Методические указания по дипломному проектированию для специальности 0579 (криогенная техника) энергофизического факультета. / В.М. Бродянский, Д.А. Лабунцов, ред. А.В. Клименко. – МЭИ, 1980. – 23с.



Настоящие методические указания предназначены для студентов, выполняющих дипломные проекты (ДП) и дипломные работы (ДР) по специальности "Криогенная техника" на энергофизическом факультете МЭИ

В составлении методических указания принимали участие доц. Е.В. Аметистов, доц. В.В. Ягов, доц. А.Б. Грачёв, доц. Ю.В. Синявский, ст.преп. А.В.Клименко.

© Московский энергетический институт, 1980г.

# 1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

## 1.1. Введение

Методические указания по выполнению дипломного проекта (ДП) или дипломной работы (ДР) составлены в соответствии с "Инструкцией по подготовке дипломных проектов (работ) в высших учебных заведениях", утвержденном приказом МВ и ССО СССР от 14 марта 1974 г. №245, и приказа №160 по Московскому ордена Ленина энергетическому институту от 7 мая 1974 г. "Об утверждении Положения о государственных экзаменационных комиссиях и Инструкции по подготовке дипломных проектов (работ) в вузах СССР". Указания предназначены для дипломников как дневного, так и вечернего отделений.

В настоящих указаниях излагаются наряду с общими методическими основами дипломного проектирования и требованиями, предъявляемыми к ДП (ДР), конкретные положения, относящиеся к тематике и выполнению ДП и ДР на кафедре Криогенной техники.

Дипломное проектирование (выполнение дипломных работ) - заключительный этап обучения студента в вузе; он имеет ряд целей.

Систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по специальности и применение этих знаний для решения конкретных научных, технических, экономических и производственных задач;

развитие навыков использования вычислительной техники для инженерных расчетов и графического оформления их результатов;

накопление опыта работы с научной, научно-технической и патентной литературой;

закрепление и расширение навыков проведения технико-экономического анализа;

правильный выбор решений по охране труда и технике безопасности, защите окружающей среди, технической эстетике;

определение уровня подготовленности студентов для самостоятельной работы в условиях современных науки и техники производства.

ДП (ДР) выполняется в соответствии с заданием на ДП (ДР) на основе изучения необходимых материалов по разрабатываемой теме (учебников, учебных пособий, монографий, периодической отечественной и зарубежной литературы, справочной и нормативной литературы, отчетов по НИР кафедр и т.д.) и использования знаний и данных, полученных до время обучения в институте, прохождения практик или производственной деятельности (студентов вечернего обучения).

## 1.2. Формирование тематики дипломного проектирования

Темы ДП (ДР) объявляются кафедрой не позже, чем за месяц до начала преддипломной практики. Они должны быть актуальными, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки, техники и народного хозяйства, учитывать результаты научной работы кафедры КТ и других кафедр МЭИ.

Рекомендуется выдавать тему задания на ДП (ДР) таким образом, чтобы она была продолжением работы студента по УИР и НИИР и над курсовым проектом. Студенту представляется право выбора совместно с руководителем темы из числа рекомендованных кафедрой. Студент может предложить также свою тему ДП (ДР) при условии обоснования целесообразности ее разработки. Тема ДП (ДР) может быть предложена и руководителем практики от предприятия или НИИ, где студент проходит преддипломную практику. В этом случае дипломник может быть оставлен в той же организации для выполнения ДП (ДР) на весь срок дипломного проектирования

Все темы ДП (ДР) должны быть утверждены в соответствии с инструкцией МВ ССО СССР.

## 1.3. Организация работы студента над ДП (ДР)

Срок дипломного проектирования устанавливается учебным планом и составляет 16 недель. Вопрос о продления срока дипломного проектирования решается деканом факультета и оформляется приказом по институту. Работе над ДП (ДР) предшествует преддипломная практика, для прохождения которой студент направляется на соответствующее предприятие, в научно-исследовательское учреждение или оставляется при кафедре.

Тема дипломного проекта выбирается студентом накануне преддипломной практики. Студент, изучает производство, собирает необходимый материал для дипломного проектирования. Окончательное задание на дипломный проект, утвержденное заведующим кафедрой, формируется руководителем проектирования после сдачи студентом зачета по преддипломной практике. При уточнении темы дипломного проекта целесообразно учитывать нужды, перспективы развития и реальные запросы предприятия.

Непосредственное руководство работой дипломника осуществляется руководителем ДП (ДР), назначенным выпускающей кафедрой. Руководителями ДП (ДР) могут быть преподаватели кафедры или специалисты, работающие на производстве, в научно-исследовательских институтах, проектных организациях, конструкторских бюро.

