

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет**

Кафедра машиностроения

ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

*Методические указания к выпускной квалификационной работе
для студентов специальности 21.05.04*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2020**

УДК 22.236.002:622.232.8 (073)

ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: Методические указания к выпускной квалификационной работе / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *В.В. Габов, С.Л. Иванов, П.В. Иванова, А.В. Михайлов, Д.А. Задков, Ю.В. Лыков*. СПб, 2020. 25 с.

В методических указаниях приводятся примерные темы дипломного проекта, рекомендации по его выполнению, а также требования к содержанию его разделов.

Предназначены для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации «Горные машины и оборудование».

Научный редактор проф. *В.В. Максаров*

Рецензент канд. техн. наук *Е.Ю. Степук* (ЗАО «Эс-Сервис»)

ВВЕДЕНИЕ

Дипломный проект является итоговой квалификационной самостоятельной работой студентов. В процессе дипломирования студент должен практически использовать приобретенные знания и навыки в областях производственных процессов горного производства, средств комплексной механизации, конструирования и производства горных машин и оборудования, а также общепромышленных, специальных и социально-экономических дисциплин, являющихся базой, на которой будет строиться профессиональная деятельность выпускника по специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации «Горные машины и оборудование».

Индивидуальное для каждого студента задание на дипломное проектирование разрабатывается руководителем проектирования и утверждается заведующим выпускающей кафедрой.

1. СТРУКТУРА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Дипломный проект имеет следующую структуру:

- Титульный лист;
- Задание на проектирование;
- Аннотация на двух языках;
- Оглавление;
- Текст пояснительной записки дипломного проекта.

Пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

- Введение;
- Горная часть;
- Специальная часть;
- Технологическая часть;
- Электротехническая (гидравлическая и пневматическая) часть;
- Безопасность жизнедеятельности;
- Экология горного производства;
- Экономическая часть;
- Заключение;

Список сокращений и условных обозначений*;
Словарь терминов*;
Список литературы;
Список иллюстративного материала*;
Приложения в виде спецификаций по проекту, чертежей и схем.

Здесь и далее (*) помечены разделы рекомендуемые, но необязательные.

Задание выдается студенту руководителем до отъезда на преддипломную практику. Лист бланка задания не нумеруется.

Аннотация содержит краткое изложение тематики проекта, перечень основных проектных решений и данные об их эффективности. В ней указываются объем пояснительной записки в страницах, количество листов чертежей, таблиц, иллюстраций и приложений.

Введение к дипломному проекту включает в себя следующие основные структурные элементы:

- актуальность темы проекта;
- степень ее разработанности;
- цель и задачи проектирования;
- практическая значимость проекта;
- степень достоверности и апробация результатов;
- сведения о публикациях автора (при их наличии);
- личный вклад автора.

Основной текст должен быть разделен на главы и параграфы или разделы и подразделы, которые нумеруют арабскими цифрами.

В заключении проекта излагают результаты выполненной работы, рекомендации, перспективы дальнейшей разработки темы. Необходимо чтобы цель и задачи, поставленные в работе и сформулированные во введении, нашли свое отражение и в пунктах заключения.

При подготовке и оформлении дипломного проекта нужно руководствоваться следующими основными требованиями:

- использование новейших законодательных и нормативных документов, положений, методик и другой литературы, относящейся к рассматриваемой теме;

- использование теоретических и практических подходов отечественных и зарубежных авторов;

- содержание работы должно включать анализ собранных по дипломному проекту данных, проведение кинематических, прочностных, силовых, технологических или иных расчетов по теме дипломного проекта и на их основе разработку обоснованных практических предложений, технических или технологических решений, включая совокупность технических документов, которые содержат окончательные проектные решения по изделию, системе или технологии, сформулированные выводы и заключение. Целесообразно в проект включать теоретические и/или экспериментальные исследования, направленные на обоснование технических и технологических решений по теме проекта.

Пояснительная записка должна иметь постраничную нумерацию. Рекомендуется объем записки 60-80 страниц печатного текста.

Дипломный проект должен включать 9-10 листов чертежей, включая таблицу технико-экономических показателей принятых технических решений. Чертежи выполняются средствами машинной графики на листах формата А1 (594x841 мм), в исключительных случаях другими средствами.

В состав дипломного проекта в качестве обязательного входит следующий графический материал:

1. Чертеж, на котором представлено предприятие – для шахты это схема вскрытия шахтного поля или система разработки. Если дипломный проект связан с обогатительным оборудованием, то необходимо представить схему цепи аппаратов и размещение оборудования в помещениях обогатительной фабрики. Объем графического материала составляет один - два листа А1.

2. Чертеж очистного забоя или подготовительной горной выработки с размещенным в них оборудованием, с необходимым количеством сечений и разрезов, показывающих расположение и взаимосвязь машин и механизмов, графиками организации работ и выходов рабочих, таблицей основных показателей технологического процесса (1-2 листа А1).

