуха, а также с водой и пищей при несоблюдении работниками личной гигиены.

### **5.3.2 Анализ «жизненного цикла» объекта исследования**

Жизненный цикл изделия — совокупность явлений и процессов, повторяющаяся с периодичностью, определяемой временем существования типовой конструкции изделия от её замысла до утилизации или конкретного экземпляра изделия от момента завершения его производства до утилизации (ГОСТ Р 56136-2014) [26].

Основные стадии жизненного цикла:

- Проведение научных экспериментов: построение математических и компьютерных моделей
- Проектирование
- Испытания
- Закупка материалов и комплектующих изделий
- Изготовление
- Использование по назначению
- Утилизация и (или) переработка

После того как устройство отработает свой срок, его необходимо будет утилизировать как обычный бытовой прибор по ГОСТ 26119-97 [26].

### **5.3.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды**

В соответствии с требованиями охраны труда (ГОСТ 12.1.007-76) [24], помещения, в которых выполняются паяльные работы, должны быть оснащены вытяжной вентиляцией. Работа вентиляционных установок должна контролироваться с помощью световой и звуковой сигнализации, автоматически включающейся при остановке вентиляции. Работники, занятые пайкой расплавленным припоем, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты.



Все эти требования направлены на минимизацию воздействий вредных и опасных факторов на здоровье человека, выполняющего процесс пайки.

Однако они не смогут защитить здоровье человека, если не проведена работа по уменьшению вредных веществ в составе самих используемых при пайке материалов, так как в процессе нагрева вещества, входящие в состав

припоя и флюса, испаряются и разлагаются. Здесь рекомендуется использование бессвинцового припоя и менее активных флюсов, например флюсы, содержащие канифоль.

#### **5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

##### **5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при производстве объекта на предприятии и может вызвать сам объект исследований**

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения» [27] Чрезвычайная ситуация (ЧС) - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие виды ЧС:

1. Пожары, взрывы;
2. Внезапное обрушение зданий, сооружений;
3. Геофизические опасные явления (землетрясения);
4. Метеорологические и агрометеорологические опасные явления

Наиболее вероятной ЧС, которая может возникнуть при производстве объекта на рабочем месте в офисе 159, ООО «НПО Редвилл», а также может вызвать сам прибор измерения длины и скорости, является пожар. Пожар может возникнуть при коротком замыкании в процессе разработки или эксплуатации прибора.

Существует вероятность пожаров, вызванных применением пайки при неправильном соблюдении техники безопасности с паяльной станцией, а также в результате воспламенения горючих веществ (спиртовые растворители, флюс).

Основные источники возникновения пожара:

- 1) Неисправное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях.
- 2) Электрические приборы с дефектами.
- 3) Перегрузка в электроэнергетической системе (ЭЭС) и короткое замыкание в электроустановке.

#### **5.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС**

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара на рабочем месте в офисе 159, ООО «НПО Редвилл». Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров [28].

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» [29] для оповещения о возникновении пожара на рабочем месте в офисе 159, ООО «НПО Редвилл» установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели 3 шт, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковой и световой сигнализации.

Также рабочее место в офисе 159, ООО «НПО Редвилл» оснащено такими средствами пожаротушения: огнетушителями типа ОУ-3 1 шт. 5 литров и ОП-3

1 шт. 3 литра (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники).

Таблица 5.7 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	порошковый (серии ОП)
До 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 [30] рабочее место в офисе 159, ООО «НПО Редвилл», предназначенное для исследования и использования результатов проекта, относится к типу В1 – пожароопасное:

Таблица 5.8 - Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
В1 пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б

Мероприятия по повышению пожарной безопасности:

1. Технические: соблюдение противопожарных норм при выборе и монтаже оборудования; использование первичных средств пожаротушения (допускается применение газовых и порошковых огнетушителей типа ОУ-5 и ОП-5);

2.Эксплуатационные: правильная эксплуатация оборудования; правильное содержание помещения;

3.Режимные: проведение профилактических осмотров; наблюдение за наличием и исправностью противопожарного оборудования. Следует

выполнять требования правил пожарной безопасности ППБ - 01 – 93 [31], относящихся к паяльным работам. Рабочее место при проведении паяльных работ должно быть очищено от горючих материалов, а находящиеся на расстоянии менее 5 м конструкции из горючих материалов должны быть защищены экранами из негорючих материалов или политы водой (водным раствором пенообразователя и т.п.).