По отдельным разделам проекта (экономика, техника безопасности, контрольно-измерительные приборы и автоматика и т.д.) дипломникам назначаются консультанты с соответствующих кафедр. Список консультантов объявляется выпускающей кафедрой до начала дипломного проектирования.

Руководитель дипломного проектирования устанавливает общее направление и содержание проекта, помогает студенту составить план-график выполнения проекта, рекомендует новейшие пособия и литературу, оказывают помощь в получении дополнительных материалов в НИИ и проектных организациях.

В сроки, установленные графиком, на не реже двух раз в месяц дипломник по частям представляет выполненную работу руководителю. Руководитель дает необходимые указания, оценивает ее в процентах к общему объему для представления сведений в деканат. В порядке контроля за проектированием заведующий кафедрой назначает проверки состояния работы, над проектом (работой), на которых дипломник докладывает о ходе проектирования.

Руководитель ДП (ДР) с участием студента разрабатывает и оформляет в двух экземплярах следующие документы:

- задание на ДП (ДР) (форма дана в приложении 1);

- план-график работы дипломника.

Эти документы, подписанные студентом и руководителем, представляются на утверждение заведующему кафедрой. После утверждения один экземпляр документов хранится на кафедре, другой выдается дипломнику.

При разработке плана-графика необходимо учитывать, что в 16 недель, отведенных учебным планом дня выполнения ДП (ДР), входит время, необходимое для проверки проекта руководителем, консультантами, получения рецензии и защиты проекта на заседании Государственной экзаменационной комиссии.

ДП (ДР) выполняются, как правило. непосредственно в институте или, по разрешению кафедры, (частично или полностью) на производстве, в НИИ, КБ. Студенты, имеющие серьезное отставание в ходе дипломного проектирования и не представившие законченный проект в срок, не допускаются к защите ДП (ДР).

ДП (ДР), подписанный (ая) студентом, руководителем и консультантами, вместе с письменным отзывом руководителя должен (на) быть представлен (а) на кафедру не позднее, чем за неделю до защиты.

# 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ)

## 2.1. Общие положения

Объем дипломного проекта определяется 8-10 листами чертежей формата 24 (ГОСТ 2.301-68) и расчетно-пояснительной запиской на 120-130 листах формата II.

В соответствии с приказом МВ и ССО СССР допускается в технических вузах замена дипломного проекта дипломной работой (ДР). ДР носит научно-исследовательский характер и имеет расчетно-графическую часть и расчетно-пояснительную записку того же объема, что и ДП.

Примерная тематика дипломных проектов

I. Системы охлаждения и криостатирования электротехнических (криорезистивных и сверхпроводящих), радиоэлектронных и других низкотемпературных устройств и агрегатов.

2. Криорефрижераторы на различные температурные уровни и холодопроизводительности.

3. Криоожижители для получения жидких, шугообразных и твердых криоагентов.

4. Воздухоразделительные установки и станции, включая системы хранения и транспорта криопродуктов.

5. Установки разделения природного и промышленных газов с извлечением гелия, дейтерия или водорода.

Примерная тематика дипломных работ

1. Исследование одного из нетрадиционных методов охлаждения магнито-калорического, электро-калорического, сублимационного и др).

2. Исследование и термодинамический анализ процессов в отдельных элементах криогенной техники (эжекторах, детандерах, сепараторах, насосах жидких криоагентов и т.д.)

3. Экспериментальное и расчетно-аналитическое исследование процессов теплообмена и двухфазной гидродинамики в области криотемператур (течение двухфазных потоков сжиженных газов при наличии теплообмена и фазовых переходов), кипение криогенных жидкостей, конденсация паров, сублимация и десублимация, теплообмен в гелии-2, конвективный теплообмен в сверхкритической области состояния вещества, вопросы движения и теплообмена в центробежных полях, при ослабленной гравитации, в невесомости и т.д.).

4. Экспериментальные и расчетно-аналитические исследования различных вопросов криостатирования объектов и источников энергии.

## 2.2. Содержание дипломного проекта

### 2.2.1. Расчетно-пояснительная записка (РП3)

В начале записки помещаются титульный лист (по форме - приложение 2), оглавление с указанием глав, параграфов и номеров страниц, задание на проект (или его копия), список чертежей.

Затем следует "Введение", в котором характеризуется состояние разрабатываемой в дипломном проекте технической системы (агрегата, установки, машины) в настоящее время и перспективы развития. Обосновывается актуальность и значение решаемой задачи (научно-техническое и экономическое) .Степень новизны выбранных решений (c учетом результатов патентного поиска), их специфические особенности. Перечисляются также частные задачи, которые ставит дипломник и, возможно, варианты их решения.

