

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Тракторы»

В. П. Бойков  
Г. А. Таяновский  
Е. А. Гончарова

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН  
(ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ)

Учебно-методическое пособие  
для студентов специальности 1-61 01 01  
«Промышленный дизайн» (по направлениям),  
направление 1-61 01 01-01 «Промышленный дизайн  
(транспортных средств)»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию  
в области машиностроительного оборудования и технологий*

Минск  
БНТУ  
2023

УДК 629.3.01:658.512.23(075.8)

ББК 39я7

Б77

Рецензенты:

кафедра лесных машин, дорог и технологий  
лесопромышленного производства УО БГТУ  
(зав. каф., канд. техн. наук, доцент *С. П. Мохов*);  
дизайнер Отдела промышленного дизайна  
РКЦМП ОИМ НАН Беларуси *Д. В. Павлович*

**Бойков, В. П.**

Б77 Промышленный дизайн (транспортных средств): учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-61 01 01 «Промышленный дизайн» (по направлениям), направление 1-61 01 01-01 «Промышленный дизайн (транспортных средств)» / В. П. Бойков, Г. А. Таяновский, Е. А. Гончарова. – Минск : БНТУ, 2023. – 62 с.  
ISBN 978-985-583-877-8.

В учебно-методическом пособии изложены материалы по дипломному проектированию, которые конкретизируют специфику структуры и содержания разделов, их выполнение, представление графической документации и пояснительной записки дипломных проектов для студентов специальности 1-61 01 01 «Промышленный дизайн» (по направлениям), направление 1-61 01 01-01 «Промышленный дизайн (транспортных средств)», соответствуют положениям Инструкции о дипломном проектировании БНТУ, являются полезными руководителям, консультантам дипломного проектирования и студентам дневной формы обучения.

Цель учебно-методического пособия состоит в практическом закреплении студентами-дипломниками основных навыков интегрированного применения методов общетехнических и специальных дисциплин, изученных по учебному плану специальности, для решения дипломной прикладной инженерной и дизайнерской задачи по профилю получаемой в вузе квалификации.

УДК 629.3.01:658.512.23(075.8)

ББК 39я7

ISBN 978-985-583-877-8

© Бойков В. П., Таяновский Г. А.,  
Гончарова Е. А., 2023

© Белорусский национальный  
технический университет, 2023

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПОВ ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИЯ НАЗЕМНЫХ МОБИЛЬНЫХ МАШИН .....	7
1.1. Сущность работ на этапах дизайн-проектирования наземных мобильных машин.....	10
1.2. Документация дизайн-проекта мобильной машины. Основной комплект КД изделия .....	18
2. ПОДГОТОВКА, ОФОРМЛЕНИЕ И ЗАЩИТА ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ .....	23
2.1. Основные требования к дипломному проекту.....	23
2.2. Этапы и стадии выполнения дипломного проекта.....	24
2.3. Структура расчетно-пояснительной записки.....	24
2.4. Правила оформления расчетно-пояснительной записки .....	27
2.4.1. Общие требования к оформлению .....	27
2.4.2. Оформление заголовков.....	27
2.4.3. Нумерация .....	27
2.4.4. Графический материал.....	28
2.4.5. Ссылки .....	29
2.4.6. Список использованной литературы .....	29
2.4.7. Приложения .....	29
2.4.8. Спецификации .....	30
2.5. Правила оформления сборочных чертежей .....	31
2.6. Форматы и масштабы КД, электронные 3D-модели изделия, динамические электронные симуляции движения машины.....	33
2.7. Схемы. Виды и типы .....	34
2.8. Общие правила выполнения схем.....	34
2.8.1. Выполнение кинематических принципиальных схем.....	35
2.8.2. Выполнение гидравлических принципиальных схем и чертежей деталей.....	36
2.9. Графическое представление результатов расчетов .....	38
3. ТЕМАТИКА, СОДЕРЖАНИЕ И ВЫПОЛНЕНИЕ ПЛАКАТОВ .....	42
3.1. Структура дипломной презентации .....	42
3.2. Структура построения рендера .....	42
4. ОРГАНИЗАЦИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	46
4.1. График работы над дипломным проектом.....	46

4.2. Контроль выполнения графика работ над дипломным проектом .....	48
5. СТРУКТУРА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА .....	50
5.1. Обозначения материалов дипломного проекта в основных надписях .....	50
6. ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА И КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРЕЗЕНТАЦИИ К ЗАЩИТЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА .....	52
ЛИТЕРАТУРА .....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	57
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	59
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	60
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	62

## ВВЕДЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие раскрывает специфику особых требований к структуре, содержанию и организации выполнения дипломных проектов для студентов специальности 1-61 01 01 «Промышленный дизайн» (по направлениям), направление 1-61 01 01-01 «Промышленный дизайн (транспортных средств)».

Материалы настоящего учебно-методического пособия соответствуют Положению вузовской Инструкции о дипломном проектировании № 105 БНТУ, утвержденной приказом БНТУ от 27.01.2014 г. (с изменениями от 09.03.2015 № 395), обязательной для применения руководителями, консультантами дипломного проектирования и студентами-дипломниками [1].

Дипломный проект завершает подготовку специалиста – инженера-дизайнера – и показывает его готовность решать теоретические и практические задачи по своей специальности. Целью выполнения дипломного проекта являются:

- систематизация и углубление теоретических и практических знаний по избранной специальности и их применение в области будущей профессиональной деятельности;

- выявление степени подготовленности студента к самостоятельной работе по специальности;

- приобретение навыков самостоятельной работы.

В дипломном проекте студент должен показать:

- прочные теоретические знания по избранной теме и умелое применение теоретического материала;

- умение изучать, анализировать и обобщать источники информации по теме дипломного проекта, а также производственные, проектные и патентные материалы;

- навыки проведения расчетно-теоретического анализа рабочего процесса, эксплуатационных свойств, проведения расчетного эксперимента, навыки художественного конструирования, методы дизайн-проектирования мобильной машины и владения современными вычислительной техникой и прикладными программными приложениями в области расчетно-теоретического инженерного анализа и прогрессивного инструментария дизайнерской обработки машин;

- умение применять полученные знания при решении конкретных технических и дизайнерских задач в условиях машиностроения

тельных предприятий и проектных организаций фирм-производителей мобильной наземной техники.

Дипломный проект выполняется с целью использования разработки в конкретной отрасли и технологии, должен содержать решение актуальных проектно-конструкторских задач с элементами конструктивно-функциональной и художественно-эстетической новизны, способствующих повышению технического уровня и качества, конкурентоспособности разрабатываемого изделия, и, в конечном итоге, прибыльности производства, для использования в котором это изделия предназначено. Общими требованиями к дипломному проекту являются: целевая направленность; логическая последовательность изложения материала; четкость построения; глубина исследования и полнота освещения вопросов; актуальность и новизна, оригинальность и обоснованность применяемых технических, эргономических и дизайнерских решений; краткость и точность формулировок; обоснованность выводов и рекомендаций, оформление в соответствии с нормативными документами и правилами.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПОВ ДИЗАЙН-ПРОЕКТИРОВАНИЯ НАЗЕМНЫХ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

Проектирование наземных мобильных машин (ММ) – многоэтапный процесс, включающий комплекс проектных и дизайн-процедур, операций, ориентированных на достижение инженерного, технологического и эстетического результатов, обеспечивающих высокое потребительское качество изделия, отвечающего заданным требованиям или техническому заданию на проектирование [1].

Современные рыночные условия в автотракторостроении, характеризующиеся перенасыщенностью рынка, наличием острой конкуренции и ориентацией на повышение рентабельности производства, привели к активной борьбе за потребителя. Потребитель стал ориентиром стратегического планирования, от которого зависит прибыльность и успешность целого предприятия. В результате данных процессов разработка новой продукции сегодня осуществляется с учетом конкретных требований рынка и жесткой привязки к отдельным его сегментам, т. е. целью является разработка продукта, который в дальнейшем должен быть продан конкретному покупателю [1].

На выбор потребителя существенно влияет баланс всех компонентов, их гармоничная взаимосвязь в зависимости от назначения. В такой ситуации в качестве метода сегодня выступает *дизайн*, имеющий в своем арсенале средства, позволяющие находить и создавать новые взаимосвязи между разными компонентами проектируемого объекта.

Это возможно благодаря нацеленности поисково-исследовательских средств на глубокое изучение человека-пользователя-покупателя, его психологии, физиологии и эстетической составляющей с практической точки зрения, то есть с учетом функционального назначения объекта проектирования.

В этом случае роль дизайна относится не только к внешнему виду (форме), но главным образом к структурным и функциональным связям, которые превращают систему в целостное единство с точки зрения как изготовителя, так и потребителя.

Развитие дизайна как науки позволило выделить и сформулировать основные принципы формообразования, а применительно к объектам мобильной наземной техники – уточнить специфику их проявления. Форма новой машины – это результат творческого

процесса, следствие авторского интегрирования лучшего из прогрессивного опыта дизайн-проектирования, конструирования, технологии изготовления, создания новых материалов и т. п.

Образность формы часто становится притягательным символом, своим воздействием на людей формирует образы и типы поведения, так как несет в себе некоторый смысл, заложенный в ней разработчиком. Конкурентность в дизайне, как вершина айсберга конкуренции между фирмами, порождает многообразие форм, их стиля, которые, интегрируясь с техническими инновациями, в результате образуют сложные произведения технического дизайна. Поэтому при создании внешней формы мобильной машины обязательно принимают во внимание потребительские аспекты восприятия формы как людьми снаружи объекта, так и водителями. В связи с этим различают следующие аспекты формообразования мобильных машин: обзорность, в том числе при климатических осадках; внешние световые приборы; элементы пассивной безопасности; габаритная проходимость и вписываемость; скорость движения; специфика путевого пространства и ракурсов восприятия машины людьми и др., которые, как и действующие регламенты, оказывают на экстерьер существенное влияние.

Далее приведены характеристики принципов формообразования на основе их трактовки в перечисленных источниках [1; 2; 4]:

1. Рациональность – логическая обоснованность, целесообразность формы. Соблюдение данного принципа связывается с выполнением двух главных условий: во-первых, установление тесной связи формы с ее функциональным содержанием, во-вторых, необходимость четкой рациональной разработки собственно художественной формы.

2. Тектоничность – композиционно-пластическое средство формообразования состояния некоей целостности, иллюстрирующей логику и устойчивость его конструктивной, функциональной или визуальной структуры. В своей основе этот принцип означает соответствие формы и конструкции. Тектоника в дизайне как художественное средство дизайн-проектирования есть синтез трех начал: выражения в форме изделия работы материала и конструкции, отражения в творческом методе автора культурно-исторических представлений о выразительности языка тектонических форм, понимание тектоники как символа целостности формы изделия.

3. Структурность. Цель структурного формообразования – нахождение гармоничной связи между элементами, составляющими форму. Такая связь выражается в соподчиненности элементов, четкости, ясности, слаженности внутреннего строения формы.

4. Гибкость. Форма должна быть способна к развитию, сохраняя при этом целостность.

5. Органичность. Этот принцип определяет собой построение композиции с учетом закономерностей формообразования, проявляющихся в природе. Осмысление форм природы может идти путем анализа и сопоставления в нескольких направлениях: морфологии, то есть строения так называемых биоформ, как функциональных организмов; закономерностей тектонического (конструктивно-пластического) формообразования в природе; особенностей движения биоструктур; пластики живых организмов; их окраски; пропорционального строения.

6. Образность. Данный принцип отражает четкое и глубокое раскрытие в композиции определенной художественной идеи. Образная форма оказывает на зрителя более сильное и глубокое эмоционально-эстетическое воздействие, чем простая утилитарная форма.

7. Целостность. Это всеохватывающий и объединяющий принцип композиционно-художественного формообразования в дизайне. Он предполагает установление самой тесной связи между всеми средствами и приемами построения композиции. В результате такого установления выявляется общий характер формы.

Непосредственно к особенностям формообразования относят выразительность формы для субъективной человеческой чувственности, положительного художественно-эстетического восприятия.

8. Композиция. Принцип художественно-эстетического формообразования в дизайне объединяется в единое целое через композицию [2]. В этом принципе отображается многогранность объекта, исследование уже существующих форм и последующее создание новой идеи, вкладывая в новую форму целостность, гармоничность, эстетическую целесообразность и художественную выразительность.