3. Чертеж общего вида проектируемой (рассматриваемой)

машины (1-2 листа А1). На поле чертежа наносятся все необходимые изображения: виды, разрезы, сечения и выносные элементы машины, необходимые для понимания конструкции машины, принципа работы и взаимодействия ее составных частей. На чертеже проставляются позиции узлов и деталей машины, габаритные, присоединительные, установочные и другие необходимые конструктивные размеры. На чертеже помещают необходимую текстовую часть (технические требования, технические характеристики).

4. Сборочные чертежи разрабатываемого узла (узлов), выполненные на уровне эскизно-технического проекта (до трех листов). Сборочный чертеж должен давать представление о расположении и взаимной связи соединяемых составных частей узла и обеспечивать возможность изготовления, сборки и контроля сборочных единиц. На нём проставляются габаритные и присоединительные размеры, а также размеры и предельные допустимые отклонения сопрягаемых поверхностей.

Особое внимание при конструировании должно уделяться технологичности конструкции узлов и их деталей: максимальному использованию стандартных (нормализованных) деталей, а также деталей, заимствованных из других узлов машин; простоте сборки, разборки и обслуживания; к обеспечению необходимой жесткости и прочности корпуса; выбору и конструированию шлицевых соединений для посадки зубчатых колес на вал; расположению зубчатых колес на валу относительно опор; использованию типов подшипников в узле, их посадке; способам фиксации валов; способам смазки кинематических элементов (естественная смазка при размещении части элементов трансмиссии в масляных ваннах и подачи и разбрызгивания масла на другие элементы; принудительная смазка, обеспечиваемая специальными насосами; смазка отдельных изолированных мест с помощью пресс-масленок); способам уплотнений и т.д.

5. Чертежи технологической части проекта (до трех листов) должны включать: чертеж детали, чертеж заготовки (или ремонтный чертеж детали, если рассматривается технология восстановления детали), чертеж технологической оснастки для получения заготовки (литейная форма или штамп для горячей объемной штамповки, устройства для восстановления размеров

детали); чертеж-схема механической обработки (операционные эскизы); чертеж вновь спроектированного или модернизированного приспособления для механической обработки детали или сборки узла.

Чертеж детали и заготовки выполняется в соответствии с ЕСКД с соответствующими допусками по ЕСПД. На чертеж заготовки наносится контур готовой детали. Чертеж графической технологии выполняется на наиболее характерные и сложные операции, при этом деталь указывается в рабочем положении; обрабатываемые поверхности выделяются более толстыми линиями (с указанием операционных размеров, допусков и шероховатости); установочные элементы выполняются в соответствии с ГОСТом.

На эскизах показываются все рабочие движения обрабатываемой детали и режущего инструмента. Приспособление для механической обработки конструируется в следующем порядке: устанавливаются зоны обработки и связывающие размеры, зависящие от металлорежущего станка; уточняются схемы базирования и закрепления детали; выбор базовых элементов, расчет и выбор силовых элементов; выбирают направляющие элементы; проектируются приспособления с простановкой координатных, посадочных и габаритных размеров с соответствующими допусками; составляются спецификации приспособления и технических требований на его изготовление и сборку.

6. Принципиальная электрическая (гидравлическая или гидрокинематическая) схема горной машины с экспликацией (один лист А1).

7. Таблица технико-экономических показателей (один лист А1).

Текст дипломного проекта должен быть набран на компьютере в программе *Microsoft Office Word* в одном файле.

Каждую главу (часть) проекта начинают с новой страницы.

Заголовки центрируют по ширине страницы.

Рекомендуется следующее оформление содержательной части дипломного проекта:

- заголовки основной части проекта (введение, названия разделов, заключение, список литературы) пишутся без отступа, без

точки в конце и с прописной буквы;

- заголовки подразделов и пунктов печатаются с прописной буквы;

- если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками. Переносы в заголовках не допускаются. Расстояния между заголовками и текстом должны быть не менее двух интервалов;

- разделы, подразделы, пункты и подпункты начинаются с арабских цифр, разделённых точками. После последней цифры раздела точку не ставят. Если раздел или подраздел имеет только один пункт, или пункт имеет один подпункт, то его нумеровать не надо. Текст записки должен быть выровнен по ширине;

- нумерация страниц выполняется арабскими цифрами внизу в центре страницы. Нумерация страниц начинается с титульного листа, но номер страницы на титульном листе не ставят. Поэтому номера страниц появляются, только начиная с содержания.

Фамилии и собственные имена, названия учреждений в тексте приводят на языке оригинала. Следует использовать сокращения русских слов и словосочетаний по ГОСТ 7.0.12–2011. Из сокращённых названий учреждений и предприятий следует употреблять только общеизвестные. Малоизвестные сокращения необходимо расшифровывать при первом упоминании. При указании перед фамилиями ученой степени, должности или профессии допускают следующие сокращения: д.т.н. – доктор технических наук, к.т.н. – кандидат технических наук, проф. – профессор, доц. – доцент, ст. преп. – старший преподаватель, асс. – ассистент.