После «Введения» идут главы, разбитые на параграфы, в которых излагается содержание дипломного проекта.

В конце расчетно-пояснительной записки приводится список использованной литературы, в том числе патентной, а также приложения, которые нумеруются для удобства отыскания нужного материала записки.

В расчетно-пояснительной записке, независимо от конкретного содержания проекта, должны быть отражены следующие вопросы (рекомендации по их содержанию приводятся ниже):

- экономическое обоснование принятых решений и анализ экономических показателей в сопоставлении с другими возможными вариантами ;

- вопросы организации производства, эксплуатации установки, агрегата;

- системы KИП и автоматического регулирования, целесообразность применения АСУ;

- охрана труда, техника безопасности.

Во всех случаях, когда действие разрабатываемой в проекте системы связано с существенным воздействием на окружающую среду, необходимо рассмотреть вопросы охраны окружающей среды (природы). При конструктивных разработках узлов или агрегатов необходимо учитывать требования технической эстетики.

В основных главах записки, в зависимости от темы проекта, должны быть рассмотрены следующие основные вопросы (по указанию руководителя):

- перечень и анализ исходных данных, подбор недостающих;

- возможные варианты решения поставленной задачи, выбор вариантов, подлежащих детальному технико-экономическому сравнению, выбор варианта, подлежащего дальнейшей разработке;

- составление с соответствующим обоснованием принципиальной и развернутой технологической схемы производств, цеха, станции, агрегата и т.п.;

- алгоритмы и блок схемы тепловых, конструктивных и др. расчетов;

- материальный, тепловой, гидравлический и др. расчеты данной установки, агрегата, процесса производства с определением необходимых показателей;

- термодинамический анализ потерь в проектируемой системе, определение ее КПД;

-расчеты на прочность и устойчивость элементов и узлов оборудования, выбор конструкционных материалов;

- рассмотрение способов регулирования работы установки, агрегата, способов резервирования надежности, выбор оптимальных режимов работы оборудования;

-анализ возможных путей усовершенствования проектируемой технической системы; кроме этого при необходимости должны быть рассмотрены:

- монтаж агрегатов и узлов, установок и т. п., организация ремонтов (планово-предупредительных, капитальных);

- расчет и уточнение типоразмеров и параметров основного и вспомогательного оборудования по выбранному варианту;

- обоснование и описание компоновочных решений по проектируемой установке, агрегату, размещению на территории предприятия, цеха;

- вопросы снабжения различными видами энергоресурсов и сырьем (электроэнергия, сжатые газы, технологическое сырье, вода и т.д.);

- способы хранения и транспортировка получаемых в установке, агрегате или цехе продуктов.

Необходимо такие учитывать специфические особенности проектируемых схем и установок при решении таких вопросов, как:

а) выбор низкотемпературной изоляции;

б) выбор конструкционных материалов для работы в условиях низких температур и в переходных температурных режимах;

в) низкотемпературные уплотнения для гелия, водорода и др. криоагентов;

г) особенности работы оборудования в транспортных и космических условиях (малая или нулевая гравитация);

д) пусковой период и ресурс системы;

е) весовые и объемные удельные характеристики.

Заслуживает поощрения наличие в дипломном проекте экспериментально-исследовательской части на основе работы в НИИ или на предприятии.

Разбивка материала ДП на главы зависит от его содержания и согласовывается с руководителем.

Примерное содержание глав:

1. Тепловой расчет установки (энергетический и эксергетический балансы). В этой главе дается расчет общего термодинамического баланса (и в случае необходимости газодинамические расчеты) установки в целом и ее основных блоков. На заключительном этапе необходимо определить основные энергетические показатели. При этих расчетах следует использовать системный подход к процессам, аппаратам и машинам, исключающий их отдельное рассмотрение без учета связей с комплексом в целом.

2. Тепловые и конструктивные расчеты теплообменных аппаратов\*. В этой главе дается расчет нескольких теплообменных аппаратов, выбранных так, чтобы один из аппаратов был связан с внешним теплообменом (с объектом криостатирования или окружающей средой) и один с внутренним (регенерация или каскад).

3. Тепловые и конструкционные расчеты машин\*. Расчеты должны включать выбор конструктивных параметров, обеспечивающих оптимальную в данных условиях конструкцию.

4. Технико- технологические расчеты.

5. КИП и автоматика.

6. Охрана труда и техника безопасности.

\* Аппараты и машины, подлежащие подробному расчету, выбираются совместно с руководителями.

