

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ



ПОБЕДИТЕЛЬ КОНКУРСА ИННОВАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ВУЗОВ

**Д.Г. Грязин**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по преддипломной практике и дипломному  
проектированию для студентов направления  
220400 – Мехатроника и робототехника**



Санкт-Петербург

2007

УДК 61; 62; 681.11; 681.2

Грязин Д.Г. Методические указания по преддипломной практике и дипломному проектированию для студентов направления 220400 – Мехатроника и робототехника. – СПб: СПбГУИТМО, 2007.- 62 стр.

Настоящее издание содержит методические указания по проведению преддипломной практики и осуществлению дипломного проектирования на этапах выбора темы проекта, выполнения расчётов, обоснования принципиальных и конкретных технических решений, оформления пояснительной записки, разработки алгоритмов и программ математического моделирования, выполнения графических материалов, подготовки к защите и проведения защиты. Материалы содержат приложения, позволяющие студенту использовать унифицированные формы отдельных документов и их фрагментов, уверенно ориентироваться в вопросах формулировки и подготовки задания, использования в разработках отечественных и международных стандартов.

Методические указания предназначены для студентов-дипломников и руководителей дипломного проектирования.

Рецензент - заслуженный деятель науки РФ, д.т.н, профессор И.Б.Челпанов.

Подписано к печати Советом ФТМиТ, протокол №10 от 15.05.2007 г.



В 2007 году СПбГУ ИТМО стал победителем конкурса инновационных образовательных программ вузов России на 2007–2008 годы. Реализация инновационной образовательной программы «Инновационная система подготовки специалистов нового поколения в области информационных и оптических технологий» позволит выйти на качественно новый уровень подготовки выпускников и удовлетворить возрастающий спрос на специалистов в информационной, оптической и других высокотехнологичных отраслях экономики.

© Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, 2007 г.

© Грязин Д.Г., 2007 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

стр

№ п/п

	<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	4
1.	<b>ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА»</b>	5
2.	<b>ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, ОРГАНИЗАЦИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ</b>	8
3.	<b>ТЕМАТИКА ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)</b>	9
4.	<b>ТРЕБОВАНИЯ И ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ</b>	11
5.	<b>РУКОВОДИТЕЛЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ) И ЕГО ОБЯЗАННОСТИ</b>	13
6.	<b>ЗАДАНИЕ НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ (РАБОТУ)</b>	14
7.	<b>ТИПОВАЯ СТРУКТУРА КОНСТРУКТОРСКОГО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА</b>	15
8.	<b>СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ</b>	16
9.	<b>ТЕМАТИКА И ТИПОВАЯ СТРУКТУРА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ</b>	22
10.	<b>СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ К ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЕ</b>	24
11.	<b>ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)</b>	28
12.	<b>ТРЕБОВАНИЯ К ДОКЛАДУ</b>	35
13.	<b>РЕКОМЕНДАЦИИ РУКОВОДИТЕЛЮ И РЕЦЕНЗЕНТУ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ) ПО ОТЗЫВУ И РЕЦЕНЗИИ</b>	36
14.	<b>ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ И НЕДОСТАТКИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ И ЗАЩИТЕ ПРОЕКТА</b>	37
15.	<b>ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ДИПЛОМНЫХ РАБОТ</b>	38
	<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b>	40
	<b>Приложение № 1</b> Образцы титульного листа, заданий на выпускную квалификационную работу, отзывов руководителя и рецензента, аннотации (для студентов СПбГУИТМО)	41
	<b>Приложение № 2</b> Примерный перечень тем выпускных квалификационных работ	53
	<b>Приложение № 3</b> Перечень основных стандартов, необходимых для дипломного проектирования	54

## ВВЕДЕНИЕ

Дипломный проект – это самостоятельная квалификационная работа, по результатам успешной защиты которой выпускнику присваивается квалификация инженера по соответствующей специальности. Выполнение дипломного проекта является завершающим этапом обучения студента.

Темы дипломных проектов определяет выпускающая кафедра на основе предварительных обсуждений предложений предприятий и организаций, заинтересованных в конкретных разработках, направленных на совершенствование существующей и создание новой техники.

Дипломный проект выполняется студентом самостоятельно и именно он несет ответственность за полноту, качество и сроки его выполнения. Для оказания студенту организационно-методической помощи и предоставления консультаций, в ходе выполнения проекта, выпускающая кафедра выделяет каждому студенту-дипломнику руководителя из числа высококвалифицированных преподавателей, научных сотрудников и инженеров, в том числе и из промышленных предприятий. По экономической части и по охране труда консультирование обеспечивают соответствующие специализированные кафедры.

Выпускная квалификационная работа дипломированного специалиста (дипломный проект, дипломная работа) должна представлять собой самостоятельное исследование, связанное с проработкой теоретических, экономических, проектно-конструкторских, технологических задач применительно к техническим устройствам в соответствии с профилем специальности и специализации. При этом дипломная работа, в отличие от проекта, имеющего характер опытно-конструкторской работы, должна иметь научно-исследовательскую направленность и должна быть связана с практическим решением научно-производственных задач. Дипломный проект или дипломная работа должны быть преимущественно ориентированы на использование знаний, полученных в процессе освоения дисциплин специальности и специализаций, а также в процессе прохождения студентом производственных практик. Значительна роль организации процесса прохождения преддипломной практики и выполнения дипломных работ. В данных методических рекомендациях этому аспекту уделяется значительное внимание.

Для направления «Мехатроника и робототехника», в зависимости от направленности и характера решаемых задач, дипломные проекты подразделяются на конструкторские и научно-исследовательские. В приведенных ниже методических рекомендациях эта специфика учитывается.

Автор выражает глубокую признательность проф. И.Б.Челпанову за предоставленные материалы и исключительно ценные советы, позволившие значительно улучшить содержание учебного пособия.

## 1. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «МЕХАТРОНИКА»

Требования к содержанию и уровню подготовки инженера, которые должны быть продемонстрированы в дипломном проекте или дипломной работе, определяются Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению 220400 – Мехатроника и робототехника. Среди многообразия требований, предъявляемых к специалисту, прошедшему обучение, следует выделить следующие основные [1].

Инженер по указанной специальности должен **знать**:

- методические и нормативные руководящие материалы, касающиеся конструкторской и технологической подготовки производства мехатронных систем, роботов их модулей;
- современные требования рынка наукоемкой продукции к роботам, мехатронным модулям и системам в плане выполнения качественно новых функций, получения высоких скоростей и высокой точности перемещений, использования элементов искусственного интеллекта, компактности устройств при управлении по многим степеням свободы исполнительных механизмов;
- системы и методы проектирования мехатронных робототехнических устройств, интегрированных, гибридных модулей и систем;
- виды первичных и промежуточных преобразователей в мехатронике: электрические, гидравлические, пневматические, химические, тепловые, комбинированные;
- принципы работы, условия монтажа и технической эксплуатации проектируемых изделий, технологию производства механических и электронных модулей роботов, мехатронных устройств и систем;
- технические характеристики и показатели лучших отечественных и зарубежных образцов изделий мехатроники и роботов, аналогичных проектируемым;
- стандарты, методики и инструкции по разработке и оформлению конструкторской документации;
- типовые технические требования, предъявляемые к разрабатываемым изделиям мехатроники и роботам, порядок их аттестации и сертификации;
- методы проведения технических расчетов конструкций исполнительных механизмов с учетом свойств материалов, автоматических приводов, электронных схем, систем датчиков и пр.;
- порядок и методы проведения литературно-патентного анализа (информационного поиска);
- основы эргономики, технической эстетики и художественного конструирования;
- передовой отечественный и зарубежный опыт разработки аналогичной продукции.

Инженер по указанной специальности должен **уметь**:

- программировать на различных алгоритмических языках;

- разрабатывать математические модели мехатронных устройств, модулей, агрегатов, роботов, робототехнических комплексов, систем и подсистем, а также проводить их анализ с использованием программных и программно-аппаратных комплексов;

- грамотно применять методы автоматизированного проектирования мехатронных систем и роботов с использованием приспособленных для этого программных комплексов;

- использовать при проектировании механических узлов программные средства автоматизации проектирования (пакеты *ProEngineer*, *AutoCAD*, *Компас* и др.), современные компьютерные средства с необходимой периферией;

- разрабатывать алгоритмы управления мехатронными системами и роботами;

- разрабатывать структуры сложных мехатронных и робототехнических систем, используя методы локальных сетей и систем логического управления, их аппаратное и программное обеспечение;

- применять методы искусственного интеллекта при проектировании систем управления мехатронными и робототехническими системами для решения задач планирования, принятия решений и распознавания образов;

- при необходимости разрабатывать интеллектуальный интерфейс для управления мехатронными и робототехническими системами с помощью проблемно-ориентированных языков программирования в режиме диалога оператора с системой управления;

- разрабатывать и создавать системы знаний и экспертные системы для проектирования мехатронных и робототехнических систем, а также для управления ими;

- обеспечить разработку способов, систем и программно-аппаратных средств дистанционного управления с учетом требований эргономики и инженерной психологии;

- применять сенсоры и сенсорные системы, в частности, системы технического зрения, тактильного и силомоментного очувствления, включая их аппаратные части и программное обеспечение;

- определять требования и разрабатывать технические задания на отдельные подсистемы мехатронных систем, включая исполнительные механизмы, электронные, электромеханические и прочие устройства и подсистемы;

- выбирать и разрабатывать приводы для мехатронных систем, осуществлять их расчет, математическое моделирование и проводить испытания;

- применять микропроцессорные устройства и системы управления для всех уровней управления мехатронных и робототехнических систем, математическое и полунатурное моделирование, исследование и отладку;

- разрабатывать информационно-измерительные комплексы встроенного контроля и диагностики мехатронных и робототехнических модулей, их программно-аппаратное обеспечение;

- проводить диагностику мехатронных модулей и модулей роботов, планировать и выполнять профилактические работы;

- проводить анализ технологических процессов в различных отраслях промышленности с целью выработки рекомендаций по внедрению средств мехатроники и роботов и анализа ожидаемого эффекта;
- определять требования к структуре и составу мехатронных и робототехнических систем, к их программному обеспечению для конкретных технологических процессов;
- демонстрировать результаты разработок в виде презентаций с широким использованием трехмерной компьютерной графики и анимации;
- проводить технико-экономическое обоснование разработок мехатронных и робототехнических модулей и систем;
- определять социальную и экономическую эффективность внедрения и использования мехатронных систем и роботов;
- обеспечивать внедрение и эксплуатацию мехатронных и робототехнических устройств, модулей и агрегатов, сопровождение и модернизацию управляющего программного обеспечения комплекса и его отдельных подсистем;
- обеспечивать соблюдение эргономических требований и требований к безопасности разрабатываемого оборудования при его эксплуатации.

Для компетентного и ответственного решения профессиональных задач инженер должен иметь **подготовку**, достаточную для выполнения следующих профессиональных обязанностей:

- разработки проектов сложных и средней сложности изделий с использованием программных средств автоматизации проектирования механических и электронных модулей, передового опыта разработки новых изделий, удовлетворяющих техническим требованиям, требованиям технологичности, стандартам, нормам охраны труда, при использовании в них по возможности стандартизованных и унифицированных деталей и сборочных единиц;
- проведения патентных исследований;
- определения показателей технического уровня проектируемых мехатронных изделий и роботов;
- составления кинематических схем, схем общих компоновок и стыковки механических исполнительных и электронных модулей;
- выбора алгоритмов функционирования мехатронных систем в целом, сенсорных управляющих электронных подсистем и модулей, выполнения всех необходимых технических расчетов по проектам;
- проведения технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности использования спроектированных мехатронных изделий и роботов;
- составления технического описания, инструкций по эксплуатации, наладке и ремонту, пояснительной записки к ним, карт технического уровня, паспортов (в том числе патентных и лицензионных), программ испытаний, технических условий, и другой технической документации.

Настоящие методические рекомендации ориентированы на то, чтобы перечисленные знания и умения в максимальной мере проявились и были

продемонстрированы при выполнении дипломных проектов (работ) и при их защите.

## **2. ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, ОРГАНИЗАЦИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКИ**

Целью преддипломной практики является окончательный выбор темы дипломного проекта (работы) и подготовка студента к его выполнению. Задачами преддипломной практики являются: ознакомление с функционирующим производством, с технологией и оборудованием, изучение перспективных разработок на предприятии, участие в выполнении проектно-конструкторских и экспериментально-исследовательских работ. Во время прохождения практики студент должен:

- изучить технологическое оборудование, используемое для производства мехатронных и робототехнических систем и их модулей, правила его эксплуатации, способы его наладки, проанализировать конкретные примеры использования роботов, мехатронных модулей, узлов и агрегатов, условия и особенности их эксплуатации, монтажа и автоматизированного проектирования;

- получить навыки программирования и наладки мехатронных и робототехнических систем, их эксплуатации в системах современного автоматизированного производства, обеспечения контроля оборудования и технической диагностики.

Сроки прохождения преддипломной практики устанавливаются приказом ректора в соответствии с учебным планом по специальности [2]. Содержание преддипломной практики определяется её программой, составляемой совместно руководителем практики от выпускающей кафедры университета и руководителем по месту прохождения практики. Программа утверждается заведующим выпускающей кафедрой.

Организационная подготовка преддипломной практики со стороны кафедры заключается в подготовке, согласовании и утверждении по установленной форме руководством университета и предприятия соглашений и договоров, содержащих условия прохождения практики. Перед началом практики проводится организационное собрание, на котором студентов знакомят с целью и задачами преддипломной практики, утверждают руководителей практики от университета, при необходимости выдают направление на практику, окончательно согласуют программу преддипломной практики, а также подготавливают материалы, необходимые для последующей подготовки проекта задания на дипломное проектирование. При явке на предприятие студенту необходимо иметь с собой все необходимые документы для оформления пропуска (паспорт, форму допуска, фотографии на пропуск и пр.).