В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию работников и сотрудников в соответствии с планом эвакуации помещения на п-р Ленина 30/2, 1 этаж.

При возникновении пожара необходимо сообщить об этом в городскую пожарную охрану по телефону 01 (при этом необходимо сообщить точный адрес здания, место возникновения пожара или обнаружения признаков пожара, вероятную возможность угрозы людям, а также другие сведения, необходимые диспетчеру пожарной охраны). Кроме того, следует назвать себя и номер телефона, с которого делается сообщение о пожаре.

## **Заключение**

На основе анализа существующих методов и средств измерения геометрических параметров протяженных изделий сложного сечения показано, что одними из эффективных методов контроля являются теневой метод в расходящемся и в квазипараллельном пучке, которые характеризуются малой погрешностью измерения, высоким быстродействием, хорошей помехоустойчивостью и простотой технической реализации.

Предложена структурная схема оптического двухкоординатного метода в квазипараллельном пучке, прибор на основе которой будет обладать всеми преимуществами метода. Все недостатки метода будут сведены к минимуму. В дальнейшем планируется конструктивная проработка измерительной установки на основе данной схемы и разработка программного обеспечения для проведения измерений.

## Список использованной литературы

1. Саакян А.Е. Технический контроль производства кабелей, проводов и шнуров с резиновой и полихлорвиниловой изоляцией : учебное пособие / А. Е. Саакян. — М. ; Л. : Госэнергоиздат, 1957. — 239 с. : ил. — Библиогр.: с. 240.
2. Свендровский А. Р. Контроль технологических параметров процесса изготовления кабельных изделий / А. Р. Свендровский; Труды Российской научно – технической конференции "Новейшие технологии в приборостроении". Ч. 2. – Томск, Изд-во ТПУ, 1997. – 68 – 71 с.
3. Fedorov E. M. , Koba A. A. Three-axis laser method for measuring the diameter of cylindrical objects // 2016 Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines, Dynamics 2016, Omsk, November 15-17, 2016. - New York: IEEE, 2017 - p. 1-4
4. Пешков И.Б. Мировые тенденции развития кабельной техники // Журнал кабели и провода. – 2002. – № 3. – С. 15 – 19.
5. Свендровский А.Р. и др. Опыт разработки устройства бесконтактного измерения диаметра кабельных изделий // Электротехника. – 1991.- № 3. –с. 26
6. Основы кабельной техники : учебное пособие / Под ред. В.А.Привезенцева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергия, 1975. — 472 с. Др. издание: Основы кабельной техники : учебное пособие / Под ред. В.А.Привезенцева. — М. : Энергия, 1967. — 464 с. — 1р.09к.
7. Кабели и провода : Учебное пособие для техникумов. — М. ; Л. : Энергия, 1959-.Т. 3: Производство кабелей и проводов с пластмассовой и резиновой изоляцией, обмоточных проводов с эмалевой и волокнистой изоляцией / Н. И. Белоруссов, П. М. Глупушкин, М. В. Константинов и др. ; Под ред. Н. И. Белоруссова, В. А. Привезенцева. — 1964. — 470 с. : ил. — Библиогр.: с. 469-470.
8. Аникеенко, Владимир Михайлович. Основы кабельной техники : учебное пособие: в 2 ч. / В. М. Аникеенко ; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2005-. — (Учебники Томского

политехнического университета). Ч. 1. — 2005. — 126 с. : ил. — Библиогр.: с. 124.