### 2.2.2. Графическая часть

В графической части должны быть показаны

1. принципиальная или монтажно-технологическая схема установки;

2. конструктивные чертежи агрегатов или узлов агрегатов (3-4 листа);

3. компоновка проектируемой установки или агрегата в цехе, на объекте (1-2 листа);

4. графические зависимости (расчетные или экспериментальные), поясняющие работу установки или ее элементов, в том числе изображение процессов или циклов на диаграммах состояния (2-3 листа);

5. сводные таблицы энергетических (эксергетических) и технико-экономических показателей системы или установки.

## 2.3. Содержание дипломной работы (ДР)

### 2.3.1. Расчетно-пояснительная записка (РПЗ)

В начале записки помещены: титульный лист, оглавление с указанием глав, параграфов и номеров страниц, задание на работу, список графиков и чертежей. Далее приводится краткая аннотация работы (1-2 стр. текста), отражающая основные результаты исследования, методы исследования, диапазоны исследованных параметров и величин, новизна результатов, их точность, надежность и обоснованность. В большинстве ДР рекомендуется приводить также отдельно список обозначений и расшифровку используемых символов, величин, чисел подобия (1-2 стр. текста). Дальнейший материал излагается в форме отдельных глав, разбитых на параграфы. Его общая структура зависит от конкретного содержания ДР (согласовывается с руководителем).

Первая глава ДР всегда носит характер обзора состояния изучаемого вопроса (процесса), методов исследования, достижений и основных результатов предшествующих работ. На этой основе формулируется задача исследования. Обзор иллюстрируется графическим материалом (экспериментальные графики, расчетно-теоретические зависимости и т.д.), а также аналитическими соотношениями и формулами в объеме, необходимом для аргументации обсуждаемых положений. При этом следует выделить основные, принципиальные положения и результаты обсуждаемых работ. Следует стремиться также к систематизации обсуждаемых положений, результатов, зависимостей, тенденций путем составления сравнительных таблиц, графиков на основе критического анализа литературных материалов. При формулировке задач исследования указываются методы ее решения, значение исследования для науки и техники, возможности практического применения полученных результатов.

В последующих главах РПЗ излагается оригинальный материал исследования. Он включает описание экспериментального стенда или расчетного метода, методику измерений и обработки результатов или метода расчетно-аналитических исследований с указанием возможных погрешностей, систематизацию полученных результатов и их анализ, сравнение с данными других авторов и теоретическими положениями.

В конце РПЗ приводятся "Выводы" по ДР, в которых компактно (2-3 стр.) излагаются основные результаты исследования с указанием их новизны, научного и прикладного значения. Далее приводится список использованной литературы (требования по его оформлению - смотри ниже), а также "Приложения". В приложения выносятся таблицы экспериментальных или расчетно-аналитических данных, расчеты для оценки погрешности измерений, промежуточные громоздкие аналитические преобразования (помещение которых в основной текст PПЗ приводило бы к затруднению ее чтения) , примеры использования предлагаемых расчетных соотношений для практических приложений, отдельные детали расчетов на прочность узлов установки, таблицы использованных теплофизических или электротехнических свойств веществ и материалов и т.д.

В РПЗ по ДР должны быть рассмотрены следующие вопросы (по указанию руководителя):

- анализ и систематизация данных в области исследования;

- обсуждение возможных вариантов изучения процесса с указанием их достоинств и недостатков, выбор метода с обоснованием его преимуществ и эффективности;

- расчеты теплотехнического, теплофизического характера, связанные с созданием общей схемы экспериментального стенда;

- расчеты на прочность, обоснование выбора отдельных узлов и звеньев установки, выбора конструкционных материалов;

- гидродинамические, электротехнические и тепловые расчеты обосновывающие выбор элементов экспериментального оборудования (насосов, вентиляторов, нагревательных элементов, тепловой изоляции и т.д.);

- рассмотрение способов измерения и регулирования режимных параметров установки, выбор оптимальных режимов работы;

- составление блок-схем решения отдельных расчетно-аналитических исследований на ЭВМ;

- изложение принципов и методов, используемых в теоретических и аналитических исследованиях;

- оценка точности и анализ погрешностей для отдельных измерителей и датчиков с учетом специфики низкотемпературного эксперимента;

- оценка точности и анализ возможных погрешностей при расчетно-аналитических исследованиях с применением ЭВМ и приближенными методами;

- экономические аспекты эксплуатации экспериментального стенда, вычислительной техники, включая сетевые графики проведения работ;

- системы КИП и автоматизации эксперимента, целесообразность применения АСУ;

- охрана труда, техника безопасности.