Объективной основой гармонии в живой природе и дизайне является взаимодействие функции и формы. Проблема их сочетания – обеспечение соответствия формы, технических средств формообразования удовлетворению определенной социальной потребности человека.

Развитие и использование принципов формообразования в практике создания экстерьера мобильной машины – это залог наилучших результатов деятельности инженера-дизайнера, так как форма – это самый первый и основополагающий аспект в эмоциональном восприятии мобильной машины в целом.

### **1.1. Сущность работ на этапах дизайн-проектирования наземных мобильных машин**

Целевыми аспектами, которые реализуются в дизайн-проекте ММ являются: 1) функция, реализованная в конструкции и материале, учитывающая эргономические и экологические требования и обеспечиваемая технологией изготовления изделий; 2) художественно-эстетический образ, конкурентоспособность и ценность изделия.

Специфика дизайн-проектирования мобильной машины состоит в соединении в целостном структурном построении и гармоничной форме всех общественно необходимых свойств проектируемого объекта. В зависимости от сложности проектируемого изделия и постановки задач проектная работа представляет собой достаточно длительный процесс от постановки задачи, формирования концепции, первоначального структурно-компоновочного и образного решения до промышленного образца, который проходит несколько этапов. Кратко, сущность этих этапов заключается в следующем.

#### *Задание на проектирование.*

Работа на производстве начинается над проектом с получения задания на проектирование, в котором представляются все необходимые сведения об объекте проектирования: его назначение, функциональные, конструктивные, технологические, эргономические требования (см. раздел 1.2). При этом, объектом дизайнерского проектирования может быть, как уже существующее изделие, его модернизация, так и создание нового изделия.

В Задании на дипломное проектирование указывается объект, назначение и основная задача разработчика, некоторые главные технические параметры ММ, а студент – будущий инженер-дизайнер в период преддипломной практики уясняет и формулирует весь комплекс требований к показателям свойств разрабатываемой мобильной машины в контексте темы дипломного проекта, проводя предпроектные исследования.

### *Предпроектные исследования.*

Цель данного этапа состоит в сборе и обобщении всех необходимых для дизайн-проектирования материалов.

На этом этапе проводится изучение и выделение задач технического задания, анализ функциональных, конструктивных, эстетических, эргономических и технологических требований.

На этой стадии проводятся зарисовки, анализ реализованных схем пропорционального дизайна и выполняют необходимые прикидки размеров или замеры на доступных прототипах ММ, строятся схематические изображения человеческого тела для выбора соотношений между пропорциями человеческой фигуры, формой и размерами проектируемого объекта при посадке в машину, при управлении ею и т. п. – соматографические схемы – и конкретизируются вероятные потребители. Параллельно ведется информационно-патентное исследование, анализ аналогов, выбор прототипа шасси будущей машины или предлагается свой вариант. На этапе предпроектного исследования проводится поиск и формулирование дизайн-концепции новой машины, приемов и методов дизайн-проектирования, которые позволят использовать новые идеи, либо использовать методы, уже зарекомендовавшие себя, например, методы ТРИЗ, функционально-стоимостного анализа, отраслевых баз эвристических преобразований и др., прибегая к их модернизации и совершенствованию.

### *Разработка дизайн-концепции.*

На предыдущем этапе уже появляются первые образы и очертания концептуального решения будущей ММ. Однако эти начальные творческие находки и идеи начинают конкретизироваться и вырисовываться в процессе эскизирования – графического выражения замысла в скетчах или в масштабных рабочих макетах.

Основная задача дизайн-концепции состоит в научно обоснованном формулировании основных принципов формообразования проектируемой мобильной машины. При разработке дизайн-концепции, как правило, работает ряд специалистов из различных областей. В дипломном проектировании студент самостоятельно выполняет перечисленные работы.

Для сложных и особо ответственных объектов вводится дополнительная стадия – фор-проект. Это многовариантный поиск наиболее удачной идеи проектируемого объекта, проводимый обычно несколькими творческими бригадами на конкурсной основе. В результате

фор-проекта отбирается вариант для дальнейшей проработки по отдельным вопросам: конструктивно-технологическим, эргономическим, художественно-стилистическим, функционально-компоновочным, а сотрудники упомянутых бригад все подключаются к работе над выбранным вариантом дизайн-решения ММ.

#### *Эскизная графическая проработка дизайн-проекта.*

На этой стадии делается большое количество рисунков и набросков мобильной машины, благодаря которым удается представить объект во всех ракурсах, выделить и подчеркнуть его особенности.

В зависимости от поставленной задачи ведется композиционный графический поиск по отдельным аспектам – функционально-техническим, художественно-стилистическим, архитектурным и эргономическим. В результате эскизирования дизайнер должен дать полное представление о проектируемом изделии.

Однако при проектировании сложных объектов наличие эскизов недостаточно, в таких случаях прибегают к макетированию – процессу изготовления объемной модели объекта.

Полученные в процессе эскизирования варианты изделия сравниваются между собой и выбирается наилучшее решение. Модели изделия проходят испытания на прочность, жесткость конструкции, аэродинамические свойства, проводится оценка эргономических и эстетических качеств внешней формы изделия.

#### *Художественно-конструкторское проектирование.*

На этом этапе окончательно уточняются чертежи и оттачиваются детали.

Чертежи и макеты выполняют в более крупном масштабе, а самые ответственные детали в натуральную величину, которые могут затем сканироваться на 3d-сканере для получения компьютерной твердотельной модели объекта с учетом ручной доработки сложных элементов объекта.

В дипломном проектировании студент может использовать методы масштабного натурального макетирования. Аспекты и перечень проектно-технологических процедур отработки формообразования экстерьера мобильной машины приведены на рис. 1.1.

Основная часть работ, связанная с аспектами *А, Д, Б* (см. рис. 1.1), выполняется в бюро дизайнера и общей компоновки, тогда как процедуры по отработке на технологичность и отработке на надежность связаны с реализацией как в соответствующих КБ, так и в большей степени – обязательно с изготовлением и натурными испытаниями.

## Аспекты и проектно-технологические процедуры отработки формообразования экстерьера машины

Аэродинамическая оптимизация (аспект А)	Художественное конструирование (аспект Д)	Эргономическая отработка экстерьера (аспект Б)
Комплекс требований	Формулирование концепции экстерьера с учетом среды	Комплекс требований
Виртуальная модель	Выбор специфики реализации принципов формообразования	Анализ обзорности, освещенности, заметности
Аэродинамическая оптимизация на виртуальной модели	Эскизная проработка экстерьера и окраски	Отработка ММ на безопасность
Продувка макета в аэродинамической трубе	Изготовление масштабного макета	Отработка на плавность хода
Доработка и оценка макета по аэродинамической трубе	Отработка экстерьера по аспектам А и Б	Отработка формы на энергоэффективность
Выбор варианта формы и расположения на шасси	Разработка варианта виртуальной модели экстерьера	Отработка на вписываемость в плане
Испытание и аэродинамическая доводка экспериментального образца	Разработка плазовых чертежей обвески	Отработка экстерьера на работу в сложном климате
Разработка рекомендаций по выбору экстерьера	Изготовление макета экспертная оценка	Отработка на удобство посадки-высадки

Рис. 1.1. Аспекты формообразования экстерьера

Последовательность выполнения процедур отработки формообразования мобильной машины, представленных на рис. 1.1, является неизбежно итерационной. При этом проектные итерации явля-

ются многоуровневыми и содержат процедуры, которые могут относиться к любому из рассмотренных аспектов *А–Д*. Смысл любой такой итерации заключается в достижении приемлемого результата по конкретным локальным целям-критериям улучшения текущего состояния объекта проектирования. В связи с этим рациональное по затратам времени шаговое по-процедурное планирование хода проектирования возможно с наилучшими результатами в форме сетевого планирования с корректировкой сетки после рассмотрения результатов каждой процедуры и принятия решения о процедурной стратегии и тактике дальнейшего хода процесса проектирования [2; 8]. Сетевые методы в проектировании и дизайн-проектировании давно, широко и успешно используются за рубежом ведущими машиностроительными корпорациями. В случае реализации проектирования в подразделениях, которые могут находиться на удалении, с большим комплексом работ и исполнителей при ограниченных финансовых и временных ресурсах, благодаря компьютерным возможностям быстрой передачи громадных массивов данных и сетевому планированию, достигается значительное сокращение времени разработки машин и повышение их технического уровня и потребительских качеств.

Общая схема организации работ при использовании методов натурного масштабного моделирования в лаборатории дизайн-проектирования показана на рис. 1.2.

На рис. 1.2 приведена схема взаимодействия аппаратного и программного инструментария рабочей лаборатории инженера-дизайнера в реализации предлагаемых особенностей методики разработки экстерьера мобильной машины.

Как видно из рисунка, аппаратная часть обеспечения реализованной на кафедре методики включает восемь наименований оборудования (см. позиции 1–8), при этом позиции 5, 6, 7 могут быть коллективными сетевыми принтерами, предназначенными для использования несколькими рабочими микро-лабораториями дизайнеров одного проектного бюро.

Для облегчения поиска вариантов экстерьеров мобильной машины и их исследования используется прием создания масштабной компьютерной 3d-модели концепта (поз. 1), по проекциям которой на плоскости создаются первичные шаблоны для изготовления масштабного макета варианта машины. Этот макет дорабатывается и оптимизируется по аэродинамике с помощью измерительно-регист-

рирующего комплекса стенда – компьютеризированной аэродинамической трубы. В силу специфики влияния аэродинамики формы на свойства и эстетическое восприятие разрабатываемой мобильной машины комплект оборудования как раз и включает малогабаритную компьютеризированную аэродинамическую трубу  $\delta$  для продувки масштабных макетов вариантов концептов машины.

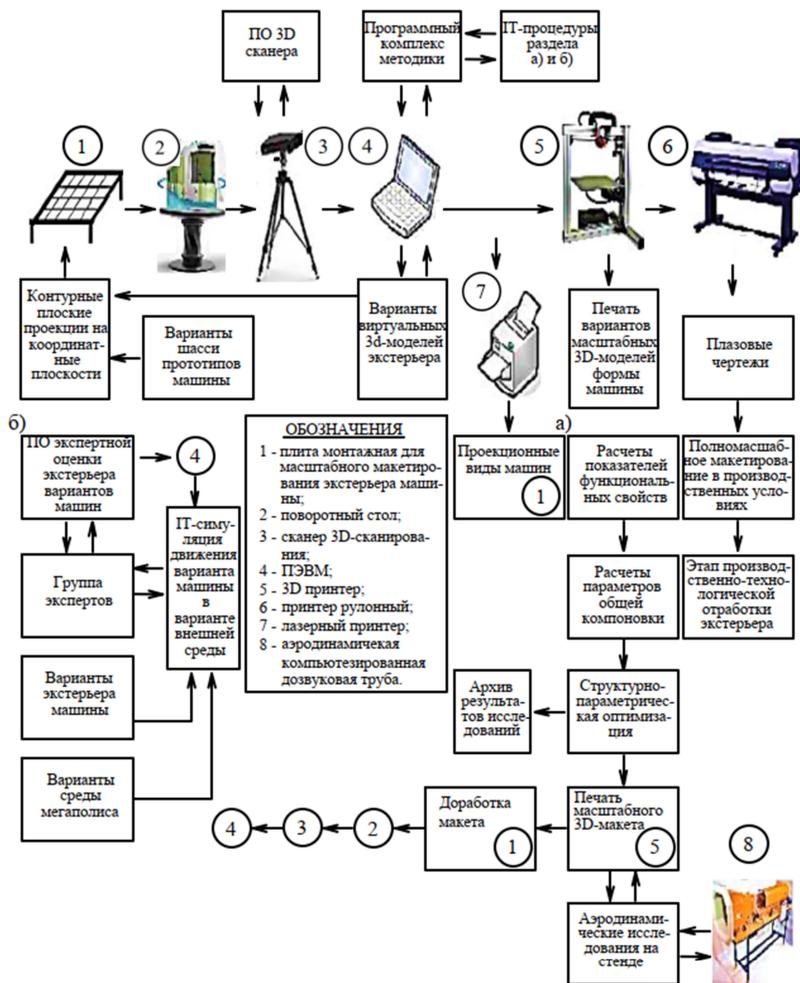


Рис. 1.2. Схема взаимодействия аппаратного и программного инструментария рабочей лаборатории

Затем на поворотном столе с помощью 3D-сканера (поз. 2 и 3) выполняют 3D-сканирование отработанного варианта макета. После чего следует изготовление по сканированной 3D-модели с помощью 3D-принтера (поз. 5) натурального масштабного макета и проводится его контрольная продувка для подтверждения аэродинамических показателей.