Каждому студенту или группе студентов назначается руководитель преддипломной практики от предприятия, который обязан:

- осуществлять общее руководство практикой и совместно с руководителем практики от университета, подготовить индивидуальное задание,



составить план-график прохождения практики и осуществлять периодический контроль его выполнения;

- совместно с руководителем практики от университета участвовать в составлении задания по дипломному проектированию в течение первых трех недель практики;

- обеспечить глубокое изучение вопросов, предусмотренных программой практики, решать возникающие во время прохождения практики технические, методические и организационные вопросы, согласовывая их с руководителем практики от университета и руководством предприятия;

- оказывать помощь в подборе материалов по будущему дипломному проекту (работе), предоставлять возможность пользоваться имеющейся технической и справочной литературой, методиками расчета, описаниями, отчетами, средствами вычислительной техники, программными продуктами и прочими материалами и оборудованием.

Аттестация по итогам практики проводится на основании оформленного в соответствии с установленными требованиями письменного отчета студента. По итогам практики выставляется оценка. Студенты, успешно прошедшие аттестацию по преддипломной практике допускаются к Государственному экзамену по специальности и дипломному проектированию.

### **3. ТЕМАТИКА ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)**

Дипломный проект является важнейшим итогом обучения на заключительном этапе образования; в связи с этим содержание выпускной работы и степень успешности ее защиты учитываются, как основной критерий при оценке уровня подготовки выпускника и при оценке качества реализации образовательной программы в университете.

Темы дипломных проектов должны быть актуальными, т.е. отвечать требованиям реальных задач научно-технического прогресса, стоящих перед промышленными предприятиями, исследовательскими институтами, производственными организациями и конструкторскими бюро, и могут содержать элементы поисковых разработок.

Для студентов специальности «Мехатроника» направления «Мехатроника и робототехника» тематика дипломного проектирования может базироваться на разработке и исследовании мехатронных и электромеханических устройств различного назначения, систем автоматического и автоматизированного управления механическими объектами, приборов точной механики, устройств контроля параметров технологических процессов при производстве изделий и т.п. Дипломные проекты указанного профиля должны содержать разработки исполнительных устройств, систем и комплексов, в которых основой является механическая часть (машина, агрегат, установка), но управление осуществляется с помощью электронных устройств, как правило, компьютерных.

Темы дипломных проектов также могут быть посвящены разработке новой прогрессивной технологии на базе принципов мехатроники, разработке и

использованию новых физических принципов изготовления изделий и соответствующего оборудования, измерения и контроля их параметров, а также разработке устройств специального назначения.

Темы дипломных работ и дипломных проектов предлагаются сотрудниками выпускающей кафедры или формируются ими совместно с сотрудниками внешних организаций. Темы утверждаются сначала заведующим кафедрой, а затем распоряжением по факультету. Студент может предложить свою тему выпускной работы с необходимым обоснованием ее разработки. За актуальность, соответствие тематики выпускной работы профилю специальности «Мехатроника» (направления «Мехатроника и робототехника»), руководство и организацию ее выполнения несет ответственность выпускающая кафедра и непосредственно руководитель дипломной работы или дипломного проекта.

Рекомендуется выдавать такие темы выпускной работы, которые являются продолжением ранее проводившейся исследовательской работы студента или идут в развитие курсового проекта. Возможна разработка комплексных тем, когда одна сложная тема прорабатывается группой из двух-трех дипломников, допускается привлечение в коллектив дипломников других кафедр под общим руководством одного руководителя. В дипломных заданиях на такую тему должно быть четко указано, какие разделы общей темы выполняются в каждом дипломном проекте.

В выпускной квалификационной работе должны ставиться только такие задачи, пути решения которых, известны руководителю. Не допускается ставить задачи, возможность решения которых проблематична или которые требуют открытий или изобретений. Однако постановка задачи должна способствовать творческой работе студента над проектом и требовать самостоятельного принятия решений по отдельным техническим вопросам.

Тематика дипломного проекта (работы) может быть посвящена:

- проектированию новой мехатронной или робототехнической системы, подсистемы или устройства;
- модернизации ранее спроектированной системы, подсистемы или устройства;
- теоретическим или экспериментально-теоретическим исследованиям, направленным на решение какой-либо прикладной задачи;
- созданию научно и учебно-методических материалов;
- разработке какого-либо иного интеллектуального продукта.

Научные исследования, как правило, проводятся студентом под руководством преподавателя в течение продолжительного времени на четвертом-пятом курсах обучения. При подготовке дипломной работы, такие результаты лишь завершаются и обобщаются. Создание иных интеллектуальных продуктов, например, научно-методических или учебно-методических, может производиться в период подготовки дипломной работы.

В случае проведения экспериментальных исследований и испытаний необходимы программа и методика выполнения экспериментальных работ, описание результатов экспериментальных исследований.

#### **4. ТРЕБОВАНИЯ И ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

Выпускная квалификационная работа инженера по направлению «Мехатроника и робототехника» представляет собой законченную разработку - дипломный проект или дипломную работу, в которой решается задача проектирования мехатронного узла, модуля или агрегата многокомпонентной мехатронной робототехнической системы. При этом, анализируются решаемые с помощью проектируемого оборудования задачи, обосновываются требования к системе в целом, к ее отдельным подсистемам, модулям и компонентам, по этим требованиям проводится проектирование отдельных модулей, узлов и устройств. Методами компьютерного моделирования проводится исследование и оптимизация системы и ее отдельных подсистем, разрабатывается технологический процесс изготовления и сборки отдельных модулей и компонентов системы, осуществляется экономическое обоснование проекта, проводится его анализ с точки зрения экологии, эргономики и безопасности эксплуатации.

Основной целью дипломного проектирования является выполнение студентом самостоятельной проектной или научно-исследовательской работы, результаты которой подтверждают квалификацию инженера по направлению «Мехатроника и робототехника». Основным отчетным материалом в части выполнения является пояснительная записка к дипломному проекту и необходимые графические материалы, включающие чертежи и демонстрационные плакаты.

Технология дипломного проектирования включает следующие основные этапы: поиск научно-технической информации, отражающей состояние теоретических и практических разработок в рассматриваемой области, разработка технического задания, формирование принципов и подходов к решению задачи, проработка технических решений, выполнение конструкторской работы, выполнение необходимых расчетов, оформление пояснительной записки и графических материалов.

Сбор материалов для выполнения дипломного проекта (работы) производится в период преддипломной практики. В соответствии с программой практики студент отчитывается после ее окончания.

После оформления задания на дипломный проект (см. приложение 1) студент-дипломник непосредственно приступает к его выполнению. Приступая к дипломному проектированию, необходимо ознакомиться с информационными и патентными материалами по разрабатываемой теме, т.е. провести анализ состояния вопроса в исследуемой области. На этом этапе исследуются, как правило, патентные материалы (информационный поиск, литературно-патентный анализ по теме проекта), анализируются физические принципы, заложенные в основу работы устройств данного класса и отдельные известные конструктивные решения для реализации требований задания на проектирование.

Анализ состояния вопроса, проводимый студентом, может изменить первоначальное представление о разрабатываемой теме, т.е. внести изменение в постановку задачи исследования и даже привести к необходимости корректировки требований задания. Целью данного этапа работы является выбор наиболее подходящего аналога, определение направлений и путей новой разработки.

После того, как проведено исследование состояния вопроса, уточнены преимущества и недостатки известных решений в исследуемой области, необходимо синтезировать структуру (конструкцию) разрабатываемого изделия. Синтез конструкции является важнейшим этапом, который определяет технико-экономические показатели разработки.

Необходимым этапом является разработка функциональной, структурной и (или) кинематической схем изделия, которые в дальнейшем будут реализованы в виде конструкции. Этот этап предполагает расчет кинематической схемы создаваемого устройства применительно к совокупности технических требований. Разработка конструкции сложного изделия, как правило, начинается с компоновки отдельных узлов и элементов с учетом накладываемых ограничений, например на габаритные или установочные размеры. Этот этап предполагает обоснование выбора типа отдельных конструктивных элементов, например, шпинделей, направляющих для линейных перемещений, введение элементов для компенсации температурных деформаций и т.п.

После выбора кинематической или электро-кинематической схемы изделия и проработки его компоновки производится разработка конструкции. Конструкторская проработка изделия предполагает выполнение сборочного чертежа (чертежа общего вида) и рабочих чертежей деталей, удовлетворяющих всем требованиям ЕСКД. Естественно, что конструкторская проработка требует выполнения различных расчетов (параметров прочности, жесткости, точности, собственных частот и т.д.). В соответствии с требованиями к обеспечению условий нормального функционирования в заданных режимах выбираются приводы, а с учётом требований к видам выполняемых движений – структура, элементы и основные параметры систем автоматического или автоматизированного управления. В дипломном проекте, имеющем конструкторскую направленность, должны быть произведены все необходимые расчеты рассматриваемых мехатронных или робототехнических систем, а именно: геометрический, кинематический, силовой для статических и динамических режимов, расчет геометрической и кинематической точности, обеспечивающей все требуемые режимы функционирования. Далее по заданным требованиям к выполняемым движениям выбирается структура электронной (в частности, компьютерной) подсистемы, выполняющей функции получения и обработки информации от сенсорной подсистемы и преобразования ее в управляющие сигналы.

Подраздел, посвященный какому-либо расчету, должен содержать не только формулы для расчета, но и текстовую часть, разъясняющую последовательность и промежуточные выводы при расчётах. В начале каждого

раздела или подраздела необходимо указать, какую цель преследует данный расчет, какие параметры необходимо определить.

Дипломник должен использовать известные методики расчета, если они обеспечивают определение указанных параметров, при этом, каждый раз необходимо сослаться на источник, в котором изложена используемая методика. Если дипломником используется предложенная им самим методика, то она должна быть полностью и подробно описана и обоснована по критерию точности и достоверности результатов расчетов. После этого можно приводить формулу (формулы) для расчетов и результаты расчетов. Если при расчете необходимо задаваться какими-либо параметрами, например, конструктивными размерами, коэффициентом трения и т.д., выбор их значений должен быть обоснован. Расчет должен заканчиваться проверкой, удовлетворяют ли полученные значения параметров габаритным, силовым и прочим требованиям технического задания.

Вопросы конструирования и технологии изготовления мехатронных устройств, всегда неразрывно связаны, поскольку они направлены на преодоление противоречий между тенденцией повышения конструктивной точности деталей и снижением трудозатрат при производстве. Отсюда следует основной вывод: конструктивные требования к точности изготовления деталей должны быть минимально необходимыми с точки зрения обеспечения требований задания.

## **5. РУКОВОДИТЕЛЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ) И ЕГО ОБЯЗАННОСТИ**

Руководитель дипломного проекта или дипломной работы назначается приказом ректора по представлению деканата и выпускающей кафедры, как правило, из числа преподавателей или сотрудников кафедры. Руководителями дипломного проекта (работы) могут быть также специалисты из других учреждений и предприятий.

Руководитель выпускной работы:

- выдает задание на выпускную работу (рекомендуемая форма задания – в приложении 1) и разъясняет содержание задания;
- оказывает студенту помощь в получении необходимых материалов, в организации и выполнении работы;
- проводит систематические занятия со студентом и консультирует его;
- в случае необходимости обеспечивает консультации других специалистов;
- регулярно контролирует ход работы над дипломным проектом (работой) по частям или в целом;
- проверяет выполнение всех пунктов задания в пояснительной записке и в демонстрационном материале;
- составляет письменный отзыв о дипломном проекте (работе), по форме, приведённой в приложении 1.

За все сведения, изложенные в выпускной работе, принятые решения и за правильность всех результатов ответственность несет непосредственно студент – автор дипломного проекта (работы).

## 6. ЗАДАНИЕ НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ (РАБОТУ)

Задание на дипломный проект (работу) является основным официальным документом, определяющим его содержание, как квалификационной работы. Задание на дипломный проект (работу) оформляется на бланке стандартной формы на одной странице. Образцы заполнения заданий приведены в приложении 1.

Название темы выпускной работы должно быть по возможности кратким. Рекомендуется давать название, совпадающее с типом или классом разрабатываемого устройства без использования узкоспециализированных терминов, аббревиатур и условных шифров. Название темы должно содержать ключевое слово, определяющее направленность работы. Например, тему дипломного проекта можно назвать “Разработка датчика скорости вращения вала”, или “Проектирование привода механизма...”. Примерные названия тем выпускных работ приведены в Приложении 2.

Задание на выпускную работу должно включать следующие пункты:

- название темы выпускной работы;
- установленный срок сдачи студентом промежуточных этапов и законченной работы;
- исходные данные к выполнению проекта или работы, включающие в себя:
  - назначение изделия или прибора, физический принцип его действия;
  - область использования;
  - требования к основным элементам изделия;
  - требования к изделию по точности, быстродействию, надежности, долговечности, диапазону измерения и т.п.;
  - условия эксплуатации изделия: диапазон рабочих температур и давление окружающей среды; вибрационные и ударные нагрузки, магнитные, радиационные и др. воздействия;
  - требования к конструкции изделия: (габариты, масса, использование унифицированных элементов, присоединительные размеры, предполагаемая серийность производства, защита от влияния внешних воздействий и др.);
- специальные требования к разработке: требования к используемым методам расчёта, оптимальному использованию энергии и материалов, проведению необходимых экспериментальных работ.

В задании могут быть включены указания по проведению необходимых экспериментальных работ. В том случае, если какие-либо требования не определены перед началом проектирования, в задании должна включаться сноска на то, что эти требования уточняются в процессе работы. В тексте задания должно указываться, что именно подлежит самостоятельной разработке.

Кроме указанных вопросов, в соответствующих разделах задания должны быть отражены:

- структура пояснительной записки, включающая: примерный перечень основных разделов, перечень расчетов, перечень графического материала, список основных информационных и патентных источников;
- перечень демонстрационных графических материалов на листах с указанием их формата;
- фамилии консультантов по проекту (работе);
- дата выдачи задания.

Задание должно быть подписано студентом, руководителем, консультантами по разделам работы и утверждено заведующим кафедрой. Изменение названия темы и (или) замена руководителя дипломного проекта производится только в исключительных случаях по согласованию с заведующим кафедрой.