Изложенные выше требования при выполнении ДП с учетом специфики работы схем и установок в области криогеники (невесомости и т. ц.) в полном объеме относятся и к ДР.

### 2.3.2. Графическая часть

Структура графической части ДР зависит от конкретного задания и метода исследования и согласовывается с руководителем.

В графической части ДР должны быть показаны:

1. принципиальная схема установки и ее основных узлов (2-3 листа);

2. конструктивные чертежи узлов установки (1-2 листа).

На листах должны также найти отражение графические зависимости (расчетные или экспериментальные), показывающие результаты работы, расчетно-аналитические соотношения, обобщенные формулы, блок-схемы решения задач на ЭВМ, а также табличные результаты, связанные с принципиальными моментами исследования. В конце желательно показать примеры практического применения результатов исследования.

## 2.4. Разделы ДП и ДР, посвященные охране труда и технике безопасности

Как в ДП так и в ДР приводятся общие мероприятия по охране труда и технике безопасности, индивидуальные средства защиты и профилактические меры санитарной гигиены.

Не обходимо учитывать специфические опасности, связанные с низкотемпературным промышленным и лабораторным оборудованием.

1. Повышение давления при отогреве замкнутых сосудов с охлажденными жидкими и твердыми криоагентами.

2. Возможности утечки в помещение инертных (азот, аргон и др.) и легковоспламеняющихся (водород, метан и др.) газов, а также кислорода.

3. Взрывы воздухоразделительных установок при попадании в них углеводородных и др. органических примесей из атмосферного воздуха.

При проектировании криогенных установок как промышленных, так и экспериментальных, необходимо руководствоваться противопожарными требованиями и санитарными нормами проектирования промышленных предприятий.

## 2.5. Экономическая часть дипломного проекта и дипломной работы. Общие положения

Результаты дипломного проекта так же, как и дипломной работы, должны в конечном счете обеспечивать повышение технического уровня производства с максимальным положительным результатом и минимальными затратами на ого реализацию. Из этого вытекает необходимость экономического обоснования и экономической оценки в ДП или ДР.

Основные экономические вопросы ДП излагаются в трех разделах: во введении, технико-экономическом обосновании и расчете экономической эффективности. На первом этапе составляется введение в технико-экономическое обоснование, которые помещаются в начало расчетно-пояснительной записки, и на втором этапе после завершения проектирования или выполнения работы - расчет экономической эффективности, который помещается в конце записки.

В дипломной работе зачастую трудно оценить непосредственно ее экономическую эффективность. В этом случае необходимо показать качественно возможное направление внедрения ее результатов, а также, что принятая методика и организация научной работы позволяют получить необходимый результат с наименьшими затратами.

Для защиты ДП или ДР студент готовит в виде таблицы итоговые данные: сравнительные технико-экономические показатели проекта или работы.

### 2.5.1. Содержание разделов экономической части ДП и ДР .

Введение должно содержать краткую характеристику отрасли промышленности, на предприятии которой предполагается реализация проекта или работы, включающую оценку значение отрасли в системе народного хозяйства СССР, съедения о связях ее с другими отраслями (поставщиками сырья и потребителями продукции), перспективах развития отрасли.

Здесь же показывается, как тема дипломного проекта или работы связана с техническим развитием отрасли.

В технико-экономическом обосновании необходимо доказать народно-хозяйственную целесообразность выполнения темы ДП или ДР. Теоретическое совершенствование производства может проводиться разными путями: путем строительства нового предприятия, расширения или реконструкции действующего производства, его технического перевооружения, модернизации действующего оборудования, разработки новой техники. Возможно и объединение нескольких вариантов.

Конкретное решение принимается студентом с учетом темы ДП (ДР). Принятию решения должно предшествовать рассмотрение других возможных путей достижения целей. Для этого следует дать краткий обзор возможных вариантов решения, их положительных и отрицательных сторон, обосновать преимущесва выбранного варианта с использованием расчетных технико-экономических показателей. Анализ и выбор вариантов решения должен быть проведен на лучших отечественных и зарубежных образцах техники, технологии и организации производства.

В организационно-экономической части дипломного проекта студент должен показать свое умение творчески применять полученные знания в области экономики, организации и планирования производства. Задача дипломника заключается в нахождении таких решений, которые обеспечили бы оптимальное сочетание высоких технических и экономических показателей.

По организационно-экономическому содержанию ДП могут быть разделены на три группы: разработка отдельных элементов агрегатов или процессов (I), проектирование агрегатов, являющихся элементами цехов (II), проектирование цеха, криогенной установки, комплекса или предприятия (III).