Далее, на основе твердотельной компьютерной модели варианта концепта мобильной машины, с использованием методов теории подобия получают его полномасштабную твердотельную 3D-модель, которую исследуют расчетными методами на показатели важнейших функциональных и эксплуатационных свойств с помощью разработанного комплекса программного обеспечения (ПО) по двум направлениям анализа: а) и б) (см. рис. 1.2). При положительных результатах расчетного исследования на рулонном принтере *b* выводятся плазовые чертежи для изготовления в производственных условиях полномасштабного макета концепта мобильной машины.

Изложенный методический подход к изысканию и отработке экстерьера мобильной машины позволяет с меньшими затратами рассмотреть большое вариативное поле концептов, создаваемых на конкурентной основе несколькими дизайнерами в одном КБ дизайна и общей компоновки. Он также позволяет исключить на ранних этапах недостатки оценки аэродинамических свойств машины на чисто компьютерных моделях, а также получить экспертный прогноз художественно-эстетического облика концептов мобильной машины до значительных затрат на изготовление дорогостоящих полномасштабных натуральных макетов. Этот алгоритм реализует системный подход в проектировании мобильной машины и позволяет с большей вероятностью избежать затрат, связанных с изготовлением заведомо неудачных вариантов концептов разрабатываемой машины.

В результате применения такой структуры аппаратного и компьютерного инструментария, конкретизируются методические положения разработки экстерьера дизайн-концепта наземной мобильной машины на масштабном макете и 3D-модели с учетом влияния характеристик формы на эксплуатационные свойства машины и внешней среды эксплуатации на формообразование самой машины.

#### *Создание рабочего проекта.*

Завершается дизайн проектирование изделия рабочим проектом, который передается на производство.

В общем виде рабочий проект представлен конструкторскими чертежами, сборочными чертежами, технологическими картами сборки отдельных узлов и деталей объекта, картами цветофактурных решений.

Соблюдение всех этапов дизайн-проектирования способствует нахождению эффективного и оптимального проектного решения, которое оценивается по соответствующему стандарту на оценку потребительского качества мобильной машины данного назначения [3; 5].

Итерационный характер этапов дизайн-проектирования соответствует, чаще всего, методологии нисходящего проектирования, блок-схема которого показана на рис. 1.3.

Таким образом, создание концепции дизайна мобильной машины – это самостоятельный раздел проектной деятельности, который заключается в выполнении работ, направленных на определение основных критериев, задач и целей оформления и визуализации мобильной машины, с учетом его функционального назначения, но проводимый в тесной связи с инженерно-конструкторской разработкой машины.

В конечном итоге, целью дизайн-концепции мобильной машины является развитие дизайна экстерьера и/или интерьера данного вида техники как интегральной инновационной деятельности, обеспечивающей повышение ее конкурентоспособности и потребительского качества за счет улучшения показателей технической эстетики внешнего вида, а также эргономики отдельных элементов и всей мобильной машины в целом [2; 7; 9].

Экономическая оценка доли от общего экономического эффекта, приходящейся на изменение дизайна новой мобильной машины, представляет сложную методологическую задачу.

Наиболее убедительный подход к такой оценке разработан фирмой McKinsey. Международная консалтинговая компания McKinsey провела исследование, в котором определила, как и в чем выражается ценность дизайна для бизнеса. Ею предложена критериальная оценка MDI (McKinseyDesignIndex) – индекс, который отражает экономический эффект от дизайна новой машины.

При изменении экстерьера на выпускаемой базовой машине заводского типажа экономическая оценка производится по отраслевой методике для случая модернизации машины путем изменения ее дизайна [3; 5].

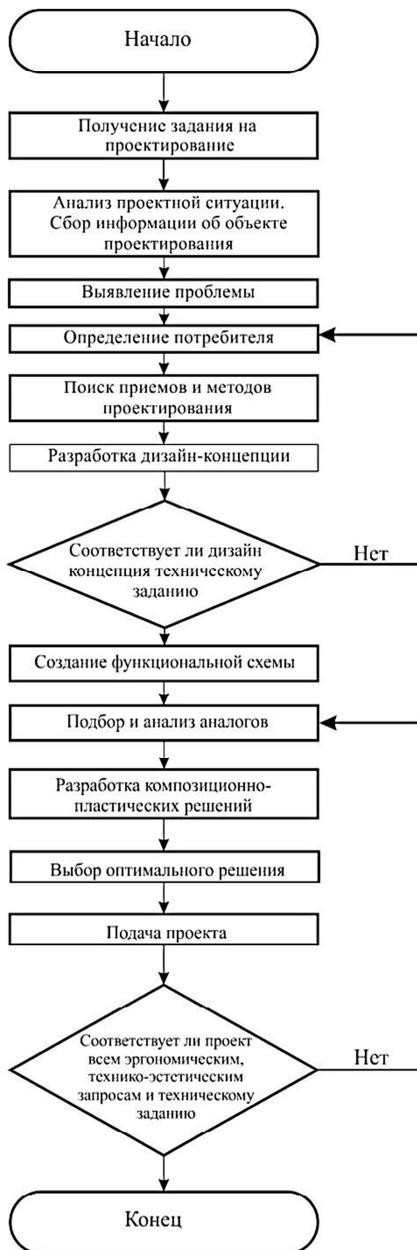


Рис. 1.3. Блок-схема процесса дизайн-проектирования ММ

## 1.2. Документация дизайн-проекта мобильной машины. Основной комплект КД изделия

Официальные *стадии разработки* конструкторской документации на изделия всех отраслей промышленности (рис. 1.4) и *этапы выполнения работ*, номенклатура разрабатываемой КД и форма отчетности установлены в ГОСТ 2.103-68 и его последующих редакциях.

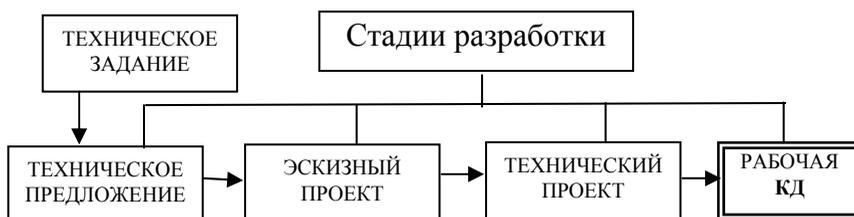


Рис. 1.4. Стадии разработки технической документации

Сущность разрабатываемых аспектов на различных стадиях разработки КД проекта состоит в следующем.

*Разработка технического задания.*

Основные требования к техническому заданию (ТЗ) на разработку продукции производственно-технического назначения, к которой относится и мобильная наземная техника, изложены в ГОСТ 15.001 и Р50-601-10 (по созданию товаров народного потребления – ГОСТ 15.009 и Р 50-601-13) с учетом требований стандарта СТБ 978-2000.

На стадии ТЗ необходимо обеспечить формирование полного комплекса функциональных, технологических, эксплуатационных, эргономических, художественно-эстетических, экономических и экологических требований к разрабатываемой продукции. *Разработку* технического задания на проектирование изделия *осуществляет* дипломник-разработчик и *утверждает* руководитель.

Рекомендуемая форма и содержание ТЗ на разработку продукции:

1. Наименование и область применения (использования) продукции.

2. Основание для разработки.

3. Исполнитель (разработчик).

4. Изготовитель.

5. Цель и назначение разработки.

6. Источник финансирования.

7. Технические требования:

7.1. Состав продукции и требования к конструктивному устройству.

7.2. Показатели назначения и экономного использования сырья, материалов, топлива и энергии.

7.3–7.8. Требования к надежности, технологичности, уровню унификации и стандартизации, по безопасности и экологии, эстетические и эргономические, к патентной чистоте.

7.9. Требования к составным частям продукции (при их наличии), исходным и эксплуатационным материалам.

7.10. Условия эксплуатации, требования к техническому обслуживанию и ремонту (при необходимости).

7.11–7.13. Требования к маркировке и упаковке, к транспортированию и хранению, к метрологическому обеспечению.

7.14. Дополнительные требования (при необходимости – требования по безопасности, охране здоровья и природы, электромагнитной совместимости).

8. Экономические показатели.

9. Этапы разработки.

10. Порядок контроля и приемки, материалы, предъявляемые по окончании отдельных стадий (этапов) и работы в целом.

11. Количество изготавливаемых опытных образцов.

12. Приложения.

В зависимости от вида, назначения, условий производства и эксплуатации продукции *допускается уточнять содержание разделов (подразделов), вводить новые или объединить отдельные из них.*

*Изменения в ТЗ вносят на любом этапе разработки путем выпуска дополнения, которое подлежит согласованию с руководителем проекта.*

**Техническое предложение** должно содержать техническое и технико-экономическое обоснования целесообразности разработки на основании анализа ТЗ заказчика различных вариантов возможных решений изделия, сравнительной оценки аспектов их общей компоновки и дизайна экстерьера и интерьерера, с учетом конструктивных

и эксплуатационных особенностей разрабатываемого и существующих изделий, а также патентные исследования.

На данной стадии предполагаются следующие этапы выполняемых работ: подбор материалов для морфологического и функционального анализа современных машин данного назначения; разработка концепции компоновки и дизайна разрабатываемой мобильной машины, выполнение расчетных процедур выбора главных параметров машины, оформление документации технического предложения с присвоением документам литеры «П»; рассмотрение и утверждение технического предложения.

**Эскизный проект** включает разработку документации на основе принятых результатов технического предложения, которая должна содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы, дизайне изделия, а также данные, определяющие его назначение, основные параметры и габаритные размеры, с присвоением документам литеры «Э». В него также входит изготовление и испытание макетов (при необходимости), рассмотрение и утверждение эскизного проекта [7; 9].

На третьей стадии разрабатывается **технический проект** – совокупность КД, содержащих окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей документации (документы с литерой «Т»). Продолжается (при необходимости) изготовление и испытание макетов и завершаются работы, по аналогии, рассмотрением и утверждением технического проекта.

Стадия *«рабочая конструкторская документация»* включает *два этапа*:

а) разработка рабочей КД опытного образца (опытной партии) изделия, предназначенного для серийного (массового) или единичного производства (кроме разового изготовления) без присвоения литеры; изготовление и предварительные испытания опытного образца; по результатам корректировка КД и присвоение литеры «О»; приемочные испытания; повторная корректировка КД и присвоение литеры «О<sub>1</sub>». *Для изделий по заказу Министерства обороны (МО) – повторное изготовление и испытания опытного образца по документации с литерой «О<sub>1</sub>» (при необходимости) и корректировка КД с присвоением литеры «О<sub>2</sub>».*

б) разработка рабочей КД на изделие серийного (массового) производства: изготовление и испытание установочной серии по документации «О<sub>1</sub>» (или «О<sub>2</sub>»); корректировка КД с присвоением литеры «А», и оснащение технологического процесса для изготовления изделия в заданном объеме. *Для изделий МО – изготовление и испытание головной (контрольной) серии* по документации «А» и корректировка документов с присвоением им литеры «Б».

*Рабочей КД изделиям единичного производства*, т. е. единовременного изготовления одного или более экземпляров изделия, дальнейшее производство которого не предусматривается, *присваивают литеру «У».*

**В дипломном проектировании** будущие инженеры-дизайнеры разрабатывают графические материалы, раскрывающие аспекты дизайна объекта, как правило, в форме плакатов и рендера, а также комплект основных конструкторских документов по ГОСТ 2.102-68 на изделие, из которых обычно в дипломный проект включают: 1) спецификацию на объект разработки; 2) сборочный чертеж или чертеж общего вида; 3) принципиальные схемы (кинематическую, гидравлическую, электрическую и т. п., обычно две наиболее важных из перечисленных в контексте решаемых в проекте задач), а также, при необходимости, функциональные схемы или схемы размещения составных частей в структуре подсистем машины (например, взрыв-схему или схему установки, например, передней или боковой облицовки, сидений и т. п.); 4) результаты расчетов параметров общей компоновки мобильной машины; 5) тяговую или тягово-динамические характеристики; 6) расчетно-пояснительную записку.