9. Аникеенко, Владимир Михайлович. Основы кабельной техники : учебное пособие: в 2 ч. / В. М. Аникеенко ; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2005-. — (Учебники Томского политехнического университета). Ч. 2. — 2005. — 167 с. : ил. — Библиогр.: с. 164.

10. Электроизоляционная и кабельная техника. Методы испытания электротехнических материалов и изделий : [сборник статей] / Иркутский политехнический институт (ИрПИ); под ред. Ю. Т. Плискановского. — Иркутск : Б. и., 1975. — 214 с. : ил. — Библиогр. в конце ст. 1 шт.

11. Кижаяев, С. А. Интеллектуальные системы измерения в процессе экструзии в кабельной промышленности / С. А. Кижаяев // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика : журнал. — М., 2004. — № 7. — С. 52-54. — (Измерения, контроль, диагностика) . — ISSN 0032-8154. — Библиогр.: 5 назв.

12. Кабели и провода : Учебное пособие для техникумов. — М. ; Л. : Энергия, 1959-Т. 3: Производство кабелей и проводов с пластмассовой и резиновой изоляцией, обмоточных проводов с эмалевой и волокнистой изоляцией / Н. И. Белоруссов, П. М. Глупушкин, М. В. Константинов и др. ; Под ред. Н. И. Белоруссова, В. А. Привезенцева. — 1964. — 470 с. : ил. — Библиогр.: с. 469-470.

13. Петров, Александр Васильевич. Методы испытаний электрической изоляции : практикум по курсу : учебное пособие / А. В. Петров ; Томский политехнический университет. — Томск : Изд-во ТПУ, 2005. — 121 с. : ил. — (Учебники Томского политехнического университета) . — Библиография в конце глав.

14. ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

15. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста

и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ, Томск  
2019

16.ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы.  
Классификация, 2015

17.ГОСТ 12.2.021-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).  
Электрооборудование взрывозащищенное. Порядок согласования технической  
документации, проведения испытаний, выдачи заключений и свидетельств

18.СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных  
условиях

19.СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых,  
общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы

20.СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату  
производственных помещений

21.СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение ГОСТ Р  
50948-2001 Средства отображения информации индивидуального пользования.  
Общие эргономические требования и требования безопасности

22.ГН 2.1.6.695-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК)  
загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

23.Правила устройства электроустановок. Седьмое издание, 2002

24.ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).  
Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

25.ГОСТ Р 56136-2014 Управление жизненным циклом продукции.

26.ГОСТ 26119-97 Электроприборы бытовые

27.ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.  
Термины и определения

28.Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических  
процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П.П.  
Кукин и др. - 5-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009. - 335 с.

29.НПБ 104-03 Проектирование систем оповещения людей о пожаре в  
зданиях и сооружениях



30.НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, 2003

31.ППБ 01-93 Правила пожарной безопасности в Российской Федерации

32.Специальная оценка условий труда в ООО «НПО Редвилл», 2015 г.

**Приложение А «Должностные оклады профессорско-преподавательского состава с 01.06.2016 г.»**



870

Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

**ПРИКАЗ**

25.05.2016

№ 5994

г. Томск

В соответствии с Едиными рекомендациями на 2016 год, утвержденными решением Российской трехсторонней комиссии по урегулированию социально-трудовых отношений от 25 декабря 2015 года, письмом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 мая 2016 года № АП-725/02, в целях развития кадрового потенциала, повышения престижности и привлекательности педагогической профессии

приказываю:

§ 1

Установить с 01.06.2016 года должностные оклады профессорско-преподавательского состава в размере:

Должность	Степень	ПКГ	Оклад (без учета РК), руб.
заведующий кафедрой	дн	ППС 5	38 800
заведующий кафедрой	кн	ППС 5	33 800
профессор, профессор-консультант	дн	ППС 4	36 800
профессор, профессор-консультант	кн	ППС 4	32 500
профессор, профессор-консультант	нет	ППС 4	29 200
доцент	дн	ППС 3	31 000
доцент	кн	ППС 3	26 300
доцент	нет	ППС 3	23 000
старший преподаватель	кн	ППС 2	23 100