В ДР введение и технико-экономическое обоснование могут быть объединены а один раздел - введение, где следует обосновать необходимость работы и ее отраслевую и народнохозяйственную значимость, показать конкретные недостатки в технике и технологии, которые могут быть устранены в результате данной работы, а также, что сделано и делается по теме в отечественной и зарубежной практике. Здесь же следует привести исходные данные, сформулировать задачи работы и наметить пути их решения. Фактические показатели и параметры исследуемых процессов, машин и аппаратов нужно сопоставить с нормативами и лучшими показателями, отвечающими современным требованиям. Применительно к ДР экономическая часть выполняется в следующем порядке.

а) Во введении качественно показывается экономическое значение вопроса, который является предметом дипломной работы.

б) Составляется оптимальный сетевой или ленточный график исследования.

в) Проводится расчет затрат на исследовательскую работу.

г) Оценивается суммарный потенциальный эффект исследовательской работы.

Этот перечень носит примерный характер и конкретизируется руководителем как по содержанию, так и по количеству рассматриваемы вопросов.

Консультация дипломникам по выполнению экономической части ДП (ДР) даются преподавателями кафедры ЭКО. После проверки выполненного студентом разделов экономической части ДП (ДР) консультант ставит свою подпись на титульном листе ДП или ДР (до подписи руководителя).

# 3. OФОРМЛЕНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА И ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

## 3.1. Общие положения

Все текстовые и графические материалы должны быть оформлены в соответствии с требованиями комплекса стандартов ЕСКД и настоящих методических указаний.

При этом возможны некоторые отклонения от ЕСКД, регламентированные приказом МВ и ССО СССР №634 от 17.09.70 г. и предусмотренные настоящими методическими указаниями. Комплексу стандартов ЕСКД присвоен номер второго государственного стандарта (ГОСТ 2) и весь он помещен в группе Т52 указателя стандартов.

## 3.2. Оформление текстовой части ДП и ДР

Общие требования к выполнению и оформлению текстовых документов определены ГОСТ 2.105-68. Этим стандартом предусмотрено деление текстовых документов на документы, содержащие в основном сплошной текст (пояснительная записка, расчеты, технические условия и т.д.) и документы, содержащие текст, разбитый на график (спецификация, ведомости, таблицы и т.п.).

Все текстовые документы нужно комплектовать в альбом, который условно называется расчетно-пояснительного запиской (РПЗ). РП3 служит основным документом, в котором излагается исчерпывающие сведения о выполненном (ой) ДП (ДР). Построение и комплектование РПЗ должно осуществляться в соответствии с заданием на ДП (ДР).

Материалы РПЗ брошюруются в следующем порядке:

1) титульный лист;

2) задание на ДП (ДР);

3) содержание PПЗ (оглавление) с указанием номера начальной страницы каждого раздела;

4) введение;

5) разделы РПЗ в соответствии с заданием;

6) список использованной литературы;

7) приложения.

В приложения включается вспомогательный материал, который при помещении его в основную часть разделов РПЗ загромождает текст: технические условия или другие самостоятельные текстовые документы, таблицы экспериментальных данных, протоколы акты испытаний, таблицы градуировки приборов и т. п. В приложения помещаются только те материалы, на которые имеются ссылки в тексте РПЗ

Изложение содержания РПЗ должно быть кратким, четким, исключающим возможность субъективного толкования. Материал излагается от имени первого лица в единственном числе («... принимаю...», «определяю...» и т.д.). Используемые термины и определения должны быть едиными и соответствовать установленным стандартам в частности (Криогенная техника ГОСТ 21957-76 «Термины и определения»), а при их отсутствии общепринятым в научной-технической литературе.

Сокращение слов в тексте и подписях под иллюстрациями не допускаются, кроме принятых по ГОСР 2.316-68. Если в РПЗ применяется специфическая терминология или особая система сокращения слов или наименований, то необходимо составит перечень принятых в проекте сокращений и терминов с соответствующими разъяснениями. При брошюровке РПЗ указанный перечень следует поместить после содержания (оглавления) РПЗ.

РП3 должна быть выполнена чернилами темного цвета или отпечатана на машинке на одной странице листа писчей бумаге формата II (210х297).

В отличие от требований комплекса стандартов ЕСКД к правилам оформления текстовых документов рамку и основные надписи на листах РПЗ и ДР разрешается не выполнять.

Количество рукописных или машинописных (через полтора межстрочных интервала с лентой черного цвета) строк на странице должно быть не менее 25. По всем сторонам листа должны оставляться поля: слева 35 мм, справа – 10 мм, вверху и внизу – не менее 20 мм. Формулы вписываются от руки.