## 2. ПОДГОТОВКА, ОФОРМЛЕНИЕ И ЗАЩИТА ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ

### 2.1. Основные требования к дипломному проекту

Дипломный проект состоит из двух частей: теоретической – *расчетно-пояснительной записки* (исследования) и художественной – *дипломной презентации* (художественно-конструкторское решение). Независимо от темы дипломного проекта, принципов ее решения, способов и форм представления содержания и защиты диплом обязательно состоит из этих двух частей.

**Расчетно-пояснительная записка** выполняется на основе глубокого изучения студентом исходных технических, художественных, научных, технолого-информационных и типологических данных о проблеме, объекте и предмете проектирования в отечественной и зарубежной литературе. Она призвана обобщать и систематизировать данные, полученные в результате расчетно-теоретического анализа и обоснования функциональных и структурных связей.

Расчетно-пояснительная записка представляет собой достаточно самостоятельный научно-теоретический и экспериментально-исследовательский труд.

Общими требованиями к расчетно-пояснительной записке являются:

- четкость построения текста;
- логическая последовательность в изложении материала;
- глубина исследования проблемы;
- полнота освещения основных вопросов;
- конкретность изложения результатов анализа;
- грамотность оформления.

**Дипломная презентация** (художественно-конструкторское решение) должна продемонстрировать умение студента выражать синтез функциональных и структурных связей образно-художественными и конструкторско-технологическими средствами.

Дипломная презентация представляет собой авторское оригинальное проектное предложение, выполненное в практических изобразительных технологиях, пригодных для тиражирования, и макетных материалах, пригодных для промышленного формообразования.

Дипломная презентация включает в себя:

- визуально-образное решение;
- художественно-композиционное решение;
- технико-конструкторское решение;
- эргономическое решение.

Общими требованиями к дипломной презентации являются:

- оригинальность презентационной идеи;
- четкость и ясность презентации;
- конкретность визуально-графических и объемно-пластических средств;
- полнота представления основных конструкторских, технологических и эргономических характеристик проекта;
- грамотность оформления.

## 2.2. Этапы и стадии выполнения дипломного проекта

Процесс подготовки к работе над дипломным проектом включает следующие пункты, составляющие **организационную стадию**:

- утверждение руководителя дипломного проекта и выбор тематики дипломного проекта, согласно учебной нагрузке, штатному расписанию и заявлению студента.
- при необходимости, корректировка и окончательное утверждение темы дипломного проекта на заседании кафедры;
- заполнение заявления студентом на выдачу темы дипломного проекта;
- выдача задания на дипломный проект (прил. Б).

## 2.3. Структура расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительная записка должна содержать в строго указанной последовательности следующие структурные элементы:

- **титульный лист** (прил. Б).

Титульный лист – обязательный элемент расчетно-пояснительной записки. С него начинается нумерация страниц, но номер на титульном листе не ставится. Образец оформления титульного листа дипломного проекта приведен в прил. Б;

- **задание на дипломный проект** (прил. А);
- **реферат** (см. прил. В);

- **ведомость объема дипломного проекта** (см. прил. Г);
- **оглавление** (см. прил. Д).

Следует помнить, что первый лист оглавления кроме названий разделов пояснительной записки содержит рамку и развернутую основную надпись с указанием разработчика, консультантов по разделам, нормоконтроллера, заведующего кафедрой в соответствии с приказом на утверждение темы дипломного проекта. Все следующие листы до приложений также должны быть в рамке и с сокращенной основной надписью;

- **введение**;
- **основная часть**.

Основная часть расчетно-пояснительной записки представлена главами, в которых дается:

*Анализ* (морфологический, структурный, аксиологический и др.) существующих технических и дизайнерских решений и конструкций, аналогов и ближайшего из них по разрабатываемой конструктивной схеме – прототипа или иного технического, дизайнерского решения из разработанных студентом вариантов в выполняемом дипломном проекте;

*Расчетные исследовательские подразделы* – описание использованных методов анализа и синтеза, истории эскизирования, принципов и приемов формообразования, эргономических, колористических решений и оценки художественно-эстетических аспектов потребительских свойств дизайн-решения, методик и результатов расчетно-теоретического анализа, макетирования, моделирования и испытания, в котором приведены признаки-критерии оптимального варианта, порядок или алгоритм выбора наилучших проектных конструктивных и режимных параметров, структуры общей компоновки и дизайна проектируемого изделия;

*Составленное* студентом-дипломником вербальное описание внешнего вида изделия по теме дипломного проекта в соответствии с действующими в патентном законодательстве требованиями к описанию промышленного образца мобильной машины (художественно-эстетическое восприятие и совокупность черт и элементов мировой новизны внешнего вида:

- художественная выразительность (образная или декоративная);
- рациональность формы (соответствие формы назначению изделия);

- целостность композиции (соподчиненность целого и частей);
- совершенство производственного исполнения (чистота исполнения контуров и сопряжений);

*Описание* структуры разработанной в дипломном проекте мобильной машины, элементов ее устройства, техническая характеристика изделия и его отдельных узлов, включая описание принципов работы системы управления (см. раздел 1.3);

*Расчеты, схемы и графики*, подтверждающие работоспособность, достижение заявленных в технической характеристике показателей изделия;

*Описание примененных новых материалов*, технологий изготовления, агрегатирования-монтажа конструктивных модулей на раме, шасси, каркасе и т. п., настройки, ремонта при создании машины, оценка технологичности изделия; описание использования, методики применения разработанных машины, комплекса или системы в производственных или социальных условиях, средств автоматизации их рабочего процесса, защиты, управления;

*Материалы*, отражающие использование компьютерных технологий в дизайн-проектировании изделия, например, структура и блок-схема порядка работы автоматизированной подсистемы функционального проектирования (АПФП) конкретной мобильной машины по теме дипломного проекта, либо описание работ, выполненных дипломником с использованием программных приложений на ПЭВМ;

*Экономическое обоснование*, оценка конкурентоспособности принятых решений или определение экономической эффективности полученных результатов от применения их на проектируемой машине;

*Разработка мер по охране труда*, по обеспечению требований руководящих документов к эргономике и технике безопасности при изготовлении, монтаже, эксплуатации; анализ экологической безопасности машины в основные периоды жизненного цикла изделия [ТР];

- **заключение;**
- **список использованной литературы;**
- **приложения.**

Обязательное приложение – спецификация на объект, соответствующая сборочному чертежу или чертежу общего вида; спецификации для КД, выполненной по правилам ЕСКД, типа «Установка, например, панелей лицевой облицовки машины», которым соответствуют графические форматы с выносками цифровых позиций для

спецификаций, если эти КД выполнены не как плакаты с аналогичным содержанием.

Каждый раздел начинают с новой страницы.

## **2.4. Правила оформления расчетно-пояснительной записки**

### ***2.4.1. Общие требования к оформлению***

Расчетно-пояснительная записка должна быть выполнена с помощью компьютерных средств на одной стороне белого листа формата А4 (210×297). Текст записки шрифтом Times New Roman размером 13–14 пунктов печатается через интервал 1,0 с числом строк на странице 40 ±3.

Допускается представлять иллюстрации или приложения на листе формата А3.

Размеры полей при печати текста должны соответствовать ГОСТ 2.105.

Печать должна быть четкой, без полос и сбоев.

Расчетно-пояснительная записка должна быть переплетена и иметь твердую обложку.

### ***2.4.2. Оформление заголовков***

Заголовки структурных разделов расчетно-пояснительной записки печатаются прописными буквами в начале строк с абзаца (1,25 мм).

Заголовки параграфов печатают с абзаца строчными буквами (кроме первой прописной). Заголовок следует отделять от текста двумя межстрочными интервалами.

Номера разделов, подразделов, пунктов и подпунктов можно выделять полужирным шрифтом. Заголовки разделов рекомендуется оформлять полужирным шрифтом размером 14–16 пунктов, а подразделов – полужирным шрифтом 13–14 пунктов.

Для акцентирования внимания на определенных элементах допускается использовать курсивное и полужирное начертание.

### ***2.4.3. Нумерация***

Разделы должны иметь порядковые номера, обозначаемые арабскими цифрами без точки в конце и записанные с абзацного отступа. Подразделы нумеруют в пределах раздела, к которому они относятся.

Заголовки разделов записывают прописными буквами без точки в конце заголовка. Заголовки подразделов записывают строчными буквами, начиная с первой прописной. Заголовки не подчеркивают. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

В случае, когда заголовки раздела или подраздела занимают несколько строк, то строки выравниваются по первой букве заголовка в соответствии с ГОСТ 2.105.

Каждый раздел расчетно-пояснительной записки рекомендуется начинать с новой страницы.

При компьютерном способе выполнения записки в соответствии с ГОСТ 2.105 между заголовком раздела (подраздела) и текстом оставляют пробельную строку.

Между заголовками разделов и входящих в него подразделов допускается помещать небольшой вводный текст, предваряющий подраздел.

Перечень всех разделов и подразделов, включающий порядковые номера и заголовки, оформляют в виде оглавления – обязательного элемента расчетно-пояснительной записки.

Нумерация страниц сквозная, начиная с титульного листа. Страницы расчетно-пояснительной записки нумеруют арабскими цифрами в правом верхнем углу. Титульный лист, лист задания, лист копии задания на преддипломную практику, лист с рефератом и ведомость дипломного проекта включают в общую нумерацию, но номер страницы на них не ставят. В общую нумерацию страниц включают все приложения.

#### ***2.4.4. Графический материал***

Качество иллюстраций должно обеспечивать их четкое воспроизведение. Они должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота расчетно-пояснительной записки или с поворотом по часовой стрелке.

Цифровой материал, как правило, должен оформляться в виде таблиц. Номер таблицы должен состоять из номера главы и порядкового номера таблицы разделенных точкой.

### **2.4.5. Ссылки**

В тексте, выделенном квадратными скобками, следует указывать порядковый номер ссылки на источник по списку использованной литературы.

### **2.4.6. Список использованной литературы**

Ссылки на литературу, нормативно-техническую и другую документацию, иные источники, использованные при работе над дипломным проектом, помещают в конце расчетно-пояснительной записки перед приложениями в виде списка использованной литературы. В тексте расчетно-пояснительной записки все ссылки на анализируемые опубликованные сведения, заимствованные положения, формулы, таблицы, иллюстрации, методики записывают арабскими цифрами в квадратных скобках в возрастающем порядке. В списке использованной литературы позиции располагают и нумеруют в той последовательности, в которой расположены и пронумерованы ссылки в тексте расчетно-пояснительной записки. Без ссылок в тексте расчетно-пояснительной записки разрешается использовать сведения, полученные на учебных занятиях.

Библиографические описания должны быть выполнены в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 7.1.

### **2.4.7. Приложения**

Приложениями могут быть математические формулы, номограммы, вспомогательные вычисления и расчеты, описания алгоритмов и программ, технические характеристики различных устройств, спецификации, схемы, рисунки и т. п. Допускается использовать в качестве приложений конструкторские документы.

Все приложения включают в общую нумерацию страниц.

В тексте расчетно-пояснительной записки на все приложения должны быть ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, за исключением букв Е, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. Если в расчетно-пояснительной записке одно приложение, оно также должно быть обозначено: ПРИЛОЖЕНИЕ А.

Каждое приложение начинают с новой страницы. Вверху по центру страницы пишут слово ПРИЛОЖЕНИЕ прописными буквами и его буквенное обозначение. Еще ниже по центру размещают заголовок, который записывают с прописной буквы.

#### 2.4.8. Спецификации

Согласно (ГОСТ 2.108-68) спецификацию **составляют** на отдельных листах на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект **по формам 1** (заглавный лист) и **1а** (последующие), приведенным в стандарте.

Спецификация определяет состав сборочной единицы, комплекса или комплекта. Она необходима для изготовления, комплектования КД, а также планирования запуска в производство указанных изделий.

*В спецификацию вносят составные части, входящие в данное специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям.*

*Спецификация в общем случае состоит из восьми разделов, которые располагаются в следующей последовательности:*

- документация;*
- комплексы;*
- сборочные единицы;*
- детали;*
- стандартные изделия;*
- прочие изделия;*
- материалы;*
- комплекты.*

Наименования разделов указывают заголовком в графе «Название» и подчеркивают.