Работа должна быть выполнена печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги одного сорта и формата А4 (210 x 297 мм) через полтора интервала и размером шрифта 12 пунктов. Пояснительная записка дипломного проекта должна иметь твердый переплет.

Страницы пояснительной записки должны иметь следующие поля: левое – 25 мм, правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту и равен пяти знакам. Текст в абзацах должен быть выровнен по

ширине.

Все страницы записки, включая иллюстрации и приложения, нумеруются по порядку без пропусков и повторений.

Библиографические ссылки в тексте оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5 2008.

Иллюстрации, помещаемые в пояснительной записке, размещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на них, или на следующей странице, а при необходимости – в приложении.

Иллюстрации нумеруют арабскими цифрами сквозной нумерацией или в пределах главы (раздела или части).

На все иллюстрации должны быть приведены ссылки в тексте записки. При ссылке следует писать слово «Рисунок» с указанием его номера. Иллюстративный материал оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95. Все рисунки должны быть выровнены по центру. Подписи к рисункам должны быть набраны снизу. Рисунки могут быть как цветными, так и черно-белыми.

Таблицы должны содержать только необходимые данные и представлять собой обобщенные и статистически обработанные материалы. Каждая таблица снабжается заголовком и вставляется в текст после абзаца с первой ссылкой на нее, или на следующей странице, а при необходимости – в приложении к диссертации.

Таблицы нумеруют арабскими цифрами сквозной нумерацией или в пределах главы (раздела). Все таблицы должны быть выровнены по центру. Подписи к таблицам должны быть набраны сверху. Рекомендуются расширять таблицы по горизонтали для улучшения использования пространства.

На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте диссертации. При ссылке следует писать слово «Таблица» с указанием ее номера.

Перечень таблиц указывают в списке иллюстративного материала. Таблицы оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95.

При оформлении формул в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими национальными стандартами. Все уравнения должны быть набраны

с латинскими или греческими буквами, а также пронумерованы. Выравнивание уравнений по левому краю, а чисел – по правому краю.

Пояснения символов должны быть приведены в тексте или непосредственно под формулой. Для вставки символов (λ , μ , β , \geq , \cdot , и др.).

Формулы в тексте диссертации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией или в пределах главы (раздела).

Номер заключают в круглые скобки и записывают на уровне формулы справа. Формулы оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95.

Обязательным является соблюдение требований ГОСТ 8.417-2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин» по применению единиц международной системы единиц (СИ) в тексте диссертации.

Для консультации студентов по отдельным главам дипломного проекта назначаются консультанты от соответствующих кафедр.

К защите допускаются только те проекты, которые выполнены в полном объеме в соответствии с утвержденным в установленном порядке заданием, в соответствии с требованиями ЕСКД, в установленный срок и на которые имеются отзыв руководителя проекта и внешняя рецензия.

2. ВЫБОР ТЕМЫ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Тема дипломного проекта должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки, техники и технологии, иметь практическое значение и быть направлена на решение конкретной задачи в области комплексной механизации основных или вспомогательных процессов горного производства, ремонта и технического обслуживания горных машин и оборудования. Приветствуется тема, если она основана на результатах проведенной научно-исследовательской работы в процессе обучения в университете и соответствует интересам и потребностям горных и машиностроительных предприятий и

организаций, на материалах которых выполнена работа. Практическая значимость темы дипломного проекта для конкретного предприятия может быть подтверждена официальным письмом или соответствующим актом от руководства предприятия.

Дипломный проект может носить научно-исследовательский характер с элементами НИР, но в итоге должен содержать техническое или технологическое решение включая совокупность технических документов, которые содержат окончательные проектные решения по изделию, системе или технологии.

Необходимые данные для дипломного проектирования студенты дневного отделения собирают во время прохождения второй производственной и преддипломной практик. После прохождения практики наименование темы дипломного проекта может быть уточнено с учетом результатов практики и согласования с руководителем дипломного проектирования.

Тема дипломного проекта совпадает с названием специальной части этого проекта. Выбор темы специальной части дипломного проекта должен быть сделан на возможно более ранней стадии обучения, поскольку весь процесс обучения, начиная с ознакомительной практики и кончая выполнением курсовых проектов, является подготовкой к дипломному проектированию. Правом студента является также выбор руководителя дипломного проекта (с учетом учебной нагрузки руководителя). Тема проекта утверждается приказом ректора по представлению выпускающей кафедры не позднее чем за четыре месяца до защиты проекта.