## **7. ТИПОВАЯ СТРУКТУРА КОНСТРУКТОРСКОГО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Пояснительная записка состоит из разделов и подразделов, расположенных в последовательности, определяющей логику и естественную последовательность проведения расчетов, проектирования и исследования, а также изложения материала. Рекомендуется использовать двухуровневую иерархическую рубрикацию, включающую главы и параграфы (разделы и подразделы). Более мелкая рубрикация нежелательна.

Текстовый материал должен быть изложен технически грамотно, корректно и лаконично. Пояснительная записка, как правило, должна включать в себя введение, 4 главы (по 3-4 параграфа каждая), заключение, список использованной литературы и приложения.

При составлении пояснительной записки рекомендуется следующая последовательность изложения материала:

- задание на дипломное проектирование;
- аннотацию;
- содержание;
- введение;
- обзор существующих методов и средств, предназначенных для решения поставленной задачи, литературно-патентный анализ (информационный поиск);
- выбор аналога;
- описание устройства–аналога с указанием тех его недостатков, которые будут устранены в разрабатываемом устройстве;
- описание принципа действия, принципиальной схемы, разрабатываемого устройства;
- обоснование и описание кинематической схемы и (или) других схем, а также алгоритма работы;
- выбор и описание работы системы управления;

- разработка и описание алгоритма работы или циклограммы;
- расчёт конструкции исполнительных устройств мехатронной или робототехнической системы;
- расчеты, обосновывающие работоспособность и требуемые показатели изделия, его узлов и элементов;
- проработка вопросов эргономики и технической эстетики;
- техническое описание или описание конструкции спроектированной мехатронной или робототехнической системы;
- технологическая часть проекта;
- экономическое обоснование проекта и расчет экономической эффективности;
- обеспечение требований безопасности жизнедеятельности, охраны труда и экологии;
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложения.

Ниже кратко раскрыто типовое содержание пояснительной записки.

## **8. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

Титульный лист заполняется по форме, приведенной в приложении 1.

### **8.1 Аннотация**

При формировании пояснительной записки составляется аннотация, которая характеризует выполненный дипломный проект. Аннотация заполняется в соответствии с формой, представленной в приложении 1.

### **8.2 Содержание (оглавление)**

Рекомендуется использовать двухуровневую иерархическую рубрикацию, включающую главы и параграфы (разделы и подразделы). Главы, параграфы (разделы, подразделы) следует нумеровать арабскими цифрами. Главы (разделы) обозначаются арабскими цифрами с точкой, например 1.; 2. и т.д. Номер параграфа (подраздела) включает номер главы (раздела) и порядковый номер параграфа (подраздела), разделенные точкой, например 1.1.; 1.2. и т.д.

Наименования разделов и подразделов должны быть краткими, тщательно продуманными. Однако заголовкам общего типа следует предпочитать заголовки, более четко выражающие суть проделанной работы в каждом разделе.

### **8.3 Задание на дипломное проектирование**

Задание составляют в соответствии с формой, приведённой в приложении 1.

### **8.4 Введение**

Во введении обосновывается актуальность темы дипломного проекта, ее техническая, экономическая или иная значимость. Формулируется цель разработки, определяются основные прикладные задачи, подлежащие решению, и в общих чертах намечаются пути их решения. Кроме того, определяются тенденции развития технических средств данного класса, насыщенность рынка,



формулируются современные требования к дизайну. Приводятся и обсуждаются технические требования и исходные данные задания на разработку. Объём введения не должен превышать пяти страниц.

### **8.5 Обзор существующих методов и средств, предназначенных для решения поставленной задачи, литературно-патентный анализ (информационный поиск)**

Формулируются основные цели обзора и критического анализа, разъясняется выбор источников и направления поиска. Дается обзор существующих методов и средств решения поставленной задачи. Кратко описывается существо известных технических средств, характеризуются их достоинства и недостатки применительно к основным целям проектирования, обосновывается выбор прототипов для разработки (с учетом сведений, полученных при прохождении преддипломной практики) и дается подробное описание метода, используемого в прототипах. При составлении этого раздела пояснительной записки следует провести подробный анализ достоинств и недостатков различных технических решений, относящихся к теме проекта, указать, что устройства, использующие эти решения, являются прототипами разрабатываемого изделия. Особое внимание при этом необходимо уделить тем достоинствам и недостаткам, которые относятся к решению задачи, поставленной заданием на проектирование.

### **8.6 Выбор аналога. Описание устройства – аналога с указанием тех его недостатков, которые будут устранены в разрабатываемом устройстве**

Следует обратить внимание на особенности эксплуатации изделий, решающих сформулированные задачи. Изложение материала при обзоре должно приводить читателя к логическому убеждению в том, что именно этот метод или техническое средство из числа прототипов следует взять за основу разработки проектируемого изделия. В дальнейшем изложении следует однозначно определить то, что именно это изделие или прибор является аналогом и дать подробное его описание. В заключении описания аналога необходимо отразить те его недостатки, которые будут исправлены в проектируемом изделии и обозначить пути их устранения.

### **8.7 Описание принципа действия, принципиальной схемы, разрабатываемого устройства. Обоснование и описание кинематической схемы и (или) других схем, а также алгоритма работы**

Содержание этих разделов полностью определяется конкретной задачей проектирования. Например, при разработке сборочного автомата разделы должны включать в себя:

- анализ технологичности собираемого изделия, его подготовленности к автоматизированной сборке, предложения по модернизации изделия с целью снижения трудоемкости сборки, а также предложения по снижению затрат при эксплуатации и на конечную утилизацию;

- разделение технологического процесса на операции и переходы, обоснование принятой концентрации операций в автомате, выбор инструментов, оснастки, выбор режимов сборки, разработка операционных технологических

схем, выбор формы агрегатирования рабочих позиций, обоснование принятого уровня автоматизации;

- оценку ожидаемой производительности и других интегральных технических параметров автомата;

- разработку и описание кинематической схемы и (или) других схем, а также алгоритма работы.

При формировании материалов в этих подразделах дается обоснование деления машины на отдельные механизмы с независимыми и (или) связанными кинематическими цепями, осуществляется выбор кинематических цепей отдельных механизмов и кинематических пар для них, определяются требуемые диапазоны перемещений и (или) углов поворота в кинематических парах, осуществляется предварительный выбор типа приводов, параметров двигателей, типов и основных параметров механизмов передач, производится выбор схем силового питания, схем включения и выключения двигателей.

### **8.8 Выбор и описание работы системы управления**

Даются обоснования степени автоматизации отдельных функций и выбора типа управления, дается обоснование структурной и (или) функциональной схем системы управления в соответствии с требованиями к различным режимам: работы в автоматическом и автоматизированном режимах, при программировании и наладке. Составляется принципиальная схема управления приводами механизмов и другими устройствами. Осуществляется выбор и дается описание основных устройств (элементов) системы управления и, если необходимо, - системы автоматического контроля и диагностики, приводятся сведения об используемых датчиках, о преобразователях сигналов - усилителях мощности.

### **8.9 Разработка и описание алгоритма работы или циклограммы**

Формулируются задачи управления в виде последовательности команд, отрабатываемых различными механизмами после проверки различных условий переходов, составляется единая блок-схема алгоритма работы для всех основных режимов. Строится циклограмма работы системы механизмов. Осуществляется построение фрагментов логической системы управления для реализации циклограммы.

### **8.10 Расчёт конструкции исполнительных устройств мехатронной системы. Расчеты, обосновывающие работоспособность изделия, его узлов и элементов**

Расчеты должны обосновывать работоспособность и требуемые показатели функционирования устройства, его узлов и элементов. Расчётную часть пояснительной записки целесообразно выделять в отдельный раздел. Объём расчётов, как правило, обсуждается студентом вместе с руководителем на этапе составления задания. Осуществляется выбор объектов и дается обоснование целей силовых, прочностных, точностных, тепловых и других, как проектных, так и проверочных расчетов механизмов и деталей механизмов. Задаются основные геометрические параметры и ограничения на массы, а также характеристики материалов. Обосновывается выбор методов, методик расчетов и компьютерных программ, выбор математических моделей и задание параметров моделей.

Приводятся данные о процедурах расчетов и используемых программных средств, приводятся результаты расчетов и выводы по ним. В случае необходимости при отрицательных результатах расчетов они повторяются при измененных параметрах элементов конструкций и других исходных данных. Даются окончательные результаты расчетов параметров приводов, осуществляется выбор двигателей и механизмов передач. Учитываются требования устойчивости, быстродействия и качества переходных процессов. Производится расчёт статических и динамических характеристик мехатронных и робототехнических модулей, как автоматически управляемых систем.

При контурном управлении для определения динамических свойств проектируемого технического средства целесообразно выполнить расчёт его амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик. В случае расчёта погрешностей следует дать подробное описание источников их возникновения, определить составляющие погрешностей и рассчитать значения каждой из них.

Отдельный подраздел расчётной части следует посвятить механическому расчёту конструкции изделия. Основное внимание при этом следует уделить расчёту тех его элементов, параметры которых сказываются на режимах его функционирования и надёжности. Производится расчет электрической схемы какого-либо узла.

### **8.11 Проработка аспектов эргономики и технической эстетики**

Определяются функции обслуживающего персонала, формулируются требования к рабочим местам. По действующим нормам в рекомендуемых зонах проектируется рациональная рабочая зона оператора, размещаются органы управления (кнопки, клавиши, рычаги), средства представления информации оператору (индикаторы, шкалы приборов, экраны). Эстетическая проработка внешних форм по законам художественного конструирования при уже выбранных композиционных решениях конструкций основных блоков и их расположения включает выбор общих форм защитных кожухов, материалов панелей, расположения зрительно значимых элементов, цветовых решений и т.п. При необходимости предусматривается помощь консультантов.

### **8.12 Техническое описание спроектированной мехатронной или робототехнической системы**

Дается перечень показателей назначения и основных параметров (масса, потребляемая мощность, габаритные размеры и т.д.). Приводятся данные о назначении отдельных составных частей и их взаимосвязи, требований к средствам обеспечения работоспособности и показателей качества. Приводятся сведения о компоновке изделия, перечень и расположение основных функциональных узлов и конструктивных модулей. При описании работы проектируемого устройства следует осветить все вопросы, связанные с взаимодействием отдельных его элементов, например, указать, каким образом реализована обратная связь, какими средствами обеспечивается необходимая точность и т.д. В этом разделе уместно привести ссылки на чертежи с указанием их номеров.

Следует обратить внимание на особенности конструктивного оформления изделия и его элементов, представленных в графической части проекта. При

описании конструкции изделия следует остановиться на обосновании принятых решений. Принятые технические решения следует обосновывать конструктивными соображениями, результатами расчётов, требованиями безопасности, унификации и типизации.

### **8.13 Технологическая часть проекта**

После завершения конструкторской части проекта дипломник должен провести анализ разработанной конструкции на технологичность, т.е. определить, насколько данная конструкция приспособлена к производству на предприятии, потребует ли она специального и (или) прецизионного оборудования, высоки ли коэффициенты стандартизации и унификации конструкции. Это составляет суть технологической части дипломного проекта. Чтобы показать свои знания в области технологии изготовления изделия, дипломник в рамках задания разрабатывает, как правило, технологический процесс изготовления какого-либо элемента или сборки какого-либо узла и оформляет в качестве иллюстрации технологическую карту его изготовления или сборки.

В случае необходимости и по согласованию с руководителем приводится конструктивно-технологическое описание объекта разработки, проектируется технологический процесс изготовления отдельных деталей или узлов, дается маршрутно-операционное описание процесса (карты, схемы, графики и пр.), приводятся сведения о необходимом оборудовании и приспособлениях, значения параметров технологического процесса.

### **8.14 Экономическое обоснование проекта и расчет экономической эффективности**

При выполнении экономической части проекта обычно проводится анализ технико-экономических показателей проектируемого устройства и (или) технологического процесса изготовления, контроля и др. Обычно это выполняется на основе сравнения показателей спроектированного изделия и аналога. Рассчитывается предполагаемый экономический эффект от внедрения результатов проектирования. Приводятся исходные данные, кратко описываются методики и этапы расчета с необходимыми формулами. В поисковых дипломных проектах следует приводить результаты маркетинговых исследований, обосновывать экономическую целесообразность разработки нового изделия (прибора, устройства или системы) или их модернизации и составить калькуляцию по основным позициям затрат на ее создание. Необходимо показать, что изготовление разработанной конструкции экономически целесообразно, оценить срок окупаемости разработки. Для обоснования этого производятся расчеты трудозатрат при производстве, определяются основные экономические показатели разработки, демонстрируется конкурентоспособность. Если требуется проведение экспериментальных исследований, то в пояснительной записке приводится расчет затрат на их проведение, обосновывается экономическая целесообразность их проведения, отмечается социальная, научная или иная значимость. В заключение приводится сводная таблица результатов расчета экономического обоснования.

### **8.15 Обеспечение требований безопасности жизнедеятельности, охраны труда и экологии**

Задание на разработку мер безопасности выдается дипломнику консультантом, выделенным кафедрой, проводящей дипломное проектирование или специальной кафедрой, курирующей именно этот раздел дипломного проекта. Содержание этого раздела должно соответствовать теме дипломного проекта, поэтому в пояснительной записке не следует приводить выписки из общих правил по охране труда и окружающей среды, инструкций и т.д. При выполнении задания дипломник должен провести анализ опасных и вредных факторов, появление которых связано с эксплуатацией проектируемого устройства, с использованием средств экспериментальных исследований или с технологическим процессом. Кратко описываются основные меры, предусмотренные в проекте, по охране окружающей среды, охране труда и технике безопасности жизнедеятельности персонала при монтаже, эксплуатации и ремонте спроектированных устройств в соответствии с действующими нормами и правилами. Следует иметь в виду, что основные положения охраны труда должны базироваться на комплексе стандартов, устанавливающих нормы на действие опасных и вредных производственных факторов и требования к средствам защиты персонала. Отдельно следует обратить внимание на безопасность работы с компьютером.