В разделе «Документация» вносят документы, составляющие основной комплект КД специфицируемого изделия (ВО или СБ, КЗ, ГЗ, РР или ПЗ).

В разделах «Комплексы», «Сборочные единицы» и «Детали» вносят комплексы, сборочные единицы и детали, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Запись рекомендуется производить в алфавитном порядке.

В разделе «*Стандартные изделия*» записывают изделия, примененные по государственным, республиканским и отраслевым стандартам; для изделий вспомогательного производства – по стандартам предприятий. В пределах каждой категории стандартов запись рекомендуется производить по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, крепежные изделия, подшипники, уплотнения, электротехнические изделия, гидроаппаратура и т. п.); в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий; в пределах каждого наименования – по возрастанию обозначений стандартов; в пределах каждого обозначения стандарта – по возрастанию основных размеров.

В раздел «*Прочие изделия*» вносят изделия, примененные не по основным конструкторским документам, за исключением стандартных изделий (например, КП или ЗВМ серийного трактора). Запись изделий производят по однородным группам; в пределах каждой группы – в алфавитном порядке.

В раздел «*Материалы*» вносят все материалы, входящие в специфицируемое изделие. Их записывают по видам в следующем порядке: черные, ферромагнитные, цветные металлы; кабели, провода, шнуры; пластмассы; бумажные и текстильные; лесоматериалы; резиновые и кожевенные; минеральные, керамические и стеклянные материалы; лаки, краски, нефтепродукты и химикаты; прочие материалы.

После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк и резервировать номера позиций для дополнительных записей (см. прил. Д).

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии их размещения на листе формата *A4*. При этом спецификацию располагают над основной надписью и заполняют в том же порядке и по той же форме, что и выполненную на отдельных листах.

## **2.5. Правила оформления сборочных чертежей**

Сборочный чертеж (СБ) должен содержать:

– изображение сборочной единицы, дающей представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивает взаимность сборки и контроля сборочной единицы;

– размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному чертежу (допускается указывать размер деталей, определяющих характер сопряжения);

– указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями, а пригонкой или подбором; указания о выполнении неразъемных соединений;

– номера позиций составных частей, входящих в изделие;

– габаритные, установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры изделия;

– техническую характеристику изделия (при необходимости);

– координаты центра масс (при необходимости).

На сборочном чертеже все составные части нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации на данную сборочную единицу. Номера позиций наносят на полках линий позиций. Размер шрифта номеров позиций должен быть на один, два номера больше, чем для размерных чисел на том же чертеже. Для группы крепежных деталей и для деталей с отчетливой взаимосвязью допускается делать общую линию выноски с вертикальным расположением позиций.

*На сборочном чертеже допускается изображать перемещающиеся части в крайнем или характерном промежуточном положении, при этом в крайнем положении они выполняются *штрихпунктирной* линией с двумя точками.*

Для показания взаимного расположения сборочной единицы и соседних пограничных изделий *на сборочном чертеже допускается изображать соседние изделия (обстановку) и помещать размеры, определяющие взаимное расположение.* Составные части изделия, расположенные за обстановкой, выполняют видимые. Обстановка выполняется сплошными тонкими линиями; в разрезах и сечениях ее допускается не штриховать.

*На сборочном чертеже допускается не указывать фаски, скругления, проточки и другие мелкие углубления; зазоры между стержнем и отверстием; кожухи, крышки и щиты, если необходимо показать составные части. При этом над изображением делается надпись типа «Ограждение поз. 6 условно не показано».*

*Неразъемные* (сварные, паянные, клепанные) изделия из однородного материала в сборе с другими изделиями, выполненные на более ранних стадиях сборки, *штрихуют в одну сторону*, как одно целое, сохраняя линии сопряжения.

Данным изделиям (сборочным единицам), присваивается общий номер позиции.

*Не допускается* упрощенное изображение подшипников качения и манжетных уплотнений в осевых разрезах (сечениях).

Для обозначения видов, разрезов, сечений, размеров и других элементов изделия применяют прописные буквы русского алфавита, за исключением Н, О, Х, Ы, Ъ, Ь; размер шрифта – больше размерных в два раза.

*Текстовую часть* помещают только на первом листе чертежа и располагают над основной надписью. Ширина колонки – 185 мм. Между ними не допускается располагать ни чертеж, ни таблицы. *Техническую характеристику*, располагают отдельно от технических требований (над ними) с самостоятельной нумерацией пунктов; оба заголовка не подчеркиваются (см. прил. Г).

## **2.6. Форматы и масштабы КД, электронные 3D-модели изделия, динамические электронные симуляции движения машины**

Стандартом (**ГОСТ 2.301-68**) установлены пять основных форматов, причем четыре последующих формата (А1, А2, А3 и А4) образованы от первого (А0) путем последовательного деления большей стороны пополам:

- А0 – (841 × 1189 мм), площадь которого равна 1 м<sup>2</sup>;
- А1 – (594 × 841 мм),
- А2 – (420 × 594 мм),
- А3 – (297 × 420 мм),
- А4 – (210 × 297 мм);

а также *дополнительные* форматы:

- А0 × 2 – (1189 × 1682 мм) и А0 × 3 – (1189 × 2523 мм);
- А1 × 3 – (841 × 1783 мм) и А1 × 4 – (841 × 2378 мм);
- А2 × 3 – (594 × 1261 мм), А2 × 4 – (594 × 1682 мм), А2 × 5 – (594 × 2102 мм);
- А3 × (3...7); А4 × (3...9).

**Основные ряды масштабов (ГОСТ 2.302-68)** относительно изображения в натуральную величину, т. е. 1:1, следующие:

*уменьшения:* 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:50; 1:100 и т. д.;

*увеличения:* 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1 и т. д.

Стандарт на масштабы не распространяется на чертежи, полученные фотографированием, а также на иллюстрации в печатных изданиях и т. п.

Стандартами (**ГОСТ 2.052-2015/2019**) установлены общие требования к выполнению электронных моделей изделия и сборочных единиц. Использование симуляторов движения машин.

## **2.7. Схемы. Виды и типы**

Согласно (ГОСТ 2.701-76) схемы в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, подразделяют на следующие *виды*: электрическая – Э, гидравлическая – Г, пневматическая – П, кинематическая – К, оптическая – Л.

Допускается разрабатывать следующие виды: вакуумная – В, автоматизации – А, газовая – Х.

Для изделия, в состав которого входят элементы разных видов, разрабатывают несколько схем, соответствующих видам одного типа, или одну комбинированную – С.

Схемы в зависимости от основного назначения подразделяют на *типы*: структурная – 1, функциональная – 2, принципиальная (полная) – 3, соединений (монтажная) – 4, подключения – 5, общая – 6, расположения – 7.

*Принципиальная схема* определяет полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дает детальное представление о принципах работы изделия.

*Примеры обозначения:*

- схема электрическая структурная – *Э1*;
- схема кинематическая принципиальная – *К3*;
- схема гидравлическая принципиальная – *Г3*.

## **2.8. Общие правила выполнения схем**

Согласно ГОСТ 2.701-76 схемы выполняются без соблюдения масштаба. При этом действительное пространственное располо-

жение составных частей изделия соблюдается полностью или приблизительно.

Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и пересечений. Расстояние между соседними параллельными линиями связи – не менее 3 мм. Линии связи выполняют толщиной от 0,1 до 1,0 мм (рекомендуется 0,3–0,4 мм). Графические изображения выполняют той же линией, что и линии связи. Если в условных обозначениях имеются утолщенные линии, то их выполняют в два раза толще.

Если в стандартах не установлены размеры графических обозначений элементов, то они должны изображаться на схеме в размерах, выполненных в стандартах. Допускается все обозначения пропорционально уменьшать; при этом просвет между линиями должен быть не менее 1 мм.

Условные графические обозначения изображаются как в стандарте или повернутые на  $90^\circ$  (или кратный ему угол), также можно изображать их повернутыми зеркально или на  $45^\circ$ . Если в условных обозначениях содержатся буквенные или цифровые изображения, то их допускается поворачивать *только против часовой стрелки* на  $45^\circ$  и  $90^\circ$ .

### **2.8.1. Выполнение кинематических принципиальных схем**

На схемах (КЗ) должна быть показана вся совокупность кинематических соединений и их элементов, а также отражены кинематические связи (ГОСТ 2.770-68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематические).

Валы, оси, стержни изображают *сплошными основными* линиями ( $s = 0,6 \dots 1,5$  мм); зубчатые колеса, звездочки, шкивы, подшипники и т. п. – *сплошными s/2*; контуры изделий, в которые вписана схема (корпус редуктора, КПП, ведущего моста и т. п.) – *сплошными тонкими s/3*; кинематические связи между вычерченными отдельно сопряженными звеньями пары – *штриховыми s/2*. Кинематические связи между элементами или между ними и источниками через немеханические (энергетические) участки изображают *двойными штриховыми s/3*.

Каждому изображенному на схеме элементу присваивается порядковый номер, начиная от источника. Валы и оси нумеруются

римскими, все остальные – арабскими цифрами. Порядковый номер элемента проставляется на полке линии выноски; под полкой – его основные параметры или характеристика. Элементы покупных или заимствованных составных частей изделия (редуктор, КПП, задний ведущий мост) не нумеруют, а порядковый номер присваивают всему механизму с указанием под полкой линии выноски общих его параметров и (или) марки.

На кинематической схеме указывают наименования кинематической группы элементов, учитывая ее функциональное назначение (ВОМ, КПП, редуктор, привод фрезы, трактор, ротор и т. п.).

### **2.8.2. Выполнение гидравлических принципиальных схем и чертежей деталей**

Гидравлические схемы выполняются в соответствии с ГОСТ 2.704-76. На схеме (ГЗ) изображают все гидравлические элементы и устройства, необходимые для осуществления сборки изделия и контроля в нем заданных гидравлических процессов, а также все гидравлические связи между ними.

Элементы и устройства представляются в виде условно графических изображений (ГОСТ 2.781-96; ГОСТ 2.782-96). При этом они должны иметь *буквенно-цифровое позиционное обозначение* (табл. 2.1). Оно состоит из буквенного обозначения и порядкового номера, проставленного после буквенного обозначения.

Таблица 2.1

Элементы и устройства

№ п/п	Наименование устройства	Буквенное обозначение
1	Гидроаккумулятор	АК
2	Аппарат теплообменный	АТ
3	Гидробак	Б
4	Гидродроссель	ДР
5	Гидроклапан обратный	КО
6	Гидроклапан предохранительный	КП
7	Гидромотор	М

№ п/п	Наименование устройства	Буквенное обозначение
8	Насос	Н
9	Гидрораспределитель	Р
10	Фильтр	Ф
11	Гидроцилиндр	Ц

Порядковые номера элементам (устройствам) начиная с единицы, присваиваются в пределах группы элементов, которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение, например: Б; Н; Р; М1, М2; Ц1, Ц2, Ц3). Порядковые номера должны быть присвоены в соответствии с последовательностью расположения их сверху вниз, слева направо. Степень важности при этом не имеет приоритета. Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов с правой стороны или над ними.

*Данные об элементах* должны быть записаны в перечень (табл. 2.2), расположенный на первом листе над основной надписью; продолжение – слева от основной надписи. Элементы в перечень записываются группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений, а в пределах группы располагаются по возрастанию основного показателя. Допускается линиям связи присваивать *порядковые номера* начиная с «1» по направлению потока среды. Номера линий связи проставляют около обоих концов изображений. *Длину линий слива и дренажа можно сокращать*, повторно изображая бак возле элемента.

Таблица 2.2

## Данные об элементах

Поз. обоз.	Наименование	Кол.	Прим.
Б	Гидробак	1	ДТ-75Б
КП1, КП2	Клапан предохранительный КП-32/500	2	$p = 5 \text{ МПа}$
М	Гидромотор МГ16-14	1	$M_{\text{кр}} = 50 \text{ Н}\cdot\text{м}$

Поз. обоз.	Наименование	Кол.	Прим.
Н	Насос НШ-46У-Л	1	$Q = 1,25 \text{ дм}^3/\text{с}$ ДТ-75Б
Р	Гидрораспределитель КП-07.06.02.000	1	
Ф	Фильтр КП-07.06.03.000	1	Тонк. ф. 20 мкм

На чертежах деталей:

– обозначение шероховатости поверхностей должно выполняться согласно ГОСТ 2.309-73. ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей;

– обозначение покрытий, термической и других видов обработки поверхностей выполняется в соответствии с ГОСТ 2.310-68.