В специальной части дипломного проекта (называется в соответствии с ее конкретным содержанием, например «Модернизация привода подающей части комбайна ...») должна решаться конкретная задача по созданию новой машины, или совершенствованию, повышению надежности узлов существующих машин: очистных и проходческих комбайнов, стругов, буровых установок, экскаваторов, дробилок, мельниц, транспортных и грузоподъемных горных машин, компрессорных, вентиляционных, водоотливных и гидротранспортных установок или вспомогательного оборудования. В специальной части проекта разрабатываются на уровне эскизно-технического проекта сборочные чертежи узла (узлов) соответствующей машины.

Студенту предоставляется право предложить собственную тему дипломного проекта при наличии обоснования ее актуальности и целесообразности, либо заявки предприятия, организации, учреждения.

Содержание специальной части дипломного проекта состоит в следующем:

1. Модернизация, создание новых горных машин, агрегатов, механизации производства в соответствии с современными требованиям к их производственной технологии, качеству, надежности, долговечности, промышленной и экологической безопасности.

2. Обоснование, оптимизация и выбор режимов работы горных машин и оборудования и их элементов для конкретных условий эксплуатации и конструктивные решения их реализации.

3. Обоснование и выбор конструктивных и схемных решений горных машин и оборудования во взаимосвязи с условиями применения, эргономическими и экологическими требованиями.

4. Разработка параметрических рядов горных машин на основе унификации и оптимизации отдельных узлов, агрегатов и оптимизационного синтеза производственных систем из них.

5. Создание средств комплексной механизации производственных процессов с применением систем технологических машин и оборудования основных или вспомогательных процессов и операций.

6. Технологические и технические решения по повышению производительности горных машин, агрегатов, оценки их эффективности и ресурса.

7. Совершенствование технологических процессов и конструкций машин, снижение динамики нагрузок горных машин, агрегатов, узлов с учетом их взаимодействия с окружающей средой.

8. Разработка технических средств и технологических процессов проведения технического обслуживания, повышения эффективности диагностики, ремонтпригодности и технологии ремонта горных машин, агрегатов и оборудования в целях обеспечения надежной и безопасной эксплуатации и продления ресурса этих машин.

9. Разработка и совершенствование технологических процессов с целью обеспечения высокого качества горных машин на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации с учетом специфики их работы.

Темы могут быть сформулированы, к примеру, в следующем виде:

- Разработка конструкции навесного оборудования карьерного экскаватора Cat390FL для рыхления глинистых сланцев в условиях ПАО «Богураевнеруд»;

- Модернизация конструкции кузова карьерного самосвала 772G для снижения риска аварийных отказов;

- Совершенствование технологии проведения ТО и Р механических приводов карьерного экскаватора ЭКГ-15М в условиях разреза «Богатырь»;

- Модернизация ворошилки фрезерного торфа ВФС-1 для условий торфяного месторождения «Саккала»;

- Совершенствование технологии проведения ТО и Р рабочего оборудования карьерного экскаватора ЭКГ-15М в условиях месторождения «Трубка Юбилейная»;

- Совершенствование гидравлического привода ходовой части бульдозера Четра Т-35 для условий прииска «Ирелях»;

- Модернизация механизма подъема экскаватора ЭКГ-10 для условий рудника «Восточный» АО «Апатит»;

- Модернизация централизованной автоматизированной системы смазки основных механизмов комплекса по добыче торфяного сырья;

- Энергоэффективная модульная установка по производству окускованной продукции из торфяного сырья;

- Совершенствование системы технического обслуживания гусеничных экскаваторов по фактическому состоянию на основе диагностики их узлов и агрегатов;

- Модернизация ножевой системы полуприцепного скрепера;

- Проектирование привода хода гидравлического экскаватора 5-й размерной группы;

- Совершенствование системы технического обслуживания оборудования для переработки торфа на топливо;

- Модернизация рабочего оборудования прямого копания гидравлического экскаватора.

3. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА И СТЕПЕНЬ ЕЕ ИЗУЧЕННОСТИ

Актуальность темы *дипломного проекта* является одним из основных требований, предъявляемых ко всем конструкторско-технологическим работам, выполняемым в процессе обучения и дальнейшей профессиональной деятельности.

Актуальность темы означает, что существует в рамках сформулированной темы дипломной работы некоторая, как правило, *практическая задача (проблема)*, лежащая в предметной области Горных машины и оборудования, решение которой в настоящее время имеет существенное значение и направлено на устранение выявленных противоречий и, следовательно, способствует решению проблемы, представляя собой, либо обоснованное техническое либо технологическое решение. Другими словами, существует некоторое затруднение, осложнение, трудность, требующая скорейшего решения в виде обоснованного технического решения и проекта.

Практическая задача (проблема) – это реально сложившаяся не позитивная ситуация в результате противоречивых, не желательных тенденций в процессе производства или рассматриваемой области деятельности, ведущая к снижению их эффективности или их деградации. Актуальность темы всегда обосновывается с учетом практической необходимости разрешения поставленных вопросов.