### **8.16 Заключение**

В этом разделе подводится итог проделанной работы, формулируются основные выводы. В краткой форме, на одной–двух страницах излагаются основные результаты дипломного проектирования с обязательным указанием конкретного самостоятельного вклада в графической, расчетной и других частях проекта. Должны быть даны ответы на следующие вопросы:

- решает ли разработанное устройство поставленные задачи?
- Является ли конструкция в достаточной степени технологичной, т.е. может ли она быть изготовлена на серийном технологическом оборудовании машиностроительного или приборостроительного производства?
- Является ли производство разработанного изделия экономически целесообразным и почему?
- Отвечает ли разработанная конструкция современным требованиям дизайна, экологии и является ли она конкурентоспособной?

На основе обоснованных положительных ответов на указанные вопросы и анализа требований задания на проектирование делается вывод о соответствии разработанного устройства требованиям задания.

В конце заключения указываются направления дальнейшего совершенствования конструкции, а также может приводиться другая информация, связанная с выполнением требований технического задания.

## 9. ТЕМАТИКА И ТИПОВАЯ СТРУКТУРА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

Формулировка темы и выдача задания на исследовательскую дипломную работу является чрезвычайно ответственным этапом. Темы исследовательских дипломных работ можно классифицировать по следующим классификационным признакам:

- тип предмета исследования (материальный объект, процесс, программный продукт);
- масштаб объекта исследования (элемент, деталь, сборочная единица, модуль, агрегат, машина, установка, стенд, система, комплекс и т.п.);
- категория исследуемого свойства объекта (прочность, жесткость, точность, надежность и т.п.);
- характер исследовательской дипломной работы (расчет, эксперимент);
- вид задачи исследования (создание и отработка новой методики, проверка ранее созданной методики, разработка и отладка программного обеспечения расчетов и представления результатов, расчет конкретного устройства, сравнение нескольких вариантов, оптимизация и т.д.).

Предпочтительным является сочетание в одной работе нескольких признаков (например, расчет одного и того же объекта на прочность, жесткость и точность, проведение теоретического исследования с экспериментальной проверкой, разработка новой общей методики расчета с опробованием на конкретном объекте).

Исследовательская дипломная работа по составу включает собственно работу (текстовая часть, таблицы, иллюстрации) и демонстрационный материал к защите в форме презентации.

При написании исследовательской дипломной работы рекомендуется следующая последовательность изложения материала:

- Аннотация;
- задание на дипломную работу;
- содержание;
- введение, постановка задач исследования;
- обзор научно-технической литературы по теме;
- описание объекта исследования и исходные данные;
- разработка расчетных схем, уравнений и математических моделей задач;
- выбор и описание методов решения;
- результаты расчетов и их анализ;
- методика экспериментальных исследований;
- результаты экспериментальных исследований и их анализ;
- выводы и рекомендации по результатам расчетов и экспериментальных исследований;
- оценка ожидаемой эффективности внедрения основных результатов и рекомендаций;
- заключение;
- список использованной литературы;

- приложения.

В пояснительную записку могут входить разделы, в которых рассматриваются вопросы компьютерной обработки информации, построения новой математической модели, разработка специализированных интерфейсов и т.п. Этим же вопросам может быть посвящена и дипломная работа в целом. Указанные разделы должны быть отражены в задании на дипломное проектирование.

При оформлении пояснительной записки целесообразно учитывать следующие рекомендации.

- Уравнения, к которым приводятся задачи, следует приводить по возможности в компактной форме, чтобы была видна их структура; допускается пренебрежение малыми членами; при сложных расчетных моделях целесообразно изображать структурные блок-схемы, а затем подробно описывать блоки.
- Решения для частных и предельных случаев обычно приводятся тогда, когда это необходимо для выявления основных качественных особенностей; вместо этого могут быть приведены результаты расчетов по более простым моделям.
- При описании компьютерных расчетов необходимо привести блок-схему математического моделирования.
- Результаты расчетов зависимостей искомых величин от задаваемых параметров предпочтительно представлять в виде семейств графиков. Таблицы с результатами расчётов, при этом, приводятся в приложениях. При больших диапазонах изменения параметров следует выбирать логарифмический масштаб. Табличный способ представления результатов расчетов в основном тексте, следует использовать тогда, когда необходимо отразить их высокую точность.
- В том случае, когда осуществляется оптимизация, необходимо указывать, находится ли экстремум внутри интервалов допустимых изменений параметров или на их границе, при этом требуется определять «чувствительность», т.е. оценивать, насколько изменяются экстремальные значения и положение экстремума при небольших изменениях параметров.
- В том случае, если в дипломной работе имеется экспериментальная часть, то следует представить схему эксперимента. Как правило, на схеме должно быть указано расположение объекта, его установка, способ воздействия на него и схема получения измерительной информации по результатам воздействия. В тех случаях, когда в дипломной работе разработана испытательная установка, стенд, приспособления и др. то необходимо приводить эскизы и перечни основных характеристик этих технических средств.
- Результаты обработки экспериментальных данных целесообразно представлять в виде аппроксимирующих формул с численными значениями параметров; если исследование объекта ведется как с использованием математической модели, так и экспериментально, то необходимо количественно оценивать степень их относительного соответствия.

- Выводы по результатам, полученным в дипломной работе должны быть краткими; обычно они состоят из трех-пяти пунктов.

Раздел пояснительной записки, посвященный разработке программного продукта должны содержать:

- введение;
- назначение разработки;
- технические требования к программному продукту;
- требования к программной документации;
- технико-экономические показатели;
- стадии и этапы разработки.

При описании программы следует использовать рекомендации ГОСТ 19.402-78. Описание программы должно включать:

- общие сведения;
- функциональное назначение;
- описание логической структуры;
- перечень используемых технических средств;
- способ вызова и загрузки.

## **10. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ К ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЕ**

### **10.1 Аннотация**

Аннотация составляется путём заполнения формы, представленной в приложении 1.

### **10.2 Задание на дипломную работу**

Составляется в соответствии с формой приложения 1.

### **10.3 Содержание (оглавление)**

См. раздел 8.

### **10.4 Введение**

Целью введения является предварительное знакомство читателя с задачами и направлением разработки. Во введении обосновывается актуальность темы дипломной работы (например, необходимость построения более точной математической модели, анализ влияния определенных воздействий). Формулируются цель и конкретные задачи исследования, определяются основные прикладные задачи, подлежащие решению, и в общих чертах определяются пути их решения. Объём введения не должен превышать пяти страниц.

### **10.5 Обзор научно-технической литературы по теме**

В литературном обзоре должны быть отражены сведения из учебных пособий, монографий, статей, авторских свидетельств и патентов, имеющих прямое отношение к теме дипломной работы. Особое внимание следует уделять источникам, в которых излагаются методы расчета и экспериментального исследования рассматриваемых объектов. В случае необходимости целесообразно приводить (без математических выводов) конечные формулы, полученные разными авторами, численные значения исходных данных и результатов,



наиболее важные таблицы или графики. Необходимо особо отмечать, какие аспекты задач в рассматриваемой области другими авторами не проработаны.

### **10.6 Описание объекта исследования и исходные данные**

Должно быть приведено подробное формализованное описание объекта исследования (устройства, системы, процесса), определены области возможных изменений параметров объектов, типовые программы управления, критерии качества, которые необходимо использовать при синтезе конструкций, механизмов и систем управления. Обосновывается необходимость и намечаются пути разработки специальных методов обработки сигналов в сенсорных подсистемах мехатронных систем, программно управляемых аппаратных средств, в том числе управляющих программ, специализированных интерфейсов, дистанционного управления, методов искусственного интеллекта.

### **10.7 Разработка расчетных схем, уравнений и математических моделей задач**

Должны быть подробно обоснованы переходы от принципиальных схем к математическим моделям, представляемых в виде уравнений, оговорены основные допущения. Следует обращать особое внимание на упрощение и декомпозицию структур, пренебрежение малыми взаимодействиями, упрощение характеристик элементов, законов распределений, законов изменения воздействий во времени и пр. Часто необходимо учитывать неопределенность свойств объектов и условий работы и оценивать их влияние с учетом чувствительности. При исследовании необходимо оценивать основные критерии, выделять узкие и критические места, оценивать ожидаемые трудности на наиболее перспективных путях решения поставленных задач.

### **10.8 Выбор и описание методов решения**

Необходимо привести полную систему исходных формульных зависимостей решаемых задач со значениями коэффициентов (обычно в форме таблиц). Применительно к формализованным задачам, сводимым к конечным соотношениям, к дифференциальным или интегральным уравнениям, необходимо сначала обсудить возможные методы их аналитического или численного решения. При получении аналитических оценок допускаются грубые упрощения, их следует специально оговаривать. В случае использования нелинейных моделей целесообразно сначала провести их линеаризацию. Когда это возможно, громоздкие выводы исходных уравнений следует заменять компьютерными символьными вычислениями обычно с последующей оценкой значимости отдельных членов по определенным критериям. При численных решениях следует отдавать предпочтение универсальным и наиболее распространенным пакетам, таким, как *MathCAD*, *Mathlab*, *Mathematica*. При решении задач с распределенными параметрами целесообразно использовать метод конечных элементов в пакетах типа *ProEngineer*. Необходимо разработать и отладить программу вычислений; в основном тексте, как правило, достаточно привести блок-схему алгоритма, в случае необходимости листинг программы приводятся в приложении.

### **10.9 Результаты расчетов и их анализ**

Как правило, достаточно приводить лишь окончательные результаты расчетов. Сведения о процессе решения, промежуточные выкладки и промежуточные результаты следует приводить лишь в тех случаях, когда они представляют самостоятельный интерес или для их получения используются специальные приемы. Предпочтительным является приведение не одиночных результатов проверочных расчетов, а представление решений в виде зависимостей от параметров объектов, характеристик воздействий и пр. Особое внимание следует уделить наглядности результатов расчетов, предпочтительным является представление их в виде графиков в наиболее подходящих масштабах. Анализ результатов целесообразно проводить по таким критериям, как их близость к теоретически оцениваемым значениям, пределы изменения показателей при изменениях исходных данных, относительная значимость различных влияющих факторов и пр. В случае необходимости формулируются и решаются задачи оптимизации.

### **10.10 Методика экспериментальных исследований**

При выполнении исследовательской дипломной работы желательно проведение натурального или полунатурного эксперимента. В пояснительной записке следует определить роль и место эксперимента в комплексном исследовании (определение неизвестных коэффициентов и характеристик, проверка и анализ точности результатов расчетов, выявление новых эффектов или влияющих факторов и т.д.). Далее следует рассмотреть принципиальную возможность проведения экспериментов, составить и обосновать планы экспериментальных исследований, сформулировать требования к испытательным воздействиям, выбрать испытательные стенды, спроектировать и изготовить необходимые приспособления [3]. При необходимости использования специальных установок или оснастки для проведения экспериментов следует привести их технические характеристики, а также схемы работы. В этом разделе производится выбор и обоснование методов измерений, приводятся сведения об используемых средствах измерений. Раздел следует завершить развернутой программой проведения экспериментов с указанием объемов, длительностей, параметров режимов и т.п.

### **10.11 Результаты экспериментальных исследований и их анализ**

Данные, полученные в результате проведения экспериментов, должны быть обязательно представлены в виде протоколов и/или записей реализаций, а при автоматизированном эксперименте – в виде распечаток. В случае необходимости экспериментальные данные (реализации) могут быть представлены в виде графиков, гистограмм и т.п. При описании процесса обработки измеренной реализации или отдельных данных следует сначала привести алгоритмы их обработки (осреднения, исключения выбросов, аппроксимации, построения спектров и т.п.) и указать с помощью каких программных средств осуществлялась эта обработка. Окончательные результаты обработки целесообразно представлять в виде графиков, на которых должны быть выделены сами экспериментальные точки. Желательно, чтобы эти окончательные результаты были представлены в виде аппроксимирующих аналитических

зависимостей (способы или алгоритмы аппроксимации могут представлять собой одну из задач дипломной работы), в этих случаях необходимо указывать пределы изменений числовых параметров, границы аппроксимаций, показатели точности аппроксимаций. В случае необходимости, по результатам экспериментов делаются качественные выводы (например, о применимости упрощенных моделей, пренебрежении некоторыми факторами и т.п.).

#### **10.12 Выводы и рекомендации по результатам расчетов и экспериментальных исследований**

Выводы и рекомендации должны основываться на объективном оценивании результатов аналитических оценок, математического моделирования и экспериментальных исследований. Выводы и рекомендации должны быть конструктивными и иметь практическую направленность. В частности, целесообразно отметить, какие изменения следует произвести в самом объекте или в методике его исследования для достижения лучших результатов.

#### **10.13 Оценка ожидаемой эффективности внедрения результатов и рекомендаций**

Эффективность реального или планируемого внедрения необходимо оценивать по совокупности критериев, набор которых зависит от объекта исследования. Например, если объектом является машина, то результаты работы оцениваются по снижению материалоемкости, повышению производительности и надежности; если объектом является мехатронное устройство управления, - то по расширению функциональных возможностей, увеличению числа выполняемых функций, по возможностям глубокой диагностики и использования элементов искусственного интеллекта при принятии решений и т.п. Если возможно, то необходимо оценивать экономическую эффективность по стандартным методикам.

#### **10.14 Заключение**

В заключении должны быть кратко охарактеризованы проведенные работы по основным разделам. Должна быть представлена информация о результатах и степени выполнения технического задания. Наибольшее внимание следует уделить качественному анализу результатов работы и рекомендациям. Содержание заключения излагается в констатирующей форме, без формул, но, если требуется, с наиболее важными числовыми данными. Рекомендуемый объем заключения – 1-2 страницы.

#### **10.15 Приложения**

В приложения выносятся материалы, содержащие преимущественно вспомогательный характер, однако необходимые для пояснения и аргументации положений, приведенных в основном тексте, а именно, подробные математические выводы с громоздкими выкладками, листинги программ и их описания, серии однотипных таблиц и графиков, справочные данные, технические описания, копии свидетельств на изобретения и пр. При большом объеме приложений допускается собирать их в отдельном переплете.