Нумерация страниц РПЗ должна быть сквозной. Номер страницы проставляется арабскими цифрами без точки в правом верхнем углу. На первой странице – титульном листе – номер не ставится. Рисунки, таблицы, располагаемые на отдельных листах, а также список литературы и приложения включаются в общую нумерацию страниц.

Любой из разделов РПЗ может состоять из нескольких глав, каждая глава может состоять из нескольких параграфов, каждый параграф может состоять из нескольких пунктов. Все разделы, главы, параграфы, пункты должны быть пронумерованы (арабскими цифрами) следующим образом:

1 - первый раздел, 1.2. - первая глава первого раздела, 1.2.1 - первый параграф второй главы первого раздела и т.д.

Таблицы, иллюстрации и формулы (на которые есть ссылки в тексте) должны быть пронумерованы последовательно в пределах каждого раздела и приложения следующим образом: Таблица 2.1 – первая таблица второго раздела; таблица П1.3 - третья таблица первого приложения; рис. 2.2. – второй рисунок второго раздела. Формула (1.3) – третья формула первого раздела и т.д.

Номер формулы ставят с правой стороны листа в круглых скобках на уровне формулы. Непосредственно под формулой приводится расшифровка буквенных обозначений и числовых коэффициентов, входящих в формулу, в той последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого буквенного обозначения и коэффициента следует указывать с новой строки. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него. При ссылке на формулу в тексте следует писать, например, «В формуле (1.3)…».

Все главы, параграфы, таблицы и приложения должны иметь тематические заголовки, а рисунки – сопровождаться подрисуночными тематическими подписями.

Порядок изложения расчетов и их содержание в общем случае определены ГОСТ 2.106-68. Расчеты должны содержать: эскиз или схему рассчитываемого изделия; задачу расчета (с указанием, что требуется определить при расчете), данные для расчета, условия расчета, расчет, заключение по расчету. Расчеты, как правило, должны производиться с использованием размерностей физических величин системы СИ. Допускается в отдельных случаях производить расчеты в технической системе единиц, но с переводом конечных результатов в систему СИ.

В списке литературы указываются вначале труды основоположников марксизма-ленинизма и директивные документы партии и правительства, далее литературные источники в алфавитном порядке, в конце - непереведенные зарубежные источники. Список оформляется по ГОСТ 7.1-69:

а) для книг - фамилия и инициалы автора, название книги, место издания, издательство, год издания, количество страниц;

б) для журнальных статей - фамилия и инициалы автора, название статьи, наименование журнала (в кавычках), год издания, том, выпуск, номер журнала, страницы, на которых помещена статья (перед названием журнала или сборника ставится тире).

В тексте РПЗ по мере необходимости, даются ссылки на использованный источник (номер по списку в квадратных скобках), например, "Коэффициенты взяты по данным работы [15]". Литература, на которую нет ссылки в тексте, в списке не приводится.

## 3.3. Особенности оформления текста ДР

Все рекомендации и требования, изложенные выше, относятся также и к выполнению и оформлению текста ДР. Однако в отличие от РПЗ и ДП текст должен включать в себя разделы, имеющие характер отчета по научно-исследовательской теме (ГОСТ 19 600-74).

Примерный план первых глав ДР.

Глава 1. Литературный обзор: критический анализ современного состояния вопроса и методов обобщения результатов экспериментов по данным отечественных и зарубежных литературных источников, а такие выводы по обзору и задачи исследований.

Глава 2. Описание экспериментального стенда, установки или расчетного метода.

Глава 3. Описание методики измерений и обработки опытов, оценка погрешностей и определение расчетных или опытных величин.

Глава 4. Результаты исследования, их обработка, обсуждение и обобщение, а также сопоставление полученных результатов с исходными теоретическими положениями или результатами других авторов.

В главах 2-4 должно быть четко указано, на основе каких данных выполнялась работа и что сделаю непосредственно дипломником.

Дальнейшие главы (разделы) текста оформляются в соответствии с приведенными выше указаниями по составлению РПЗ и индивидуальными заданиями на ДР.

## 3.4. Оформление графической части ДП (ДР)

В зависимости от тематики ДП (ДР) графические документы по специфике и особенностям требований к их выполнению условно подразделяются на следующие группы:

а) чертежи конструкторской документации (по ГОСТ 2.102-68) - чертежи общих видов, габаритные, монтажные, сборочные, чертежи деталей, схемы и т.п.;

б) чертежи проектно-планировочной документации - генпланы, поэтапные планы и разрезы производственных зданий и помещений, схемы обеспечения и организации производства (только для некоторых ДП);

в) иллюстрационный графический материал - рисунки, графики, диаграммы, номограммы, таблицы.