Обоснование *актуальности* темы излагается во введении проекта и заключается в аргументации необходимости проведения работ по выбранной теме. При этом основное внимание уделяется нерешенным задачам, малоизученным вопросам. К основным доводам, определяющим *актуальность* темы работы, можно отнести следующие:

- важность решения поставленной задачи для отрасли и практической деятельности или прикладной науки;

- потребность в разработке рекомендаций по применению известных теоретических подходов для нужд практики;
- потребность в разработке рекомендаций по реализации инженерно-технических инноваций в практической деятельности;
- необходимость устранения существенных недостатков в практике применения горных машин и оборудования в их конструкции, повышения энергоэффективности, в стремлении к энергосбережению, потребность в разработке рекомендаций по применению лучших мировых инженерно-технических практик в российских условиях.

При обосновании *актуальности* рекомендуется придерживаться следующей последовательности действий.

Первый этап. Факты или статистические данные, результаты известных научных или практических достижений, нормативные документы (если такие имеются) или другие доводы, которые подтверждают важность и необходимость проведения *работ* по выбранной теме.

Второй этап. Установить и описать существующее противоречие – выявить несогласованность, несоответствие между какими-либо противоположностями внутри единого объекта, несоответствие между желательным и действительным, несоответствие между известным и неизвестным.

Третий этап. Сформулировать наиболее общую проблему, разделить ее на части (если необходимо) и выделить ту часть проблемы, решение которой актуально именно сейчас и на решение которой, направлена данная работа. Выявленная проблемная задача излагается на содержательном уровне в краткой форме. Постановка такой задачи определяет, что предстоит сделать.

Четвертый этап. Делается вывод об актуальности темы исследования. Ниже приведены лексико-синтаксические конструкции, рекомендуемые для употребления при обосновании актуальности темы исследования:

- отсутствие отработанных методик (подходов, концепций) ... препятствует эффективному принятию решений в области, что определяет необходимость разработки (подготовки, проведения)
- необходимость создания (подготовки, разработки)...

обусловлена отсутствием....

- при проектировании инженерно-технических объектов существует ряд трудностей, поэтому ...

- выявленная проблема ... ещё не решена.

- для решения проблемы ... необходимо ..., что определяет актуальность темы исследования

Актуальность темы предполагает её увязку со степенью изученности и научной разработанности.

Пятый этап. Степень изученности и разработанности темы представляет собой краткий обзор и обобщенный *анализ* известных достижений (в том числе научных) в выбранной области. В нем приводятся авторы всех значимых публикаций, по теме, отмечается, какие вопросы раскрыты на текущий момент, и что осталось нераскрытым и, исходя из этого, определяется общее направление разработки дипломного проекта.

Шестой этап. Описание *степени изученности и проработанности* заканчивается результирующим выводом о том, что именно данная тема ещё не раскрыта или раскрыта частично и не получила должного освещения, поэтому нуждается в дальнейших исследованиях.

4. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Цель работы – это то, что в самом общем (обобщенном) виде должно быть получено по завершении проекта, она вытекает из темы работы. Цель – это одна из главных характеристик деятельности, одна из составляющих триады: цель, средство, результат.

В качестве ключевых слов для цели могут выступать существительные (нарицательные, неодушевлённые, в именительном или винительном падеже): установление, выявление, определение, нахождение, разработка, обоснование.

Для достижения цели исследования формулируют конкретные задачи исследования, решаемые в процессе выполнения проекта.

Формулируя задачи, студент обозначает логику своей

дипломной работы, ставит как бы ряд промежуточных целей, выполнение которых необходимо для реализации общей цели.

В работе обычно формулируется несколько задач, рекомендуемое количество 4-5. Задачи излагают списком, в виде перечисления, их порядок определяется либо временной последовательностью проведения работ, либо логикой процесса проектирования и доказательства правильности принятого решения. Поставленные задачи определяют структуру проекта, описание их решения составляет содержание его глав (разделов). Из формулировки задач вытекают названия глав (разделов) и параграфов (подразделов) работы.

Задачи часто формулируются с помощью глаголов: выявить, исследовать, обосновать, определить, проанализировать, разработать, установить, или соответствующих существительных.

Обдумывая логику выполнения проекта, нужно проследить, чтобы задачи были ориентированы на основной результат, хотя бы и промежуточный по отношению к цели всей работы и отвечали на вопрос «ЧТО?» (*тенденции, закономерности, принципы, правила, концепции, система критериев и показателей, требования, алгоритм, модель, методика, метод, способ, подход, характеристики, решение, инструментальное средство, технология и т.п.*) или практическую потребность для удовлетворения которой решается данная поставленная задача («ДЛЯ ЧЕГО?»): *повышения, снижения, обеспечения, оптимизации, улучшения, совершенствования и т.п.*

Общая схема решения научно-технических задач:

- анализ задач и выбор конкретной задачи;
- анализ технической системы и разработка ее модели;
- анализ и формулировка условий технической задачи;
- анализ и формулировка условий изобретательской задачи;
- поиск идей решения (принципа действия);
- синтез нового технического решения;
- оценка его правильности и эффективности.