## 11. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

### 11.1 Оформление чертежей

Все чертежи рекомендуется выполнять с помощью САПР «*Solid Works*» и (или) «*Компас*»; допускается применять и иные программные продукты, отвечающие всем требованиям ЕСКД. Перечень основных ГОСТов, необходимых для выполнения проектных работ приведён в Приложении 3. Масштабы чертежей надлежит выбирать с учетом удобства их зрительного восприятия при защите проекта, а также заполняемости стандартных форматов чертежей изображениями и надписями (75- 80 %).

Более эстетичными на чертежах выглядят укрупненные надписи и обозначения, выполняемые вертикальными шрифтами. Кодовые обозначения чертежей должны включать: двухбуквенный код типа работы (ДП для дипломного проекта, ДР для дипломной работы), двузначный код года выполнения работы (последние две цифры номера года), и обозначение изделия в соответствии с ГОСТ 2.201-80.

Чертеж общего вида является обязательным документом, определяющим конструкцию устройства. Требования к выполнению чертежа общего вида регламентированы ГОСТ 2.119-73 и ГОСТ 2.120-73. Чертеж общего вида должен содержать:

- изображения устройства (виды, разрезы, сечения), текстовую часть и надписи, необходимые для понимания принципа работы устройства и взаимодействия его составных частей;
- наименования, а также обозначения (если они имеются) тех составных частей, для которых необходимо указать данные (технические характеристики, количество);
- размеры габаритные, присоединительные, посадочные и справочные.

Сборочный чертеж относится к рабочей конструкторской документации, он содержит изображение сборочной единицы и данные, необходимые для ее сборки и контроля. Степень детализации общего вида и сборочных чертежей должна быть достаточной для понимания конструкции объекта проектирования.

Установочные и присоединительные размеры должны даваться с предельными отклонениями размеров элементов, служащих для соединения с сопрягаемыми деталями.

Для деталей, являющихся элементами внешней связи, например зубчатых колес, указываются присоединительные параметры: модуль, количество и направление зубьев.

Наименования и обозначения составных частей устройства на сборочных чертежах указывают:

- на полках линий-выносок;
- в таблице спецификации, размещаемой на одном листе с изображением изделия;

- в таблице спецификации, выполненной на отдельном листе формата А4 в качестве последующего листа чертежа.

Чертежи общего вида и сборочный при дипломном проектировании выполняются, как правило, с упрощениями, согласно требованиям стандартов ЕСКД и, в частности, ГОСТ 2.109-73, ГОСТ 2.119-73 и ГОСТ 2.120-73.

Комплект рабочих чертежей деталей включает, как правило, 4-6 деталей, выполненных в принятом стандарте. Для выполнения чертежей выбираются наиболее ответственные детали конструкции различных типов: корпусная, типа тела вращения, пружина, кулачок и т.д.

Спецификация является основным конструкторским документом для сборочных единиц. Она составляется на отдельных листах на каждую сборочную единицу по формам 1 и 1а ГОСТ 2.108

### **11.2 Выполнение демонстрационных плакатов**

Основным назначением демонстрационных плакатов является обеспечение наглядности при изложении материалов дипломного проекта или дипломной работы на защите. Плакаты, также как и чертежи, рекомендуется разрабатывать на компьютере с помощью современных программных средств. Количество плакатов и их содержание определяется заданием на дипломное проектирование. Совокупность демонстрационных плакатов должна правильно и достаточно полно отражать структуру, цели, подходы, методики исследования и основные результаты. Набор демонстрационных материалов, представляемых на плакатах, выбирается в соответствии с заданием из числа следующих:

- чертежи, схемы, эскизы мехатронной или робототехнической системы или ее составных частей, как объектов исследования;
- фото рассматриваемого объекта;
- технологическая схема процесса;
- структурная и функциональная схемы автоматического или автоматизированного управления;
- схема взаимодействия в мехатронной или робототехнической системе механических и электронных устройств;
- перечень основных расчетов и расчетные схемы;
- значения параметров и (или) диапазоны их изменения;
- математическая формализация задачи расчета, основные уравнения с расшифровкой основных обозначений;
- ограничения на переменные и параметры, критерии, по которым оцениваются решения или осуществляется оптимизация;
- решения для частных или предельных случаев;
- сведения о методах численного решения при математическом моделировании и об используемых программных продуктах и конкретных программах;
- блок-схемы алгоритмов компьютерного решения основных задач;
- результаты расчетов в виде таблиц и графиков;
- словесная формулировка основных рекомендаций и, если возможно, иллюстрация конечных рекомендаций в виде схемы или чертежа;
- схема и краткая программа экспериментального исследования;

- данные об используемых стендах и средствах измерений;
- результаты обработки экспериментальных данных;
- окончательные выводы и рекомендации;
- экономическая эффективность и экономический эффект.

В зависимости от конкретной задачи материалы по некоторым рубрикам должны быть исключены. Демонстрационные плакаты, подготавливаемые для защиты, следует выполнять с учетом рекомендаций ГОСТ 2701 и ГОСТ 2605; при этом для возможностей прочтения с расстояния порядка пяти метров наименьшие размеры букв и цифр на графиках, в подписях и формулах должны быть не менее 20 мм.

При формировании плакатов следует иметь в виду следующее:

- комплект демонстрационных материалов формируется из самого дипломного проекта или дипломной работы;
- как правило, каждый плакат должен иметь заголовок;
- содержание каждого плаката должно нести определенную смысловую нагрузку;
- чертежи объекта исследования должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД ;
- представляемые рисунки должны отражать назначение плаката, при этом их масштаб должен определяться из соображений возможности восприятия с достаточного расстояния;
- в рисунках, схемах и графиках целесообразно использовать цвет;
- на расчетной схеме механического устройства следует указывать нагрузки, первичные погрешности по линейным перемещениям и углам и т.п.;
- необходимо приводить значения всех параметров, которые используются в расчетах, и указывать диапазоны их возможных или допустимых изменений.

### **11.3 Оформление пояснительной записки**

#### **11.3.1 Общие требования к оформлению пояснительной записки**

Материалы пояснительной записки должны быть логично структурированы и лаконично изложены; при этом, должны быть раскрыты причинно-следственные связи. В пояснительной записке должны использоваться научно-технические термины, обозначения и определения должны соответствовать действующими стандартам и другими нормативным документам, а при их отсутствии в стандартах – общепринятым в научно-технической литературе.

Материалы в разделах и подразделах, посвященных расчетам, следует излагать в такой последовательности: цель расчета и пути достижения цели, расчетная модель и ее обоснование, принятые допущения и упрощения, используемые методы, используемые программные продукты, краткое описание процедур расчета, представление результатов, их интерпретация и выводы.

Текст пояснительной записки подразделяют на разделы и подразделы, а при необходимости – на пункты и подпункты. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей пояснительной записки, подразделы – в пределах раздела. Номера подразделов двойные, состоят из номеров раздела и подраздела,

разделенных точкой. Аналогично номера подпунктов имеют порядковую нумерацию в пределах каждого пункта. Следует избегать излишне мелкого дробления текста на мелкие подпункты.

Содержащиеся в тексте подраздела или пункта перечисления, например, требований, указаний, характеристик и т.п. следует или обозначать арабскими цифрами со скобкой или точкой (например, 1), 2. и т.д.), допускается вместо цифр ставить черточку, или использовать компьютерную маркировку списков любыми значками. Наименования разделов и подразделов должны быть краткими, в тексте их записывают прописными буквами в виде заголовков симметрично относительно полей. Наименования подразделов записывают в виде заголовков с начала абзаца строчными буквами, кроме первой прописной. Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Заголовок может состоять из двух частей, разделенных точкой.

Расстояние между заголовком и последующим текстом должно быть равно двум интервалам, расстояние между заголовками раздела и подраздела 1,5 интервала. Каждый раздел пояснительной записки рекомендуется начинать с нового листа. Каждый пункт, подпункт и перечисление рекомендуется записывать с нового абзаца.

### **11.3.2 Требования к оформлению текста**

Оформление пояснительной записки должно соответствовать ГОСТ 7.32-91, ниже перечислены основные конкретные требования.

- Страницы текста пояснительной записки, иллюстрации, таблицы и распечатки на принтере любого типа с компьютера должны быть на листах формата А4 (210×297 мм) по ГОСТ 9327, допускается представлять иллюстрации, таблицы и распечатки на листах формата А3.

- Общий объем пояснительной записки, представляемой в переплетенном виде должен составлять от 40 до 80 страниц, включая таблицы, рисунки, список использованной литературы и оглавление, допускаются приложения неограниченного объема. Чертежи и демонстрационные плакаты в пояснительную записку обычно не включаются. Допускается использование по тексту пояснительной записки ссылок на чертежи. В случае необходимости, чертежи в уменьшенном формате могут включаться в пояснительную записку.

- Пояснительная записка должна быть напечатана на принтере любого типа, на листах белой бумаги через полтора интервала, шрифт Times New Roman № 14; текст записки следует печатать при следующих размерах полей: левое - не менее 30 мм, правое - не менее 10 мм, верхнее и нижнее - 25 мм.

- Каждый новый абзац текста следует начинать с отступа 10 мм.

- Страницы пояснительной записки следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту, номер страницы следует проставлять вверху от центра; титульный лист стандартной формы (см. приложение 1) и лист задания включают в общую нумерацию страниц записки, но не нумеруются, так что следующий за ними лист начинается с номера 3.

- Готовая пояснительная записка вшивается в твердый переплет.

- Иллюстрации (чертежи, графики, рисунки, схемы, диаграммы, фото) следует располагать в записке непосредственно после поясняющего текста или в

начале новой страницы. На все иллюстрации должны быть ссылки в записке; все иллюстрации должны иметь названия, при необходимости в дополнение к названию можно помещать подрисуночный текст.

- Оформление таблиц в записке выполняется по ГОСТ 2.105; номер таблицы следует размещать справа после слова “Таблица”.

- Определения, терминология, условные обозначения физических и математических величин должны соответствовать общепринятым в научно-технической литературе; единицы физических величин в записке следует выбирать по ГОСТ 8.417.

- Простые формулы и буквенные обозначения, символы могут набираться как текстовые фрагменты в *Microsoft Word*, а сложные – в редакторе формул *Equation*, векторы выделяются жирно.

- В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные ГОСТ 2.321-84.

- Пояснения смысловых значений впервые вводимых символов и числовых коэффициентов необходимо приводить непосредственно после формулы в той же последовательности, в которой они даны в формуле, расшифровку каждого символа дают с новой строки, при этом первую строку пояснения начинают со слова “где” или “здесь” без двоеточия.

- Формулы в записке следует нумеровать порядковой нумерацией или по разделам (двойной нумерацией через точку) или сквозной нумерацией в пределах всей записки арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

- Наряду с обозначением параметра следует давать его словесное пояснение.

- Числа с размерностью следует писать цифрами, а без размерности – словами, например, «зазор 0,5 мм», «повторить измерение два раза».

- Наименования команд, режимов, сигналов и т.п. в тексте следует выделять кавычками, например, «сигнал 27 В включено».

- Условные буквенные обозначения должны соответствовать стандартам или установленным отраслевым рекомендациями для данной отрасли.

- Допускается сокращение русских слов и словосочетаний в записке - по ГОСТ 7.12.

- Приложения следует оформлять, как продолжение записки на его последующих страницах в порядке появления на них ссылок в тексте, каждое приложение должно начинаться с новой страницы и иметь содержательный заголовок, напечатанный прописными буквами. Приложения следует нумеровать по порядку.

- Оформление списка литературных источников должно соответствовать требованиям ГОСТ 7.1-2003.

- Литературные источники в перечне приводятся строго в алфавитном порядке (сначала на русском языке, а затем на иностранных языках).

- Ссылки на литературный источник следует давать конкретно по тексту с указанием номера источника арабскими цифрами, заключенных в вертикальные



квадратные скобки. При ссылке на несколько источников номера помещаются в одних скобках.

### **11.3.3 Требования к оформлению иллюстраций**

Все рисунки должны быть выполнены грамотно, с соблюдением правил технической эстетики. Число иллюстраций не регламентируется, совокупность иллюстраций должна быть достаточной для пояснения и конкретизации текста. Конкретные требования формулируются следующим образом.

- Иллюстрации выполняются средствами компьютерной графики в любых программах.

- Фотографии, осциллограммы и копии документов, сканируются и вставляются в текст на листы А4.

- Для иллюстраций следует использовать двухуровневую нумерацию арабскими цифрами с разделительной точкой: первая часть номера (до точки) - номер главы, вторая часть номера (после точки) - порядковый номер рисунка в главе, допускается сквозная нумерация рисунков и таблиц в пределах всей пояснительной записки.

- Иллюстрации следует располагать возможно ближе к пояснениям.

- Иллюстрации должны иметь наименования и при необходимости подрисовочный текст, который помещается под наименованием, номер иллюстрации помещают перед наименованием.

- Иллюстрации могут выполняться как на отдельных листах, так и непосредственно в тексте пояснительной записки, допускается выполнение на одном листе нескольких рисунков, относящихся к одному фрагменту текста.

- Если в пояснительной записке есть ссылки на отдельные пронумерованные элементы изображения, то на иллюстрации должны быть выполнены выноски (без полочек) и номера позиций этих элементов в пределах данной иллюстрации, которые располагают подряд в порядке возрастания за исключением повторяющихся позиций.

- При ссылках в тексте на отдельные элементы деталей (отверстия, пазы, буртики, канавки и пр.) их обозначают прописными буквами русского алфавита, эти данные наносят на иллюстрации согласно ГОСТ 2.109-73;

- Графики, изображающие качественный характер зависимостей, воспроизводятся с буквенным указанием параметров по осям, если необходимо, со вспомогательными линиями, отмечающими характерные точки (например, экстремумов), но без единиц их измерения и без делений по осям.