Конструкторская документация дипломного проекта проверяется на предмет соблюдения норм и требований стандартов первично руководителем дипломного проекта, а окончательно – нормоконтролером в соответствии с положениями ГОСТ 2.111-68. *Нормоконтроль* и требованиям упомянутой Инструкции по ДП.

## 2.9. Графическое представление результатов расчетов

Выполнение расчетно-теоретического анализа эксплуатационных свойств разрабатываемого дизайн-объекта – мобильной машины – выполняется дипломником в программных приложениях (ПП), например в технологии электронных таблиц Excel, ПП MathCAD и др. Как правило, результаты такого анализа представляются в форме таблиц или графических диаграмм, по которым делаются выводы о характере влияния числовых значений аргумента на значения некоторой функции. При выполнении графиков диаграмм необходимо соблюдать требования стандарта на их оформление.

Примеры вариантов оформления графических диаграмм в первом квадранте числовой плоскости, которые наиболее часто применяются в дипломном проекте, приведены далее на рис. 2.1, а, б, в, г.

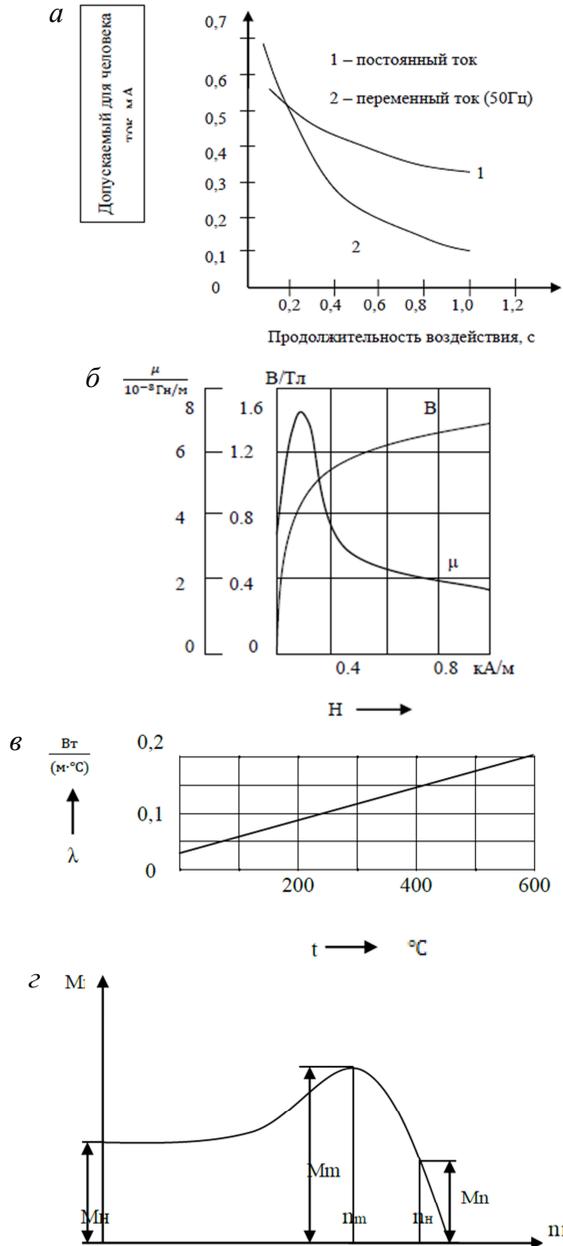


Рис. 2.1. Примеры оформления графических диаграмм

Пример выполнения графиков в четырех квадрантах числовой плоскости, что часто используется в автотракторостроении, показан на рис. 2.2. К таким характеристикам прибегают для графического представления тягового расчета, например, трактора или другой тяговой с.-х. или иной технологической машины.

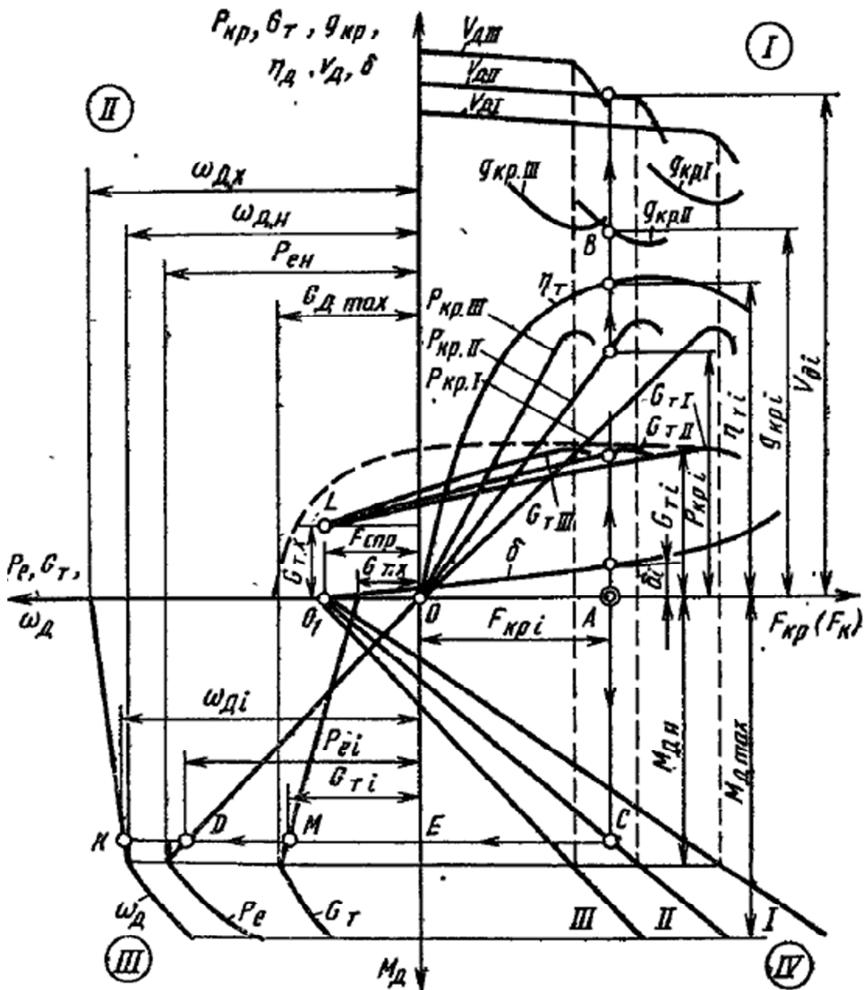


Рис. 2.2. Теоретическая тяговая характеристика трактора с механической ступенчатой трансмиссией

Отличительной особенностью таких характеристик является представление однозначной взаимосвязи комплекса характеристик различных структурных частей трансмиссии мобильной машины. Такие графические диаграммы наиболее информативны и удобны для формулирования выводов о свойствах мобильной машины.

В дипломных проектах, которые связаны с разработкой дизайна современных беспилотных мобильных машин или роботизированных шасси, как с автономным управлением, так и с дистанционным, которые имеют также развитую систему телематики автоматического непрерывного контроля рабочих процессов и диагностики состояния важнейших модулей и узлов, могут использоваться и их частотные характеристики, например амплитудно-фазовые частотные характеристик – АФЧХ. Такие характеристики изображают в четырех квадрантах комплексной числовой плоскости.

При разработке алгоритмов расчетов на ЭВМ, в случае необходимости проведения факторного расчетного эксперимента о влиянии различных параметров общей компоновки разрабатываемой в дизайн-проекте машины на ее показатели, например, тяговые или аэродинамические, такие алгоритмы принято изображать блок-схемой алгоритма расчета, который реализует план машинного эксперимента. Блок-схемы алгоритмов составляют с учетом гостированных условных обозначений. Подобная блок-схема алгоритма тягового расчета, к примеру, позволяет проще составить программу такого расчета.

## 3. ТЕМАТИКА, СОДЕРЖАНИЕ И ВЫПОЛНЕНИЕ ПЛАКАТОВ

### 3.1. Структура дипломной презентации

В дипломной презентации, в зависимости от темы дипломного проекта, рекомендуется использовать следующие визуально-графические элементы решения:

- плакат;
- видеоклип;
- анимация;
- перспектива (наглядное изображение);
- проекции;
- конструкторские и технологические чертежи;
- эргономические схемы;
- объемно-пространственные элементы;
- 3-D модель.

### 3.2. Структура построения рендера

В процессе обучения на данной специальности будущие инженеры-дизайнеры, как правило, профессионально овладевают современным комплексом программных приложений для выполнения графических дизайн-процедур.

Под **рендерингом** или отрисовкой (англ. **rendering** – «визуализация») понимается термин в компьютерной графике, обозначающий процесс получения изображения по модели с помощью компьютерной программы.

Придание изображению реальных текстур в процессе рендеринга помогает получить действительное представление о внешнем виде любого объекта, что широко используется в дизайн-проектировании мобильных машин [2–4].

В компьютерной видеопрезентации на защите дипломного проекта студент обычно использует 3D-рендеринг, суть которого в возможности осмотра модели машины с любого ракурса взгляда, в движении объекта на фоне внешней среды или вращения, что позволяет продемонстрировать полноту проработки дизайна мобильной машины.

В дипломном проекте выпускник формирует главный или сводный плакат (рендер) дизайнерского представления как самого объекта, так и графической отработки всех аспектов и нюансов выполненной дипломной темы. Типовой набор таких элементов – составных частей главного плаката включает следующие смысловые графические зоны: морфологическое исследование аналогов; выбор общей компоновки и концепции стиля; историю эскизирования; 3D-симуляцию; взрыв-схему агрегатирования обвеса на шасси; эргономическую проработку объекта; колористические решения и карту выбора цвета в зависимости от внешней среды эксплуатации машины; технологию сборки или установки элементов обвеса или интерьера. Кроме того, в продолжение главного плаката вывешиваются листы КД формата А1, выполненной по требованиям ЕСКД, в составе графических документов основного комплекта КД на мобильную машину. В целом главный плакат с листами графических КД могут иметь линейное размещение перечисленных материалов в пределах размеров  $3,2 \times 1,2$  м или  $1,6 \times 2,5$  м, так как упомянутой Инструкцией норма площади графической части дипломного проекта рекомендована в пределах  $3,2$  м<sup>2</sup>.

Примеры рендеров, соответствующих перечисленному набору опций, приведены на рис. 3.1–3.5.



Рис. 3.1. Пример плаката. Дизайн-проект экстерьера универсального спецавтомобиля



Рис. 3.2. Пример плаката. Дизайн-проект экстерьера трехосного туристического автобуса

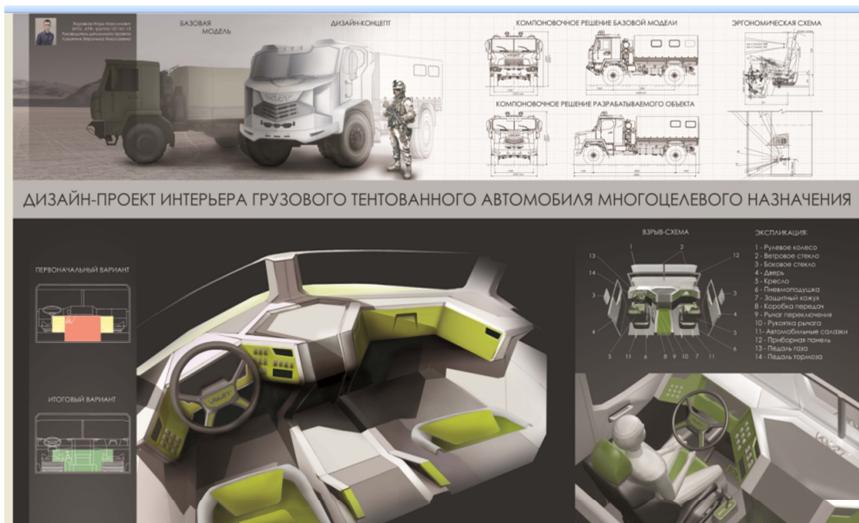


Рис. 3.3. Пример плаката. Дизайн-проект интерьера грузового тентованного автомобиля многоцелевого назначения



Рис. 3.4. Пример плаката. Садовый трактор



Рис. 3.5. Пример плаката. Дизайн проект экстерьера грузового бортового автомобиля

Выполненные студентами-дипломниками дизайнерские разработки по выполняемым темам оцениваются ведущими специалистами – дизайнерами отечественных машиностроительных предприятий по выпуску мобильных машин, для чего таких специалистов чаще всего и назначают рецензентами дипломных проектов.