Для поставленных в работе *цели* и *задач* необходимо установить условия, определяющие рамки исследования: перечислить и описать ограничения и допущения. Часто выделяют

следующие характерные признаки ограничений: нормативные, технические, информационные, стоимостные, временные.

Допущения могут касаться прошлого, текущего и будущего состояния объекта, его структуры, состояния элементов и связей, механизма функционирования.

Применительно к дипломному проекту по специальности 21.04.05 «Горное дело» специализации «Горные машины и оборудование» в общем виде структуру решаемых задач в процессе выполнения проекта возможно представить следующими пунктами:

- анализ условий функционирования объекта и его место в структуре горного оборудования предприятия;
- анализ факторов воздействия на объект, сбор фактов и выявление причин выявленной проблемы;
- оценка состояния и расчет объекта в целом или его элементов;
- поиск идеи решения и синтез технического или технологического решения проблемы;
- технологическая реализация элемента нового объекта;
- реализация привода объекта в конкретных условиях эксплуатации предприятия;
- оценка аспектов безопасности жизнедеятельности применительно к объекту;
- состояние вопроса экологии горного производства применительно к объекту;
- оценка экономической эффективности предложенных решений.

5. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПРОЕКТА. СТЕПЕНЬ ДОСТОВЕРНОСТИ И АПРОБАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

При формулировании результатов исследования необходимо показать и их *практическую значимость*.

- вклад в практику;
- какое значение для практики имеют эти результаты дают;
- оценка эффективности.

В работах, выполняемых в учебном процессе, *практическая значимость* результатов может проявляться в разработке:

- практических рекомендаций, предложений для конкретного предприятия, группы предприятий или отрасли;
- научно-практических и научно-методических рекомендаций;
- технологий, инструментальных средств для конкретного предприятия, группы предприятий или отрасли.

Аналитические методы проверки достоверности применяются при наличии в исследованиях математических моделей, которые позволяют математически описать исследуемые процессы.

Экспериментальные методы проверки достоверности осуществляются путём сравнения теоретических и экспериментальных результатов.

При подтверждении научных результатов практикой рассматривается совпадение явлений в практике с построенными теоретическими положениями.

Кроме того, достоверность подтверждается наличием и объёмом исходного материала, и апробацией результатов исследований на практике.

Наиболее распространёнными способами доведения до общественности материалов проекта являются участие в научных конференциях, симпозиумах, выступления на заседаниях кафедры, участие в различных видах мероприятий научного сообщества, подготовка и направление в заинтересованные инстанции предложений по теме исследований.

Целесообразно проводить обсуждение работы с научными сотрудниками и преподавательским составом по месту подготовки проекта.

Положительным следствием апробации диссертационной работы на различных научных форумах является не только формирование обучающегося, но и получение опыта подготовки докладов и выступлений, ведения научной дискуссии, что позволит ему уверенно провести защиту проекта. При написании раздела «Апробация результатов исследования» используются следующие формулировки:

- Основные результаты работы были представлены на

научно-практической конференции ..., симпозиуме ..., совещании ...;

– По теме работы опубликованы ..., в которых нашли отражение основные положения, принципы и результаты работы;

– Результаты диссертационной работы включены в

Диссертационные исследования прикладного и частично теоретического характера находят своё применение в различных отраслях народного хозяйства.

Эффективность внедрения результатов в практику определяется разработанностью конкретных рекомендаций, которые могут быть представлены в виде методик, инструкций, нормативов и пр.

6. ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Горная часть

В общей части проекта должны быть изложены следующие вопросы: в горной части проекта - общие сведения о шахте (руднике, разрезе или карьере);

характеристика и анализ условий залегания полезного ископаемого; вскрытие и подготовка шахтного поля;

система разработки полезного ископаемого; анализ существующих технологических схем очистных (проходческих или вскрышных) работ;

анализ существующих средств механизации очистного (подготовительного) забоя; технико-экономические требования к средствам комплексной механизации и автоматизации горных работ; выбор средств комплексной механизации очистных (подготовительных) работ или изменения, вносимые в существующее оборудование; технологическая схема и организация очистных (подготовительных) работ.

При рассмотрении вопросов, касающихся обогатительного горного оборудования, даются общие сведения о предприятии, технологии переработки, описание схемы цепей аппаратов, анализ средств комплексной механизации и автоматизации производства,

особенности функционирования оборудования

Далее анализируются и излагаются вопросы технологического процесса и состояния его механизации в данных условиях, применяемого оборудования и его кинематическая и технологическая связь, организация работ. При этом оцениваются уровень механизации операций технологического процесса, степень поточности производства. Излагаются вопросы целесообразности модернизации существующего оборудования (или разработки нового) с учетом запроса предприятия.