- Графики, представляющие количественные зависимости, должны строиться в прямоугольной (предпочтительно равномерной, квадратной) координатной сетке с указанием по осям против линий сетки числовых значений, как правило, с небольшим числом значащих цифр, причем числа у горизонтальной шкалы должны быть внизу оси, в конце буквенное обозначение параметра и через запятую – единица измерения, у вертикальной оси в той же последовательности слева от оси.

- При нелинейных масштабных зависимостях (например, в логарифмической шкале) допускается неравномерная сетка.

- При построении семейств кривых на графиках их число не ограничивается, но они должны быть отчетливо различимы; значения параметров, относящиеся к кривым, должны быть указаны в выносках.

- При изображении зависимостей, аппроксимирующих дискретные данные, эти данные должны быть представлены на том же графике в виде точек или фигур малых размеров (крестиков, кругов, квадратов, треугольников), контурных или с заполнением.

- При изображении схем алгоритмов обработки данных отдельные функциональные блоки отображаются с учетом степени их детализации в виде условных графических обозначений-символов по ГОСТ 19.003-80; для облегчения нахождения блоков на схеме им присваиваются порядковые номера.

- Линии потоков на схемах должны быть параллельны краям листа, направления сверху вниз и слева направо принимаются за основные, предпочтительные; если линии не имеют изломов, стрелки можно не обозначать.

- Диаграммы могут строиться при использовании компьютерной графики библиотеки диаграмм *Word* или *AutoCAD* в любом виде, обеспечивающем наглядность.

- Массивы данных, отражающие зависимости от двух и большего числа параметров, как правило, представляются в виде таблиц.

- Если строки или графы таблицы по своей длине выходят за формат листа, таблица разделяется на части, последовательные части переносятся на другие листы, при этом слово «Таблица» пишется один раз над первой частью, над последующими частями обозначается продолжение, пишется, например, «Продолжение табл. 2».

Таблицы нумеруются подряд в пределах всей пояснительной записки, в упоминании таблицы в тексте используется сокращение, например, «табл. 2»

#### **11.3.4 В тексте пояснительной записки не допускается:**

- применять для одного и того же понятия различные термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и общепринятых терминов в русском языке;

- сокращать в текстах обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр;

- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, а также стандартами;

- использовать математический знак минус (-) в тексте перед отрицательными значениями величин;

- употреблять математические знаки, такие, как  $\cong$ ,  $\leq$ ,  $\geq$ ,  $\neq$  без букв и без цифр, а также знаки № и % без цифр;

- применять индексы стандартов ГОСТ, ГОСТ Р, ГОСТ Р/ИСО без указания регистрационного номера.

#### **11.4 Требования к материалам, представляемым к защите**

Защита дипломных проектов и работ производится с использованием компьютера, путём визуализации представляемых материалов с помощью проектора. В связи с этим, демонстрационные плакаты, чертежи и иные материалы, используемые в докладе, рекомендуется размещать в презентациях,

созданных на основе современных компьютерных технологий. Кроме того, файл с пояснительной запиской и презентация должны быть записаны на CD диск, который прилагается к распечатанному и переплетённому экземпляру пояснительной записки. Указанные материалы сдаются на кафедру после защиты.

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ДОКЛАДУ

Правильно построенный доклад, с достаточной полнотой раскрывающий основное содержание и результаты разработки, облегчает восприятие членами Государственной аттестационной комиссии существа технических задач и объема проведенной работы, позволяет исключить лишние вопросы, связанные с возможным непониманием. Структура доклада определяется этапами дипломного проектирования и структурой пояснительной записки.

Рекомендуется следующая типовая структура доклада по дипломному проекту:

- тема дипломного проекта, указание на организацию, в которой выполнена работа;
- актуальность темы, сведения о назначении и технических требованиях к разработке, описание алгоритмов действия или технологического процесса;
- выбор и краткое описание прототипов, свойства которых близки к свойствам разрабатываемого объекта; выбор аналога из числа прототипов, свойства которого в наибольшей степени отражают особенности разрабатываемого устройства;
- анализ недостатков аналога, этот анализ должен производиться с учётом нескольких критериев, как с позиций изготовителя (материалоемкость, необходимость использования специального технологического оборудования, доля ручного труда при изготовлении и пр.), так и с учётом особенностей эксплуатации (необходимость наладки, производительность, энергопотребление, вибропрочность и пр.);
- пути преодоления недостатков и формулируемые при этом цели и основные задачи;
- расчёты, выполненные при проектировании;
- принятые технические решения;
- конструкция изделия, при этом необходимо обратить внимание на требования к компоновке, на особенности принятых компоновочных решений, перечислить разработанные в проекте составные части устройства (узлы, блоки), но не останавливаясь подробно на устройстве, обратить внимание на их параметры, характеристики и другие отличительные особенности;
- технологическая часть;
- экономическая часть, в которой следует кратко прокомментировать таблицу расчета экономической эффективности, обратить особое внимание на позиции, за счет которых достигается повышенный экономический эффект;

- заключение, в котором следует дать обобщенную формулировку полученных результатов по проекту, отметить факты или возможности реализации или внедрения, а также перспективность дальнейших разработок.

При подготовке доклада следует обратить внимание на те элементы проекта, которые разработаны дипломником самостоятельно и являются новыми.

Во время доклада следует активно использовать плакаты и чертежи. Презентация должна быть построена таким образом, чтобы последовательность обращения к ним во время защиты, позволяла докладчику логично переходить от одного плаката (чертежа) к другому.

Доклад должен быть изложен технически грамотно, корректно и лаконично. Продолжительность доклада не более 12 минут. Для пояснения особенностей работы мехатронных и робототехнических систем и технологии их изготовления целесообразно использовать анимацию. Особенно эффективным является использование анимации во время доклада материалов дипломной работы.

Выпускнику рекомендуется составлять доклад письменно и согласовывать его текст с руководителем, после чего доклад рекомендуется заучить наизусть и отрепетировать.

### **13. РЕКОМЕНДАЦИИ РУКОВОДИТЕЛЮ И РЕЦЕНЗЕНТУ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ) ПО ОТЗЫВУ И РЕЦЕНЗИИ**

Отзыв руководителя и рецензия рецензента входят в состав комплекта основных документов, представляемых на рассмотрение в Государственную аттестационную комиссию как основание для объективной оценки дипломного проекта (работы). К структуре этих документов предъявляются следующие требования.

**Отзыв руководителя** должен содержать:

- общую характеристику проделанной работы по основным разделам проделанной работы;
- оценку качества выполненной работы, новизны разработки, степени оригинальности решений, практической ценности, степени самостоятельности выпускника;
- оценку общей и практической подготовки выпускника к самостоятельной инженерной деятельности;
- мнение о имеющемся или возможном внедрении;
- недостатки выпускника, проявившиеся при работе над дипломным проектом;
- рекомендуемую оценку дипломного проекта по пятибалльной системе;
- рекомендации о присвоении выпускнику квалификации инженера по заявленной специальности с выдачей соответствующего диплома;
- при наличии объективных оснований и желания выпускника рекомендацию по продолжению обучения в аспирантуре.

Бланк отзыва руководителя для дипломных проектов (работ) приведён в приложении 1.

**В рецензии** должны содержаться:

- констатация актуальности и новизны темы дипломного проекта (работы);
- оценка глубины и грамотности проработки вопросов, рассмотренных в дипломном проекте;
- оценка эффективности предложенных решений с технической, экономической и других точек зрения;
- оценки качества изложения и оформления материалов проекта;
- критические замечания по содержанию и оформлению;
- рекомендация по оценке дипломного проекта по пятибалльной системе;
- рекомендации о присвоении выпускнику квалификации инженера по заявленной специальности с выдачей соответствующего диплома.

Отзыв руководителя и рецензия должны быть подписаны соответственно рецензентом и руководителем с указанием их должностей, ученых степеней и званий. При оформлении рецензии также используется бланк по форме, представленной в приложении 1.

#### **14. ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ И НЕДОСТАТКИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ И ЗАЩИТЕ ПРОЕКТА**

В процессе проектирования часто встречаются следующие ошибки и недостатки, на которые следует обратить особое внимание:

- несоблюдение требований ЕСКД по оформлению пояснительной записки;
- отсутствие сравнительного анализа достоинств и недостатков прототипов, аналога и разработанного устройства;
- отсутствие описания методики проведения эксперимента и оценок погрешностей измерений;
- отсутствие необходимых расчетов для обоснования выбранных конструктивных решений проектируемого устройства;
- отсутствие оценки проекта с точки зрения выполнения задания на проектирование;
- отсутствие эскизов и схем, необходимых для пояснения расчетов;
- использование известных формул без указания источников заимствования;
- отсутствие расшифровки условных обозначений величин;
- отступление от требований ГОСТ 8.417-81, нормирующего применение единиц измерений физических величин;
- отсутствие анализа технологичности конструкции и экономического обоснования технических решений, заложенных в разработанное устройство;
- наличие грамматических ошибок в текстах и надписях;
- ошибки и недостатки при выполнении чертежей и изображений на плакатах;

- отступление от требований ЕСКД при оформлении чертежей;
- нерациональное размещение чертежей, схем, иллюстраций и др. на листах;
- несоблюдение масштабов на чертежах;
- отсутствие необходимых проекций, разрезов, сечений и размеров на чертежах.

## 15. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ДИПЛОМНЫХ РАБОТ

Оценка качества дипломного проекта производится, прежде всего, по уровню и объему самостоятельных схемных и конструкторских решений, по новизне, сложности и практической ценности решенных исследовательских и расчетных задач.

Рекомендуется использовать следующие признаки классификации по уровням степени самостоятельности разработок:

**высший уровень:** предложен принцип построения технического устройства, метод и машинная технология, выполнена полная разработка схем, компоновка всего устройства и осуществлена разработка ее основных узлов, и/или разработана новая математическая модель и на ее основе проведены исследования, которые позволили выявить новые эффекты;

**высокий уровень:** разработано изделие по ранее сформулированным идеям (или чертежам), выполнена существенная модернизация или осуществлена разработка схем устройств, выполнена конструкторская проработка отдельных узлов устройства, внесены изменения в общую компоновку, и/или существующая математическая модель была существенно дополнена или модифицирована, на ее основе проведены исследования;

**средний уровень:** построено изображение принципиальной или технологической схемы устройства по имеющимся схемам и конструктивным чертежам, внесены частичные изменения в изображения схем и конструкций отдельных узлов и блоков, произведена некоторая коррекция общего вида, и/или по существующей математической модели проведены расчеты, достаточные для решения конкретных задач;

**низкий уровень:** при отсутствии признаков предыдущих уровней; низкий уровень самостоятельности проработки графической части дипломного проекта в отдельных случаях может быть компенсирован за счет повышенного уровня расчетных работ, расчетного или иного обоснования выбора основных параметров или принятых ранее конструктивных решений проектируемого устройства.

Для оценки уровня и качества дипломного проекта или дипломной работы по составным частям рекомендуются следующие критерии:

- умение убедительно обосновать актуальность темы и экономическую или иную целесообразность разработки;

- уровень, масштаб и глубина патентных исследований и обзора литературных источников;
- уровень обоснования рациональности и перспективности физических принципов и инженерных идей, положенных в основу разработки устройств;
- умение обосновать и правильно описать применяемые конструктивные решения;
- умение обосновать и правильно выбирать принципы автоматизированного и автоматического управления устройствами, выбирать основные части систем управления и компоновать эти системы в целом;
- умение ставить и рационально решать частные инженерные задачи;
- умение рационально формализовать расчетно-теоретические задачи в виде математических моделей, упрощать их с целью получения оценок в общем виде и проводить компьютерное моделирование при использовании стандартных пакетов программ типа *MathCAD* или *Mathlab*;
- умение правильно планировать и проводить экспериментальные исследования, проводить компьютерную обработку экспериментальных данных;
- уровень компетентности в вопросах технологии, экономического и экологического обоснований, стандартизации, эргономики, технической эстетики, техники безопасности;
- уровень математической подготовки, четкость изложения материалов;
- качество и эстетический уровень выполнения графических материалов.

Итоговая оценка дипломного проекта или дипломной работы должна производиться по взвешенной совокупности оценок по приведенным выше критериям с учетом их значимости в зависимости от темы и содержания проекта (работы), а также с учетом качества разработки и оформления графического материала и организации компьютерной презентации. При этом следует принимать во внимание следующие соображения:

- дипломный проект – это квалификационная работа, а не полностью самостоятельная инженерная разработка;
- задание на дипломный проект обычно выдается по теме, разработка которой уже ведется на предприятии или на кафедре, принципиальные решения как правило, уже выбраны и сформулированы;
- любой инженерный проект содержит большое число известных (традиционных, типовых) схемных и конструктивных решений, и это является обязательным условием конструктивной преемственности, типизации, унификации и стандартизации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Направление подготовки дипломированного специалиста 652000 – Мехатроника и робототехника. Москва 2000 г.
2. Л.Г.Муханин, Д.Г.Грязин. Методические указания по преддипломной практике и дипломному проектированию для студентов специальности 190100-Приборостроение. СПбГИТМО(ТУ), Санкт-Петербург 2000 г.
3. Дипломное проектирование. Учебно-методическое пособие. Под общей редакцией А.А.Кульбаха, Н.А.Евстюхина. Московский государственный инженерно-физический институт (технический университет). Москва 2000 г.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное агентство по образованиюСАНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

Факультет \_\_\_\_\_

Направление (специальность) \_220400\_\_\_\_\_

Квалификация (степень) \_\_\_\_\_

Специализация \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
**К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ**Автор квалификационной работы \_\_\_\_\_ (подпись)  
(Фамилия, И., О.)Руководитель \_\_\_\_\_ (подпись)  
(Фамилия, И., О.)

К о н с у л ь т а н т ы :

а) По экономике и организации производства \_\_\_\_\_ (подпись)  
(Фамилия, И., О.)б) По безопасности жизнедеятельности и экологии \_\_\_\_\_ (подпись)  
(Фамилия, И., О.)в) \_\_\_\_\_ (подпись)  
(Фамилия, И., О.)**К защите допустить**Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись)  
(Фамилия, И., О.)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 200 \_\_\_ г.