## 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Студент выполняет дипломный проект самостоятельно под контролем руководителя и с консультативной помощью консультантов по разделам дипломного проекта (ДП) – квалифицированных специалистов в отдельных вопросах проектирования.

*Ответственность* за принятые в дипломном проекте решения, качество выполнения, а также за своевременное выполнение проекта *несет* исполнитель – *студент-дипломник*.

Дипломный проект выполняется студентом в течение времени, отведенного рабочим учебным планом специальности на *преддипломную практику и дипломное проектирование*.

Задание на дипломный проект студент-дипломник получает до начала преддипломной практики (см. прил. А, Б, В, Г). На преддипломную практику студент также получает задание, в котором конкретизируются, среди прочего, задачи по сбору материалов по теме дипломного проекта и по освоению необходимых расчетных методик обоснования структуры и параметров ММ.

### 4.1. График работы над дипломным проектом

В соответствии с учебным планом специальности принят следующий график дипломного проектирования (см. табл. 4.1).

Таблица 4.1

График работы над дипломным проектом

Номер этапа	Наименование работ	Сроки исполнения
1	Формирование тематики дипломных проектов. Составление «Задания по дипломному проектированию» (см. прил. А, Б)	Октябрь–декабрь (работа ППС)
2	Подача студентами заявлений на закрепление тем дипломных проектов (см. прил. А)	До 9 января
3	Собрание по выдаче заданий по дипломному проектированию, подготовка приказа на закрепление тем	9–25 января
4	Каникулы	26 января – 8 февраля

Номер этапа	Наименование работ	Сроки исполнения
5	Собрание по преддипломной практике. Выдача «Задания на преддипломную практику»	До 9 февраля
6	Преддипломная практика. Разработка технического задания на разработку изделия по СТБ 972-2000 и разработка технического устройства по теме дипломного проектирования (сбор материалов, анализ существующих технических решений и конструкций, проведение предпроектных исследований и обоснование использования того или иного технического решения в дипломном проекте)	9 февраля – 8 марта
7	Зачет по преддипломной практике. Первый контроль-процентовка выполненной работы по ДП	9 марта
8	Подготовка и проведение госэкзамена по специальности	10 марта – 22 марта
9	Дипломное проектирование по графику задания по дипломному проектированию (см. прил. Б) Второй контроль-процентовка выполненной работы по ДП	14 апреля
10	Дипломное проектирование по графику задания по дипломному проектированию (см. прил. Б) Третий контроль-процентовка выполненной работы по ДП	17 мая
11	Представление готовых дипломных проектов, прошедших нормоконтроль, на кафедре рабочей комиссии – допуск к защите. Направление дипломного проекта на рецензию во внешнюю организацию	8–15 июня
12	Защита дипломных проектов	18–26 июня

Контроль хода дипломного проекта выполняется комиссиями, назначаемыми заведующим кафедрой из числа преподавателей кафедры в составе 2–4 человек по направлению специальности. Результаты контроля рассматриваются на заседаниях кафедры. Решением кафедры дипломники допускаются к защите. Студенты, не прошедшие установленные контроли хода дипломного проектирования, не имеющие документально подтвержденных уважительных причин и не представившие диплом к защите в сроки в соответствии с учебным планом обучения, отчисляются из университета. Они имеют право повторной защиты в течение последующих 3-х лет согласно

упомянутой Инструкции (Инструкция о порядке организации, проведения дипломного проектирования и требования к дипломным проектам (дипломным работам), их содержанию и оформлению, обязанности руководителя, консультанта, рецензента дипломного проекта (дипломной работы). Утверждена приказом БНТУ от 27.01.2014 г. № 105 (с изменениями от 09.03.2015 № 395).

#### **4.2. Контроль выполнения графика работ по дипломному проекту**

Текущий контроль выполнения графика работ над дипломным проектом осуществляется при приеме зачета по преддипломной практике, в процессе трех контролей-оценок и допуска к защите дипломного проекта рабочими комиссиями по специальности. Рабочие комиссии создаются из числа преподавателей кафедры на весь период дипломного проектирования.

*В случае неудовлетворительного результата* проверки на любом этапе работы студент-дипломник, не справившийся с этапом работы, заслушивается на ближайшем заседании кафедры, и кафедра принимает решение о возможности продолжения работы над дипломным проектом или об отчислении студента-дипломника из университета как не выполнившего график работы над дипломным проектом.

Перечень материалов, представляемых на зачете по преддипломной практике и первом контроле студентами направления специальности «Дизайн гусеничных и колесных машин» и студентами специальности 1-61 01 01 «Промышленный дизайн» (по направлениям), направление 1-61 01 01-01 «Промышленный дизайн (транспортных средств)», приведен в таблицах приложений.

Перечень представляемых студентами-дипломниками материалов на даты второго и третьего контроля определен календарным графиком работы в задании по дипломному проектированию (см. в приложениях).

Задание по дипломному проектированию студент-дипломник получает на основании личного заявления о закреплении темы перед началом преддипломной практики одновременно с заданием на практику.

Тематика дипломных проектов должна быть актуальной, конкретной, соответствовать требованиям упомянутой Инструкции, профи-

лю подготовки по указанным специальностям, основным направлениям и сферам будущей деятельности дипломников. Темы разрабатываются выпускающей кафедрой «Тракторы», как правило, на основании предложений производителей мобильных машин, их перечень ежегодно обновляется. Одинаковые темы у нескольких дипломников не допускаются и не должны повторяться в течение трех лет. Руководителей дипломных проектов назначает выпускающая кафедра.

На последний контроль предоставляются выполненные несброшюрованные материалы всего дипломного проекта (расчетно-пояснительная записка, графическая КД, плакаты и рендер).

## 5. СТРУКТУРА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Названия структурных элементов № 8–17 должны отражать суть излагаемого в этих разделах материала и не повторять приведенные выше в пп. 1–7 наименования пунктов (см. прил. А).

Оформление материалов дипломного проекта, в том числе и расчетно-пояснительной записки, должно соответствовать упомянутой ранее Инструкции, а также не противоречить стандарту ГОСТ 7.32-2017. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

Общие требования к расчетно-пояснительной записке дипломного проекта включают:

- глубину исследования проблемы;
- полноту освещения основных вопросов;
- конкретность изложения результатов анализа;
- четкость построения текста;
- логическую последовательность в изложении материала;
- грамотность оформления.

Компьютерные результаты, презентация и программные приложения, разработанные в соответствии с заданием на дипломное проектирование, должны прилагаться к расчетно-пояснительной записке дипломного проекта на компакт-диске (CD) или на флэш-карте.

Требования к содержанию разрабатываемой в дипломном проекте иной документации изложены в разделах 1 и 2.

### 5.1. Обозначения материалов дипломного проекта в их основных надписях

Примеры обозначений КД, выполненных в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД в дипломном проекте, приведены далее.

**Спецификация:** *на изделие в целом:*

*ДП-10109114/07-2022-03/07.00.000.*

Обозначения в данной записи означают: ДП – дипломный проект; 10109114 – номер группы; /07 – номер по зачетке; 2022 – год защиты диплома; 03 – номер чертежа по порядку из Задания по дипломному проектированию (см. раздел 2) и он же из Ведомости объема диплома (для сдачи в архив); /07 – тот же номер из зачетки – это же номер разрабатываемого изделия; 00 – знакоместа для номера

сборочной единицы (01...99), входящей в разрабатываемое в дипломном проекте изделие: 000 – знакоместа (001...999) для подборок (сборочных единиц в составе более крупной сборочной единицы) и деталей, входящих в состав сборочной единицы или изделия в целом.

При этом в спецификации для подборки в составе сборочной единицы всего изделия после второй точки указывают номер выноски подборки, который указан на сборочном чертеже упомянутой сборочной единицы, используя первые два знакоместа, а последняя цифра всегда 0, например:

Спецификация на сборочную единицу под номером 3 в изделии:  
*ДП-10109114/07-2022-04/07.03.000.*

Спецификация на подборку под номером 52 в составе 3-й сборочной единицы в изделии:

*ДП-10109114/07-2022-05/07.03.520.*

Сборочный чертеж или чертеж общего вида:

*ДП-10109114/207-2021-01/07.00.000СБ;*

*ДП-10109114/07-2022-01/07.00.000ВО.*

Сборочный чертеж на сборку в составе всего изделия:

*ДП-10109114/07-2022-04/07.03.000СБ;*

на подборку в составе сборочной единицы, обозначенной выше:

*ДП-10109114/07-2022-05/07.03.520СБ.*

Чертеж детали:

*ДП-10109114/07-2022-07/07.03.018.*

КД принципиальных схем:

*ДП-10109114/07-2022-02/07.00.000КЗ(ГЗ,ЭЗ,СЗ).*

Графики результатов расчетов (тяговая, тягово-динамическая и др. теоретические характеристики процессов объекта проектирования):

*ДП-10109114/07-2022-03/07.00.000РР.*

Плакаты содержат основную надпись, наклеенную на обратной стороне плаката в левом нижнем углу. Размеры рамки основной надписи – такие же, как и на чертежах, а обозначение имеет вид, приведенный в качестве примера далее:

*ДП-10109114/07-2022-03/07.00.000ПЛ.*

## **6. ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА И КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРЕЗЕНТАЦИИ К ЗАЩИТЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Защита на Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК) студентами своего дипломного проекта происходит в форме доклада с одновременной демонстрацией ГЭК результатов работы на плакатах, листах КД и с обязательным использованием средств 3D-рендеринга, компьютерной симуляции, встроенных в компьютерную презентацию. Этим финишным аспектам представления творческих результатов дипломного процесса необходимо уделить серьезное внимание.

Подготовка изложения доклада проводится заблаговременно, до контрольной презентации дипломной работы кафедральной рабочей комиссии.

Структура доклада включает последовательность абзацев-частей: Ф.И.О. дипломника; название темы; актуальность темы для народного хозяйства; цели и задачи проекта и другие части, которые соответствуют разделам Задания на дипломный проект (см. прил. Б).

Необходимо кратко осветить все разделы доклада, указав методику решения поставленных задач и промежуточные выводы, сопровождая изложение показом на конкретные материалы на плакатах и листах КД, либо на слайды презентации и компьютерную симуляцию.

Весь доклад желательно изложить за 7–8 минут, причем в заключении необходимо четко сформулировать выводы по работе и степень достижения общей цели.

Доклад обязательно должен освещать всю выполненную работу, новизну предлагаемых решений и целесообразность реализации в производстве.

Презентация в дипломном проекте должна давать комиссии ясное представление об авторских результатах работы по следующим аспектам: визуально-образное решение; художественно-композиционное решение; технико-конструкторское решение; эргономическое решение.

Общие требования к презентации включают: оригинальность презентационной идеи; четкость и ясность презентации; конкретность визуально-графических и объемно-пластических средств; полноту представления основных конструкторских, технологических и эргономических характеристик проекта; грамотность оформления.

Примеры вариантов основных слайдов презентации и 3D-рендеринга дипломных проектов приведены на рисунках в разделе 3.2. Примеры заводской отработки в дизайн-проекте отдельных элементов экстерьера кабины и моторного отсека со светотехникой колесного трактора из источника [9], фрагмента интерьера салона отечественного троллейбуса и рабочего места водителя электробуса приведены далее на рис. 6.1–6.4.



Рис. 6.1. Кабина для тракторов «Беларус» мощностью 90–350 л. с.