В заключение делаются выводы о целесообразности разработки, формулируется цель и ставятся задачи, решаемые в специальной части дипломного проекта.

Специальная часть

По специальной части проекта в записке должны быть изложены следующие вопросы: цель и задачи, обоснование технико-экономических параметров проектируемой машины (узла); обзор и анализ (с использованием литературных источников и патентных материалов) конструкций машин (узлов) для рассматриваемых целей и выбор принципиальных конструктивных решений для проектируемой машины (узла); описание конструкции машины и ее составных частей; описание и обоснование конструкций разрабатываемых узлов; описание кинематической схемы и кинематический расчет машины (узла); расчет нагрузок на рабочих органах; составление исходных данных, необходимых для прочностных расчетов разрабатываемой конструкции; выбор материалов для деталей разрабатываемой конструкции; расчеты на прочность и выносливость элементов разрабатываемой конструкции; выбор способа смазки кинематических элементов конструкции; анализ конструкции машины в целом или разрабатываемой части с точки зрения минимальных энергозатрат и металлоемкости, охраны труда, техники безопасности, охраны окружающей среды.

Представляется кинематическая схема рассматриваемой машины, ее технические характеристики, кратко излагаются назначение составных частей и их конструкция. Анализируются и описываются назначение, условия эксплуатации, конструкция и недостатки узла, подлежащего переделке. Обосновываются и

описываются конструктивные изменения или усовершенствования проектируемого узла по сравнению с существующим.

Согласно принятой конструктивной схеме разрабатываемого узла и указанным выше требованиям составляются исходные данные для расчетов. Определяются нагрузки на рабочем органе, мощность привода, нагрузки, действующие на разрабатываемый узел и детали. Выполняются необходимые кинематические, силовые и прочностные расчеты разрабатываемого узла.

Все расчеты сопровождаются поясняющими схемами и эскизами.

Технологическая часть

В технологической части проекта должны быть решены следующие вопросы: разработка технологического процесса изготовления одной (или двух) деталей, указанных консультантом; разработка технологического процесса сборки нового или модернизированного узла машины; анализ технологичности, нормализации и взаимозаменяемости конструкций узлов машины.

Конкретные вопросы, подлежащие разработке, указываются руководителем и уточняются при прохождении преддипломной практики. В пояснительной записке этой части проекта должны быть изложены следующие вопросы.

Краткое описание конструкции детали, ее назначение. Характеристика условий эксплуатации детали или узла машины: требования к точности изготовления и шероховатости обработки; характеристика материала, термообработки и других требований; оценка технологичности.

Обоснование вида и методов получения заготовки.

Разработка технологического процесса получения заготовки; расчет массы заготовки; разработка операционных карт получения заготовки; определение технологических параметров заготовки (размер и профиль, массы исходного материала, расчет литниковой системы, определение режима нагрева, переходов ковки и т.д.); выбор технологического оборудования, оснастки; разработка чертежей оснастки.

Разработка технологического процесса термической обработки: предварительной и окончательной. Расчет тепловых режимов, выбор

оборудования, оснастки. Выбор и обоснование химико-термической обработки.

Разработка технологического процесса механической обработки: описание предварительного маршрута технологического процесса; операционной технологии (выбор технологического оборудования в соответствии с требуемой точностью обработки, габаритными размерами обрабатываемой детали, расчетной мощностью); выбор технологической оснастки (станочных приспособлений, мерительного, режущего и вспомогательного инструмента); расчет операционных припусков и размеров (для одного из переходов – аналитически, для остальных – по общемашиностроительным нормативам); выбор режимов резания и норм времени на обработку (для одной из операций аналитически, для остальных - по укрупненным нормативам).

Оформление технологической документации. На операционных эскизах указываются данные, необходимые для выполнения данной операции (размеры, предельные отклонения, шероховатость, технические требования). Обрабатываемые поверхности обводятся толстой линией и нумеруются арабскими цифрами.

Энерготехническая часть

В пояснительной записке этой части проекта должны быть изложены следующие вопросы: требования к силовому оборудованию; обоснование принятого вида энергии; сопоставление возможных систем привода; выбор типа двигателя и способа управления приводом; проверка двигателя по нагреву и условиям запуска; принципиальная схема управления приводом и аппаратура управления.

Техническое задание, отражающее предъявляемые к силовому приводу проектируемой (модернизируемой) машины требования, разрабатывается на основании рассмотрения особенностей режимов нагружения и конструкции машины (или механизма), выполняемого этой машиной технологического процесса и условий работы привода. При этом должны быть определены характер статического момента и законы его изменения; представлена нагрузочная диаграмма рабочей машины; определены номинальная частота вращения привода, мощность, необходимая для работы машины; выявлены необходимость

реверсирования, регулирования частоты вращения и требуемые показатели (способ регулирования, диапазон, плавность, экономичность); найдены условия пусковых и тормозных режимов (допустимые ускорения и замедления, необходимость регулирования тормозных и пусковых моментов, число пусков в час, пуск под нагрузкой или вхолостую), режимы работы (кратковременный, повторно-кратковременный, длительный), условия работы привода (влажность, температура, наличие опасных в отношении пожара или взрыва газов или пыли, наличие запыленности, ударов, вибраций).