Санкт-Петербург, 200 \_\_\_ г.

Квалификационная работа выполнена с оценкой \_\_\_\_\_

Дата защиты “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 200 \_\_\_\_ г.

Секретарь ГАК \_\_\_\_\_

Листов хранения \_\_\_\_\_

Чертежей хранения \_\_\_\_\_

**Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
Санкт-Петербургский государственный университет  
информационных технологий, механики и оптики**

Факультет ТМиТ Кафедра МЕХАТРОНИКИ

Направление (специальность) \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Квалификация (степень) ИНЖЕНЕР

**УТВЕРЖДАЮ**

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2004 г.

**З А Д А Н И Е  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

Студенту АНДРЕЕНКО Л.И.

( Фамилия, И., О. )

Руководитель НОЗДРИН М.А. СПбГУ ИТМО доцент

( Фамилия, И., О., место работы, должность )

**1. Наименование темы:** УСТРОЙСТВО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ДЛЯ ДУГОВОГО  
ПЛАЗМЕННОГО РЕАКТОРА

**2. Срок сдачи студентом законченной работы** 15.01.2005

**3. Техническое задание и исходные данные к работе**

3.1. Плавно регулируемая скорость линейного перемещения в диапазоне от 2 до 10 мм/мин  
(прямой ход)

3.2. Точность поддержания скорости прямого хода  $\pm 5\%$

3.3. Диапазон перемещения 410 мм

3.4. Усилие нагрузки  $70 \pm 30$  Н

3.5. Габаритные размеры 500 x 400 x 300 мм

**4. Содержание выпускной работы (перечень подлежащих разработке вопросов)**

4.1. Обзор состояния вопроса и выбор аналога

4.2. Выбор и расчет кинематической схемы устройства

4.3. Выбор электродвигателя

4.4. Выбор схемы управления

4.5. Расчет редуктора

4.6. Прочностной расчет элементов конструкции

4.7. Расчет на точность

4.8. Экономико-организационный раздел

4.9. Технологический раздел

4.10. Вопросы охраны труда

4.11. Список литературы

**5. Перечень графического материала (с указанием обязательного материала)**

5.1. Структурная схема установки	A1 – 1 плакат
5.2. Чертеж общего вида установки	A1 – 1 плакат
5.3. Кинематическая схема устройства подачи	A1 – 1 плакат
5.4. Редуктор. Сборочный чертеж. Кинематическая схема	A1 – 2 плаката
5.5. Чертежи деталей	A1 – 1 плакат
5.6. Схема управления электродвигателем	A1 – 1 плакат
5.7. Графический материал к технологическому разделу	A1 - 1 плакат
5.8. Графический материал к экономико-организационному разделу	A1 – 1 плакат

**6. Исходные материалы и пособия**

- 6.1. Справочник конструктора точного приборостроения ЛО, Л., Машиностроение, 1989.  
 6.2. Ковчи С.А., Сабинин Ю.А. Теория электропривода. СПб, «Энергоатомиздат», 2000  
 6.3. Шляхтер Л.М., Соболев Е.А. Взаимозаменяемость и технические измерения. - М.: Леспромиздат, 1993  
 6.4. Справочное руководство по черчению (В.Н.Богданов, И.Ф.Маляжик и др. – М.: Машиностроение, 1989  
 6.5. Справочник технолога-машиностроителя / А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова – М.: Машиностроение, 1985

**7. Консультанты по работе с указанием относящихся к ним разделов работы**

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
Экономика и организация производства			
Технология приборостроения			
Безопасность жизнедеятельности и экология			

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

№№ п/п	Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Примечание
1	Введение. Теоретическое обоснование. Обзор литературы	20.09 - 30.09	
2	Изучение существующих аналогов	01.10 - 15.10	
3	Выбор и расчет кинематической схемы устройства	16.10 - 23.10	
4	Выбор электродвигателя и схемы управления	24.10.- 31.10	
5	Расчет редуктора	01.11 - 06.11	
6	Общий вид установки	01.11 – 06.11	
7	Разработка сборочного чертежа редуктора	07.11 – 18.11	
8	Прочностной расчет элементов конструкции	19.11 – 25.11	
9	Чертежи деталей.	01.12	1 проверка
10	Точностной расчет	02.12 – 07.12	
11	Технологическая часть. Охрана труда	07.12 – 15.12	
12	Технико-экономическое обоснование	24.12	2 проверка
13	Оформление пояснительной записки	25.12 – 12.01	

8. Дата выдачи задания 20.09.2004Руководитель Ноздрин М.А.  
(подпись)Задание принял к исполнению Андреенко Л.И.  
(подпись)

**Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
Санкт-Петербургский государственный университет  
информационных технологий, механики и оптики**

Факультет ТМиТ Кафедра Мехатроники  
 Направление (специальность) Мехатроника Группа 6670  
 Квалификация (степень) инженер

**УТВЕРЖДАЮ**

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2004 г.

**З А Д А Н И Е  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

Студенту Ларину Александру Сергеевичу  
 (Фамилия, И.,О.)

Руководитель Ноздрин Михаил Александрович, СПб ГУ ИТМО, доцент  
 (Фамилия, И.,О., место работы, должность)

**1. Наименование темы:** Микропроцессорная система управления прибором "СКАНЕР"

**2. Срок сдачи студентом законченной работы** \_\_\_\_\_

**3. Техническое задание и исходные данные к работе**

Программа должна быть написана на языке Си.

Исходные данные:

1. Измеряемое расстояние  $50 \pm 30$  м.
2. Погрешность при измерении расстояния не более 3 м.
3. Погрешность при измерении угла поворота не более  $10^\circ$
4. Дискретность измерения круговой диаграммы  $2^\circ$
5. Скорость звука в среде от 1500 м/с до 1820 м/с.
6. Номинальная скорость вращения шагового двигателя 12,5 об/сек. (16 фазных сост.)
7. Передаточное отношение двигателя на ось прибора 675.
8. Калибровочное расстояние 0,25 м.

**4. Содержание выпускной работы (перечень подлежащих разработке вопросов)**

1. Введение.
2. Постановка задачи.
3. Анализ временных характеристик.
4. Обзор микропроцессорных средств.
5. Обзор сред программирования.
6. Разработка алгоритма программы.
7. Реализация алгоритма программы.
8. Отладка программы.
9. Экономический раздел.
10. Охрана труда.

**5. Перечень графического материала (с указанием обязательного материала)**

1. Схема применения прибора	Ф1-2
2. Структура микроконтроллера	Ф1-1
3. Структура управляющего комплекса	Ф1-1
4. Блок-схемы алгоритмов	Ф1-1
5. Временные диаграммы	Ф1-1
6. Материал к экономическому разделу	Ф1-1
7. Материал к охране труда	Ф1-1

**6. Исходные материалы и пособия**

1. Описание прибора "СКАНЕР"
2. С++. Карманный справочник К. Лоудон
3. Описание микроконтроллеров Atmel AVR
4. Информационные ресурсы Internet
5. Материалы лекций СПб ГУ ИТМО

**7. Консультанты по работе с указанием относящихся к ним разделов работы**

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
Экономика и организация производства			
Безопасность жизнедеятельности и экология			

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

№ п/п	Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Примечание
1	Введение. Постановка задачи.	23.09.04 - 30.09.04	
2	Анализ временных характеристик	01.10.04 - 17.10.04	
3	Обзор существующих микроконтроллеров	18.10.04 - 25.10.04	
4	Обзор существующих сред программирования	26.10.04 - 02.11.04	
5	Разработка алгоритма программы	03.11.04 - 10.11.04	
6	Реализация алгоритма программы	11.11.04 - 21.11.04	
7	Отладка программы	22.11.04 - 28.11.04	
8	Первая проверка	29.11.04	
9	Экономический раздел	30.11.04 - 14.12.04	
10	Охрана труда	15.12.04 - 23.12.04	
11	Вторая проверка	24.12.04	
12	Оформление ПЗ	25.12.04 - 19.01.05	

**8. Дата выдачи задания** 04.09.2004

Руководитель \_\_\_\_\_ Ноздрин М.А.  
(подпись)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ Ларин А.С.  
(подпись)

**Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
Санкт-Петербургский государственный университет  
информационных технологий, механики и оптики**

**О Т З Ы В  
РУКОВОДИТЕЛЯ  
О ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ**

Студента \_\_\_\_\_  
(Фамилия, И., О)

Факультет ТМиТ

Кафедра Мехатроники Группа 6670

Направление (специальность) \_\_\_\_\_

Квалификация (степень) инженер

Наименование темы: \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_  
(Фамилия, И., О., место работы, должность, ученое звание, степень)

**ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

	№	Показатели	Оценка			
			5	4	3	0*
Профессиональная	1	Оригинальность и новизна полученных результатов, научных, конструкторских и технологических решений				
	2	Степень самостоятельного и творческого участия студента в работе				
	3	Корректность формулирования задачи исследования и разработки				
	4	Уровень и корректность использования в работе методов исследований, математического моделирования, инженерных расчетов				
Справочно-информационная	5	Степень комплексности работы. Применение в ней знаний естественнонаучных, социально-экономических, обще-профессиональных и специальных дисциплин				
	6	Использование информационных ресурсов Internet				
	7	Использование современных пакетов компьютерных программ и технологий				
	8	Наличие публикаций, участие в н.-т. конференциях, награды за участие в конкурсах				
Оформительская	9	Степень полноты обзора состояния вопроса				
	10	Ясность, четкость, последовательность и обоснованность изложения				
	11	Качество оформления пояснительной записки (общий уровень грамотности, стиль изложения, качество иллюстраций, соответствие требованиям стандарта к этим документам)				
	12	Объем и качество выполнения графического материала, его соответствие тексту записки и стандартам				
<b>ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА</b>						

\* - не оценивается (трудно оценить)





**Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
Санкт-Петербургский государственный университет  
информационных технологий, механики и оптики**

**О Т З Ы В  
РЕЦЕНЗЕНТА  
О ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ**

Студент \_\_\_\_\_  
(Фамилия, И., О)

Факультет ТМиТ

Кафедра Мехатроники Группа 6670

Направление (специальность) 220400

Квалификация (степень) инженер

Наименование темы: \_\_\_\_\_

Рецензент \_\_\_\_\_  
(Фамилия, И., О., место работы, должность, ученое звание, степень)

**ОЦЕНКА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

	№	Показатели оценки	Оценка				
			5	4	3	2	0*
Справочно-информационная	1	Соответствие представленного материала техническому заданию					
	2	Раскрытие актуальности тематики работы					
	3	Степень полноты обзора состояния вопроса					
	4	Корректность постановки задачи исследования и разработки					
	5	Уровень и корректность использования в работе методов исследований, математического моделирования, инженерных расчетов					
	6	Степень комплексности работы, применение в ней знаний естественнонаучных, социально-экономических, обще профессиональных и специальных дисциплин					
	7	Использование информационных ресурсов Internet					
	8	Использование современных пакетов компьютерных программ и технологий					
	9	Наличие публикаций, участие в н.-т. конференциях, награды за участие в конкурсах, подтвержденных копиями					
Творческая	10	Оригинальность и новизна полученных результатов, научных, конструкторских и технологических решений					
	11	Ясность, четкость, последовательность и обоснованность изложения					
Оформительская	12	Уровень оформления пояснительной записки:					
		- общий уровень грамотности					
		- стиль изложения					
		- качество иллюстраций					
13	Объем и качество выполнения графического материала, его соответствие тексту записки						
14	Соответствие требованиям стандарта оформления пояснительной записки и графического материала						
<b>ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА</b>							

\* - не оценивается (трудно оценить)



**Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
Санкт-Петербургский государственный университет  
информационных технологий, механики и оптики**

**АННОТАЦИЯ  
ПО ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ**

Студента \_\_\_\_\_  
( Фамилия, И., О. )

Факультет \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Направление (специальность) \_\_\_\_\_

Квалификация (степень) \_\_\_\_\_

Наименование темы: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_  
( Фамилия, И., О., ученое звание, степень )

Консультант \_\_\_\_\_  
( Фамилия, И., О., ученое звание, степень )

**ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

1 . Вид выпускной квалификационной работы \_\_\_\_\_  
(Работа, проект, магистерская диссертация, бакалаврская работа)

2. Цель исследования \_\_\_\_\_

3. Число литературных источников, использованных при составлении обзора \_\_\_\_\_

4. Полное число литературных источников, использованных в работе \_\_\_\_\_

5. В том числе литературных источников

Отечественных			Иностраных		
Последние 5 лет	От 5 до 10 лет	Более 10 лет	Последние 5 лет	От 5 до 10 лет	Более 10 лет

6. Использование информационных ресурсов Internet \_\_\_\_\_  
(Да, нет, число ссылок в списке литературы)

7. Использование современных пакетов компьютерных программ и технологий \_\_\_\_\_  
(Указать какие именно и в каком разделе работы)

8. Наличие публикаций и выступлений на конференциях по теме выпускной работы \_\_\_\_\_  
( Да, нет)

а) 1. \_\_\_\_\_  
(Библиографическое описание публикаций)

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

б) 1. \_\_\_\_\_  
(Библиографическое описание выступлений на конференциях)

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Выпускник \_\_\_\_\_  
(подпись)

Руководитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

### **ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ**

- Мехатронный фотоэлектрический преобразователь.
- Устройство перемещения для дугового плазменного реактора.
- Азимутальный привод визирного устройства.
- Нейронный контроллер в МЭМС-технологических операциях.
- Ветрогенератор для океанографических буев.
- Координатный стол оптического профилировального станка.
- Оптико - телевизионный визир.
- Привод часовой оси полуметрового оптического телескопа.
- Устройство для выполнения ремонтных работ в скважинах.
- Полуавтомат специальный для обработки тонкостенных труб.
- Привод перемещения измерительного узла установки для поверки концевых мер.
- Исследование нелинейного фрикционного взаимодействия на мехатронной системе «Трибал».
- Микропроцессорная система управления прибором «Сканер».
- Преобразователь угловых перемещений ЛИР 212А

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3****ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ СТАНДАРТОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ****СТАНДАРТЫ, ОТРАЖАЮЩИЕ СПЕЦИФИКУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ИХ МОДУЛЕЙ**

- ГОСТ 2.118-73 ЕСКД Техническое предложение.  
ГОСТ 2.103-68 ЕСКД Стадии разработки.  
ГОСТ 2.119-73 ЕСКД Эскизный проект.  
ГОСТ 2.120-73 ЕСКД Технический проект.  
ГОСТ 2.105-95 ЕСКД Общие требования к текстовым документам.  
ГОСТ 2.106-96 ЕСКД Текстовые документы.  
ГОСТ 14.206-73 Технологический контроль конструкторской документации.  
ГОСТ 14.205-83 Технологичность конструкции изделия. Термины и определения.  
ГОСТ 14.201-83 Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования.  
ГОСТ 2.321-84 ЕСКД Обозначения буквенные.