Рис. 6.2. Варианты эскизной проработки облицовки моторного отсека и светотехники колесного трактора МТЗ



Рис. 6.3. Вариант дизайн-решения установки сидений над колесной аркой троллейбуса



Рис. 6.4. Вариант дизайн-решения рабочего места водителя отечественного электробуса

В заключение необходимо кратко сформулировать основные выводы по результатам выполнения дипломного проекта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкции о дипломном проектировании № 105 БНТУ, утвержденной приказом БНТУ от 27.01.2014 г. № 105 (с изменениями от 09.03.2015 № 395) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://rep.bntu.by/bitstream/data/30286/1/Instrukciya\\_o\\_poryadke\\_organizacii\\_provedeniya\\_diplomnogo\\_proektirovaniya\\_i\\_trebovaniya\\_k\\_diplomnym\\_proektam.pdf](https://rep.bntu.by/bitstream/data/30286/1/Instrukciya_o_poryadke_organizacii_provedeniya_diplomnogo_proektirovaniya_i_trebovaniya_k_diplomnym_proektam.pdf).

2. Мелехов, И. Управляя цифровым дизайном на BMW Designet [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.designet.ru/context/analysis/?id=41334/>.

3. Методы оценки потребительских свойств колесных тракторов семейства «БЕЛАРУС» Н. И. Зезетко, гл. конструктор тракторного производства (ОАО «Минский тракторный завод») [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ap.bsatu.by/images/files/2014/AgroP-2014-04-int.pdf>.

4. Многоцелевые колесные и гусеничные машины. Эргономика и дизайн: учебное пособие / В. В. Гуськов [и др.]; под общ. ред. В. П. Бойкова. – Минск : Новое знание; Москва : Инфра-М, 2019. – 350 с.

5. Обоснование и расчет эффективности и цены проектируемых многоцелевых колесных и гусеничных машин : в 2 ч. Ч. 1. Тракторы: методические указания по дисциплине «Конструирование и расчет трактора» для студентов специальности 1-37 01 03 «Тракторостроение» / сост. : С. Н. Антончик [и др.]; под ред. В. П. Бойкова. – Минск : БНТУ, 2013. – 37 с.

6. Автомобили и тракторы. Основы эргономики и дизайна : учебник для студентов вузов / И. С. Степанов [и др.] ; под общ. ред. В. М. Шарипова. – МГТУ «МАМИ», 2002. – 230 с.

7. Технический регламент Таможенного Союза. ТР ТС 018/2011. О безопасности колесных транспортных средств. Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 877.

8. Сетевое планирование в проектировании машин [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://upr-proektom.ru/setevoe-planirovanie>.

9. Гуськов, В. В. Основы эргономики и дизайна многоцелевых колесных и гусеничных машин: методическое пособие по дисциплинам «Теория трактора» и «Теория систем “местность–машина”»

для студентов специальностей 1-37 01 03 «Тракторостроение» и 1-37 01 04 «Многоцелевые гусеничные колесные машины» авто-тракторного и военно-технического факультетов : в 2 ч. / В. В. Гуськов, Д. В. Клютко, Л. В. Кухаренок. – Минск : БНТУ, 2011. – Ч. 1: Тракторы. – 60 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**Кафедра «Тракторы»**

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
д.т.н. профессор  
\_\_\_\_\_ В.П. Бойков  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Специальность 1-61 01 01 «Промышленный дизайн» (по направлениям),  
направление 1-61 01 01-01 «Промышленный дизайн (транспортных средств)»

Обучающемуся (студенту) \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема дипломного проекта \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Утверждена приказом руководителя учреждения высшего образования  
от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

2. Исходные данные к дипломному проекту (работе) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Перечень подлежащих разработке вопросов или краткое содержание расчетно-  
пояснительной записки

3.1. Введение	3-4 стр.
3.2. Сравнительный анализ патентных и информационных материалов, аналоговых рядов, морфологический, структурный анализ, выбор рациональных проектных концепций и решений по разработкам дизайн-исследования.	20-22 стр.
3.3. Расчеты и выбор параметров общей компоновки изделия, конструктивная увязка структурных частей машины и несущей системы, экономическое обоснование принятого дизайн-решения, карта ТУиК.	16-18 стр.
3.4. Теоретические характеристики рабочих процессов изделия.	7-8 стр.
3.5. Описание разработанного нового дизайн-решения (с оформлением формы В.1 - Патентная документация по СТБ1180-99).	8-10 стр.
3.6. Технологическая часть. Описание характеристик предлагаемых материалов, технологий и процессов реализации дизайн-решений.	12-14 стр.
3.7. Охрана труда (на основе правил эксплуатации, требований руководящих документов, эргономики, антропометрии).	12-14 стр.
3.8. Социальная и знаковая функции объекта проектирования. Концепция подачи графического материала проекта (Общее композиционное решение аудио- и видеоматериала, виртуальная 3D модель объекта разработки, структура презентации дипломного проекта)	16-18 стр.
3.9. Заключение.	2-3 стр.

## Окончание прил. А

4. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и графиков)

4.1. Общая компоновка изделия согласно ЕСКД (чертеж общего вида).	1 лист ф. А1
4.2. Тяговая или тягово-динамическая характеристика машины.	0,5 л. ф. А1
4.3. Принципиальные схемы (2 из числа: кинематическая, гидравлическая, электрическая, пневматическая, комбинированная) объекта проектирования.	0,5 л. ф. А1
4.4. Общая композиция художественно-графического ряда проектной презентации в форме эскизов.	6 листов формата от А4 до А1
4.5. Результаты окончательной цифровой обработки графического материала (заглавный плакат в цвете: проекции общего вида объекта, основные формообразующие элементы пластического решения, объект в среде).	с основными надписями, по согласованию с руководителем на п.п. 4.3-4.7
4.6. Эскизы и наброски эргономической проработки объекта (планировка интерьера, панели приборов, органов управления, размещения людей, внешнего обвеса и т.п., с учетом темы проекта).	
4.7. Схема агрегатирования и/или взрыв-схема составных частей, вспомогательные изображения, разрезы узла с пояснительными текстами.	

5. Консультанты по дипломному проекту с указанием относящихся к ним разделов:

5.1 по конструкторской части – _____
5.2 по художественной части _____
5.3 по технологической части – _____
5.4 по разделу охрана труда – _____
5.5 по экономической части – _____
5.6 нормоконтроль – _____

6. Примерный календарный график выполнения дипломного проекта (работы):

Наименование этапов выполнения дипломного проекта, содержание расчетно-пояснительной записки, графического материала	Объем работы, %	Сроки (дата) выполнения этапа	Примечания (в т. ч. отметка руководителя (консультанта) о выполнении)
6.1. Пп. 3.1, 3.2 пояснительной записки	20	30.03.202 г.	
6.2. Пп. 3.3 и 3.4 пояснительной записки, чертеж общего вида машины, схемы – пп. 4.1-4.2	50	13.04.202 г.	
6.3. Пп. 3.5 и 3.6 пояснительной записки, пп. 4.3	75	11.05.202 г.	
6.4. Пп. 3.7, 3.8 и 3.9 пояснительной записки, пп. 4.4-4.5	90	25.05.202 г.	
6.5. Пп. 4.6-4.7. Представление всего проекта руководителю	98	01.06.202 г.	
6.6. Презентация дипломного проекта	99	07.06.202	
6.7. Представление всего проекта на бумажном носителе и на компакт-диске заведующему кафедрой	100	09.06.20 г.	

7. Дата выдачи задания: «\_\_» \_\_\_\_\_ 202 г.

8. Срок сдачи законченного дипломного проекта (работы) 12 июня 202 г.

Руководитель \_\_\_\_\_  
подпись \_\_\_\_\_ инициалы, фамилия \_\_\_\_\_

Подпись обучающегося \_\_\_\_\_  
подпись \_\_\_\_\_ инициалы, фамилия \_\_\_\_\_

Дата «\_\_» \_\_\_\_\_ 202 г.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АВТОТРАКТОРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА «ТРАКТОРЫ»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ В.П. Бойков  
д.т.н. профессор  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

### РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

#### Концепция дизайна рабочего места водителя грузового электромобиля»

Специальность 1-61 01 01 «Промышленный дизайн» (по направлениям),  
направление 1-61 01 01-01 «Промышленный дизайн (транспортных средств)»

Обучающийся  
группы 1011612\_

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Руководитель

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Консультанты  
по конструкторской части

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

по художественной части

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

по технологической части

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

по охране труда

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Ответственный за нормоконтроль

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Объем проекта:  
расчетно-пояснительная записка – \_\_\_\_\_ страниц;  
графическая часть – \_\_\_\_\_ листов;  
магнитные (цифровые) носители – \_\_\_\_\_ единиц.

Минск 202\_\_



## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### РЕФЕРАТ

по дипломному проекту на тему  
*«Название темы», дипломник студент гр.*

Дипломный проект: xxx с., xx рис., xx табл., xx источников,  
xx прил.  
*(КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА – не более трех строк)*

Темой представленного дипломного проекта является ... дизайн экстерьера мобильной наземной машины...

Цель проекта заключается в разработке....

В процессе проектирования выполнены следующие исследования: произведен обзор и исследования существующих конструкций и дизайн-решений ..., произведен анализ недостатков и преимуществ ... . Выполнена разработка дизайна экстерьера ..., принципиальных схем трансмиссии и гидравлической системы, произведен расчет рациональных параметров общей компоновки ... и теоретических характеристик рабочего процесса машины, рассмотрено использование машины в производственных условиях, предложен технологический процесс по ..., рассмотрены мероприятия по технике безопасности и охране труда. В дипломном проекте выполнена оценка экономического аспекта применения разрабатываемой машины в производстве, а также определены ... .

Областью практического применения являются предприятия, нуждающиеся в ... .

Студент-дипломник подтверждает, что приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал и результаты дизайнерских решений объективно отражают состояние разрабатываемого объекта, все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	8
1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАТЕНТНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, АНАЛОГОВЫХ РЯДОВ, МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ, СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ, ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЕКТНЫХ КОНЦЕПЦИЙ И РЕШЕНИЙ ПО РАЗРАБОТКАМ ДИЗАЙН-ИССЛЕДОВАНИЯ .....	11
1.1 Сравнительный анализ патентных и информационных материалов .....	11
1.2 Аналоговый ряд .....	17
1.3 Морфологический и структурный анализ. Выбор рациональных проектных концепций и решений по разработке дизайн-исследования .....	25
2 РАСЧЕТЫ И ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ОБЩЕЙ КОМПОНОВКИ ИЗДЕЛИЯ, КОНСТРУКТИВНАЯ УВЯЗКА СТРУКТУРНЫХ ЧАСТЕЙ МАШИНЫ И НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТОГО ДИЗАЙН-РЕШЕНИЯ, КАРТА ТУИК .....	28
2.1 Выбор параметров общей компоновки изделия .....	28
2.2 Тягово-динамическая характеристика .....	47
2.2.1 Расчет потребной мощности электродвигателя электрогрузовика .....	47
2.2.2 Построение естественных механической и электромеханической характеристик ТЭД .....	48
2.3 Искусственные характеристики электродвигателя .....	52
2.4 Построение динамической характеристики электрогрузовика .....	54
2.5 Определение разгонных свойств электрогрузовика и величины преодолеваемого подъёма .....	56
2.5.1 Ускорение при разгоне .....	56
...	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	118
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	120

						<i>ДП-10116117/10-2022-ПЗ/10.00.000 ПЗ</i>		
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Концепция дизайна рабочего места водителя грузового электромотоцикла. Расчетно-пояснительная записка</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Кузьмина</i>				<i>У</i>		
<i>Руковод.</i>		<i>Таяновский</i>				<i>1 – 37 05 01</i>		
<i>Консульт.</i>		<i>Таяновский</i>				<i>БНТУ, г.Минск</i>		
<i>Н. контр.</i>		<i>Таяновский</i>						
<i>Зав. каф.</i>		<i>Бойков</i>						

Учебное издание

**БОЙКОВ** Владимир Петрович  
**ТАЯНОВСКИЙ** Георгий Александрович  
**ГОНЧАРОВА** Екатерина Анатольевна

**ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН  
(ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ)**

Учебно-методическое пособие  
для студентов специальности 1-61 01 01  
«Промышленный дизайн» (по направлениям),  
направление 1-61 01 01-01 «Промышленный дизайн  
(транспортных средств)»

Редактор *А. В. Кочемарова*  
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 29.03.2023. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 3,66. Уч.-изд. л. 3,56. Тираж 100. Заказ 17.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.