На основании технического задания выбирается вид энергии (электрическая, гидравлическая, пневматическая) и сопоставляются варианты возможных систем привода.

На основании анализа условий работы привода выбирается по каталогу тип двигателя, который проверяется по нагреву и пусковым условиям. Для выбранной системы составляется принципиальная схема управления приводом и выбирается аппаратура управления; принципиальная схема представляется в пояснительной записке или на отдельном чертеже. Описание ее дается в пояснительной записке.

Безопасность жизнедеятельности

Раздел выполняется с использованием методических указаний кафедры экологии, аэрологии и охраны труда (ЭА и ОТ) и должен содержать описательную, расчетную, а в некоторых случаях и графическую части. В пояснительной записке этого раздела дипломного проекта должны быть изложены два подраздела.

В первом подразделе даются характеристика условий труда и анализ потенциальных опасностей и вредностей проектируемой машины (узла) или технологического процесса.

Во втором подразделе на основании анализа потенциальных опасностей должны быть разработаны мероприятия по технике безопасности, промышленной санитарии и противопожарной безопасности. При этом обязательно должны быть отражены следующие вопросы.

Техника безопасности. Принятые в проекте меры безопасности при монтаже и эксплуатации оборудования или технологической линии, временные и постоянные ограждения, защитные экраны, предупредительная и аварийная сигнализации, устройство рабочих

площадок, кабин и пультов управления, рациональная расстановка оборудования, порядок передвижения людей и транспорта, средства индивидуальной защиты при обслуживании оборудования, меры защиты от поражения электрическим током при обслуживании электрооборудования.

Промышленная санитария. Принятые в проекте средства защиты от токсичных газов, пыли и аэрозолей, радиоактивных, тепловых и других видов излучений, меры предупреждения взрывов газов и пыли, ограничения вредного воздействия шума и вибрации, проветривание и освещение рабочих мест и помещений, создание нормального микроклимата и пр.

Пожарная безопасность. Категория пожаро- и взрывоопасности производства и степень огнестойкости сооружения; принятые в проекте меры и средства профилактики и тушения пожара, пожарная сигнализация и связь.

В качестве обоснования предлагаемых мероприятий может быть выполнен один из следующих расчетов: аэрации цеха; искусственного проветривания производственного помещения; освещенности рабочего места; освещенности цеха; резиновых или пружинных амортизаторов и прокладок; эффективности звукопоглощающих облицовок; эффективности звукоизолирующих кабин и экранов.

Экология горного производства

В этом разделе рассматриваются источники загрязнения и действенные природоохранные мероприятия, направленные на их устранения. Раздел выполняется с использованием методических указаний кафедры безопасности жизнедеятельности.

Экономическая часть

В пояснительной записке должен быть экономически обоснован выбор технологического варианта получения заготовки, механической обработки, сборки основной детали или узла машины, а также определен уровень унификации проектируемой машины.

В экономической части проекта должны быть представлены расчеты экономической эффективности предлагаемых технических решений по модернизации или созданию новой техники, а также повышения ее надежности, качества или безопасности работы. Может

быть определен социальный эффект от использования предложенного технического решения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 7.0.12–2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на русском языке. Общие требования и правила. Введ. 2012-09-01. Москва: Стандартинформ, 2012. 27 с.

2. ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. Введ. 1996-07-01. Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М.: Изд-во стандартов, 1996. 36 с.

3. Кантович, Л. И. Горные машины / Л.И. Кантович, В.Н. Гетопанов. - М.: Недра, 1989. 303 с.

4. Солод В.И. Проектирование и конструирование горных машин и комплексов: [Учебник для вузов по спец. "Горные машины и комплексы"] / В.И. Солод, В.Н. Гетопанов, В.М. Рачек. - М.: Недра, 1982. 351 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Структура дипломного проекта.....	3
2. Выбор темы дипломного проекта.....	10
3. Актуальность темы дипломного проекта.....	14
4. Цель и задачи проекта.....	16
5. Практическая значимость проекта. Степень достоверности и апробация результатов	18
6. Основные разделы пояснительной записки дипломного проекта.....	20
Библиографический список	26

ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

***Методические указания к выпускной квалификационной работе
для студентов специальности 21.05.04***

*Сост.: В.В. Габов, С.Л. Иванов, П.В. Иванова,
А.В. Михайлов, Д.А. Задков, Ю.В. Лыков*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
машиностроения

Ответственный за выпуск *С.Л. Иванов*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 27.03.2020. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 1,5. Усл.кр.-отт. 1,5. Уч.-изд.л. 1,4. Тираж 75 экз. Заказ 256. С 53.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2