Формат чертежей выбирается в соответствии с размером изображения и должен соответствовать ГОСТ 2.301-68. Чертежи больше формата 24 выполняются без склейки. Чертежи меньше формата 24 выполняются совместно с другими на листах формата 24 без разрезки. Наименьший допускается размер листа формат II. На всех чертежах и схемах выполняется основная надпись (угловой штамп) в соответствии с ГОСТ 2.104-68 по форме 7.

Графическая часть ДР, включающая схемы и чертежи экспериментальных стендов и установок, таблицы и графики, иллюстрирующие экспериментальные и расчетные данные, должна быть выполнена в тексте ДР в виде калек, светокопий и фотографий. Та часть чертежей и графиков, которая используется при защите ДР как иллюстративный материал, выполняется, кроме того, в крупном масштабе, так же, как и в ДП.

# 4. ЗАЩИТА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ)

Законченный дипломный проект (ДР), подписанный дипломником и консультантами, передается руководителю. После просмотра и одобрения ДП (ДР) руководитель подшивает его (ее) и вместе со своим письменным отзывом представляет заведующему кафедрой.

Защите ДП (ДР) в Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК) предшествует предварительный просмотр ДП (ДР) на кафедре. Вопрос о допуске дипломника к защите выполненной им работы решает заведующий кафедрой после ознакомления с законченным ДП (ДР) и отзывом руководителя. При положительном решении заведующий кафедрой ставит свою подпись на титульном листе пояснительной записки.

Подписанный заведующим кафедрой ДП (ДР) направляется на рецензию. Рецензентами могут быть инженеры и научные работники предприятий, вузов, научно-исследовательских, проектных институтов и учреждений по тематике, близкой к теме ДП (ДР). Свои выводы и заключение рецензент представляет в ГЭК в письменном виде. С рецензией дипломник должен быть ознакомлен до заседания ГЭК.

Порядок защиты ДП (ДР) определяется положением о Государственных Экзаменационных комиссиях.

Дипломнику необходимо заранее тщательно продумать и обсудить с руководителем содержание и форму своего выступления, на которое отводится не более 15 минут. Во время защиты дипломник излагает основное содержание ДП (ДР), обосновывает принятые решения, разъясняет полученные результаты и формирует выводы по работе. В докладе дипломник должен ясно охарактеризовать свой личный вклад в разработанную тему.

Во время защиты студенту может быть задан членами ГЭК любой вопрос по содержанию ДП (ДР). На вопросы следует отвечать кратко и мотивированно. Во время доклада и ответов на вопросы рекомендуется использовать предъявляемые на защиту чертежи, таблицы, графики.

После доклада, ответов на замечания рецензента и на вопросы членов ГЭК оглашаются отзыв руководителя. Затем при необходимости, может быть представлено заключительное слово дипломнику.

ДП (ДР) после защиты хранится ь институте.

Оглавление

[1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ 1](#_Toc25230500)

[1.1. Введение 1](#_Toc25230501)

[1.2. Формирование тематики дипломного проектирования 2](#_Toc25230502)

[1.3. Организация работы студента над ДП (ДР) 2](#_Toc25230503)

[2. СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ) 3](#_Toc25230504)

[2.1. Общие положения 3](#_Toc25230505)

[2.2. Содержание дипломного проекта 4](#_Toc25230506)

[2.2.1. Расчетно-пояснительная записка (РП3) 4](#_Toc25230507)

[2.2.2. Графическая часть 6](#_Toc25230508)

[2.3. Содержание дипломной работы (ДР) 6](#_Toc25230509)

[2.3.1. Расчетно-пояснительная записка (РПЗ) 6](#_Toc25230510)

[2.3.2. Графическая часть 7](#_Toc25230511)

[2.4. Разделы ДП и ДР, посвященные охране труда и технике безопасности 8](#_Toc25230512)

[2.5. Экономическая часть дипломного проекта и дипломной работы. Общие положения 8](#_Toc25230513)

[2.5.1. Содержание разделов экономической части ДП и ДР . 8](#_Toc25230514)

[3. OФОРМЛЕНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА И ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ 9](#_Toc25230515)

[3.1. Общие положения 9](#_Toc25230516)

[3.2. Оформление текстовой части ДП и ДР 9](#_Toc25230517)

[3.3. Особенности оформления текста ДР 11](#_Toc25230518)

[3.4. Оформление графической части ДП (ДР) 12](#_Toc25230519)

[4. ЗАЩИТА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ) 12](#_Toc25230520)

[ОГЛАВЛЕНИЕ 13](#_Toc25230521)