**СТАНДАРТЫ, СОДЕРЖАЩИЕ ОСНОВНЫЕ НОРМЫ ВЗАИМОЗАМЕЯЕМОСТИ**

- ГОСТ 6639-69 Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры.  
ГОСТ 8032-84 Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел.  
ГОСТ 8908-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные углы и допуски углов.  
ГОСТ 24643-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения.  
ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.  
ГОСТ 25346-89 Основные нормы взаимозаменяемости. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений.  
ГОСТ 25347-82 Основные нормы взаимозаменяемости. Поля допусков и рекомендуемые посадки.  
ГОСТ 3325-85 Подшипники качения. Поля допусков и технические требования к посадочным поверхностям валов и корпусов. Посадки.  
ГОСТ 3478-79 Подшипники качения. Основные размеры.

**СТАНДАРТЫ НА ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ**

- ГОСТ 2.301-81 ЕСКД Форматы  
ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы.  
ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии.  
ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертёжные.  
ГОСТ 2.305-68 ЕСКД. Изображения - виды, разрезы, сечения.

- ГОСТ 2.306-68 ЕСКД. Обозначения графических материалов и правила нанесения их на чертежах.
- ГОСТ 2.307-68 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.
- ГОСТ 2.308-79 ЕСКД. Указание на чертежах допусков форм и расположение поверхностей.
- ГОСТ 2.309-73 ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхностей.
- ГОСТ 2.310-68 ЕСКД. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки.
- ГОСТ 2.311-68 ЕСКД. Изображение резьбы.
- ГОСТ 2.312-72 ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.
- ГОСТ 2.313-82 ЕСКД. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений.
- ГОСТ 2.315-68 ЕСКД. Изображения упрощенные и условные крепежных деталей.
- ГОСТ 2.3 16-68 ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц соединений.
- ГОСТ 2.410-68 ЕСКД. Правила выполнения чертежей металлических конструкций.
- ГОСТ 2.4 13-72 ЕСКД. Правила выполнения конструкторской документации изделий, изготовляемых с применением электрического монтажа.
- ГОСТ 2.420-69 ЕСКД. Упрощенные изображения подшипников качения на сборочных чертежах.
- ГОСТ 3.1105-84 ЕСТД. Форма и правила оформления документов общего назначения.
- ГОСТ 3.1103-82 ЕСТ Д. Основные надписи.
- ГОСТ 3 1122-84 ЕСТД. Формы и правила оформления документов специального назначения. Ведомости технологические.
- ГОСТ 3 1409-86 ЕСТД. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции) изготовления изделий из пластмасс и резины.
- ГОСТ 21495-76 Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения.
- ГОСТ 3.1107-81 ЕСТД. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения.
- ГОСТ 3 1109-82 ЕСТД. Термины и определения основных понятий.

### **СТАНДАРТЫ, ОТРАЖАЮЩИЕ СПЕЦИФИКУ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ**

- ГОСТ 7.32-91 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
- ГОСТ 7.9-95 СИБИБД. Реферат и аннотация. Общие требования.

### **СТАНДАРТЫ НА ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ СХЕМ**

- ГОСТ 2.701-84 ЕСКД Схемы Виды и типы. Общие требования к выполнению.
- ГОСТ 2 702-75 ЕСКД Правила выполнения электрических схем.

- ГОСТ 2.703-68 ЕСКД Правила выполнения кинематических схем.
- ГОСТ 2.704-76 ЕСКД Правила выполнения гидравлических и пневматических схем.
- ГОСТ 2.705-70 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем обмоток и изделий с обмотками.
- ГОСТ 2.797-81 ЕСКД Правила выполнения вакуумных схем.
- ГОСТ 2.708-81 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой техники.

### **ОБОЗНАЧЕНИЯ УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ В СХЕМАХ**

- ГОСТ 2.721-74 ЕСКД Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.
- ГОСТ 2.722-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Машины электрические.
- ГОСТ 2.723-68 ЕСКД Обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы автотрансформаторы и магнитные усилители.
- ГОСТ 2.746-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Генераторы и усилители квантовые.
- ГОСТ 2747-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений.
- ГОСТ 2.752-71 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства телемеханики.
- ГОСТ 2.755-87 ЕСКД Обозначения условные графические в электрических схемах Устройства коммутационные и контактные соединения.
- ГОСТ 2.756-76 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Воспринимающая часть электромеханических устройств.
- ГОСТ 2.759-82 ЕСКД Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники.
- ГОСТ 2.770-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики.
- ГОСТ 2.781-96 ЕСКД. Обозначения условные графические. Аппараты гидравлические и пневматические, устройства управления и приборы контрольно-измерительные.
- ГОСТ 2.784-96 ЕСКД Обозначения условные графические. Элементы трубопроводов.
- ГОСТ 2.785-70 ЕСКД. Обозначения условные графические. Арматура трубопроводная.
- ГОСТ 21.403-80 Обозначения условные графические в схемах. Оборудование энергетическое.
- ГОСТ 2.725-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутирующие.
- ГОСТ 2.726-68 ЕСКД Обозначения условные графические в схемах. Токосъемники.



ГОСТ 2.727-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Разрядники, предохранители.

ГОСТ 2.728-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы.

ГОСТ 2.729-68 ЕСКД Обозначения условные графические в схемах. Приборы электроизмерительные.

ГОСТ 2.730-73 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах приборы полупроводниковые.

ГОСТ 2.731-81 ЕСКД Обозначения условные графические в схемах. Приборы электровакуумные.

ГОСТ 2.736-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы пьезоэлектрические и магнитострикционные. Линии задержки.

ГОСТ 2.743-91 ЕСКД Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники.

### **СТАНДАРТЫ ПО НАДЕЖНОСТИ**

ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

ГОСТ 27.004-85 Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения.

ГОСТ 27.00I-95 Система стандартов надежности в технике. Основные положения.

ГОСТ 27.203-83 Надежность в технике. Технологические системы. Общие требования к методам оценки надежности.

ГОСТ 27.301-95 Надежность в технике Расчет надежности. Основные положения.

ГОСТ 27.310-95 Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения.

Международный электротехнический словарь. Надежность и качество услуг.

Публикация 50 (191) МЭК, пер. с англ., М, 1990.

МС МЭК 60300-3-6 Управление надежностью. Часть 3. Руководство по применению. Раздел 6. Аспекты надежности программных средств.

МС МЭК 60300-3-3 Управление надежностью. Часть 3. Руководство по применению. Раздел 3. Оценка издержек за жизненный цикл.

### **СТАНДАРТЫ ПО КАЧЕСТВУ ПРОДУКЦИИ**

ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.

ГОСТ 15895-77 Статистические методы управления качеством продукции. Термины и определения.

ГОСТ Р ИСО 9001-96 Система качества. Модель для обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании.

ГОСТ Р ИСО 9002-96 Система качества. Модель обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании.

ГОСТ Р ИСО 9003-96 Система качества. Модель обеспечения качества при окончательном контроле и испытаниях.

ГОСТ 16504-81 Качество продукции. Контроль и испытания.

## **СТАНДАРТЫ, ОТРАЖАЮЩИЕ СПЕЦИФИКУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ, СБОРКИ И КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЙ**

ГОСТ Р50995.0.1-96 Технологическое обеспечение создания продукции.

Основные положения.

ГОСТ 14.004-83 Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий.

ГОСТ Р50995.3.1-96 Технологическое обеспечение создания продукции. Технологическая подготовка производства.

ГОСТ 3.1404-86 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием

ГОСТ 3.1702-79 ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.

ГОСТ 3.1703-79 ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы.

ГОСТ 3.1405-86 ЕСТД. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы термической обработки.

ГОСТ 31412-87 ЕСТД. Требования к оформлению документов на технологические процессы изготовления изделий методом порошковой металлургии.

ГОСТ 3.1407-86 ЕСТД. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки.

ГОСТ 3.1105-84 ЕСТД. Форма и правила оформления документов общего назначения.

ГОСТ 3.1103-82 ЕСТ Д. Основные надписи.

ГОСТ 3 1122-84 ЕСТД. Формы и правила оформления документов специального назначения. Ведомости технологические.

ГОСТ 3 1409-86 ЕСТД. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции) изготовления изделий из пластмасс и резины.

ГОСТ 21495-76 Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения.

ГОСТ 3.1107-81 ЕСТД. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения.

ГОСТ 3 1109-82 ЕСТД. Термины и определения основных понятий.

**МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ИССЛЕДОВАНИЙ И ИСПЫТАНИЙ. СТАНДАРТЫ  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА  
ИЗМЕРЕНИЙ**

РМГ 29-99. Метрология. Термины и определения.

ГОСТ 8.417-81 Единицы физических величин.

ГОСТ 8009-84 Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.

ГОСТ Р 8.563-96 Методики выполнения измерений.

ГОСТ 8.207-76 Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения.

ГОСТ 8.326-89 Метрологическая аттестация средств измерений.

ГОСТ 24026-80 Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения.

МИ 1317-86 Результаты измерений и характеристики погрешности измерений формы представлений. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.

РД 50-453-84 Методические указания. Характеристики погрешности средств измерений в реальных условиях эксплуатации. Методы расчета.

МИ 2174-91 Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях. Основные положения.

**СТАНДАРТЫ ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ С ЭЛЕКТРО И  
РАДИООБОРУДОВАНИЕМ**

ГОСТ 28259-89 Производство работ под напряжением в электроустановках. Основные требования.

ГОСТ 30326-95 Безопасность оборудования информационной технологии, включая электрическое контрольное оборудование.

ГОСТ 721-77 Системы электроснабжения, сети, источники и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения свыше 1000 В.

ГОСТ 18275-72 Аппаратура радиоэлектронная. Номинальные значения напряжений и силы токов питания.

ГОСТ 6697-83 Системы электроснабжения, источники, преобразователи и приемники электрической энергии переменного тока. Номинальные частоты от 0,1 до 10000 Гц и допускаемые отклонения.

**СТАНДАРТЫ К МЕТОДАМ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЯ.  
СТАНДАРТЫ ASTM, ANSI**

ASTM E 139 Рекомендуемые правила проведения испытаний металлических материалов на ползучесть, длительную прочность и разрушающее напряжение.

ANS/ISA S 51.84 Приборы измерительные, обозначения и идентификация.

ANSI S 2.15-72 Машины для испытания на удар для легковесного оборудования, проектирование, конструкция и эксплуатация..

ANSI/ISA S 37.5-71 Тензодатчики линейного ускорения. Технические требования и методы испытаний.

ANSI/ISA 37.8-77 Преобразователи силы тензометрические. технические требования и методы испытания.

ANSI B 93.62M-82 Гидросистемы, герметизирующие устройства, работающие при переменной нагрузке для линейных исполнительных механизмов. Метод испытаний, измерений и регистрации данных утечки.

ANSI/SAE AMS 26.34-80 Трубы металлические тонкостенные авиационно-космического назначения. Методы ультразвукового контроля.



В 2007 году СПбГУ ИТМО стал победителем конкурса инновационных образовательных программ вузов России на 2007–2008 годы. Реализация инновационной образовательной программы «Инновационная система подготовки специалистов нового поколения в области информационных и оптических технологий» позволит выйти на качественно новый уровень подготовки выпускников и удовлетворить возрастающий спрос на специалистов в информационной, оптической и других высокотехнологичных отраслях экономики.

---

## КАФЕДРА МЕХАТРОНИКИ

Является одной из старейших кафедр ИТМО. Впервые структурное формирование, впоследствии преобразованное в кафедру, упомянуто в приказе №18 от 03.10.1930 г. по Учебному комбинату точной механики и оптики. Кафедру последовательно возглавляли Замыцкий Н.Н, Колчин Н.И, Литвин Ф.Л, Политавкин А.М, Гуляев К.И, Тимофеев Б.П. С 2005 г. заведующим кафедрой назначен Ноздрин М.А.

Отметим, что термин «мехатроника» появился в 1972 г. в Японии. Под мехатроникой понимается область науки и техники основанная на синергетическом объединении узлов точной механики с электронными, электротехническими и компьютерными компонентами, обеспечивающая проектирование и производство качественно новых модулей, систем и машин с интеллектуальным управлением.

Основными направлениями деятельности кафедры являются:

- прикладная механика;
- проектирование и исследование мехатронных устройств;
- разработка и исследование приборов для измерения механических величин.

На базе кафедры ежегодно проводится международная студенческая олимпиада по прикладной механике. Преподаватели, студенты и аспиранты кафедры выступают с докладами, как на российских, так и на международных конференциях.

Грязин Дмитрий Геннадиевич  
Методические указания по преддипломной практике и дипломному  
проектированию для студентов направления 220400 – Мехатроника и  
робототехника

В авторской редакции

Компьютерный набор и вёрстка

Дизайн обложки

Заведующая редакционно-издательским отделом

СПбГУИТМО

Лицензия ИД №00408 от 05.11.99

Подписано к печати

2007

Заказ № 1054

Тираж 100 экз.

Отпечатано на ризографе.

Д.Г. Грязин.

Д.Г. Грязин.

Д.Г. Грязин.

Н.Ф. Гусарова

**Редакционно-издательский отдел**  
Санкт-Петербургского государственного  
университета информационных  
технологий, механики и оптики  
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

