

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

специальность 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

специализация : «Технические средства агропромышленного комплекса»

Факультет «Агропромышленный»

Кафедра Проектирование и технический сервис транспортно-технологических систем «ПиТС ТТС»

**Методические указания для студентов-заочников**

**по выполнению курсового проекта № 1**

**по дисциплине**

**Машины для уборки зерновых и кормовых культур**

**Подготовил доцент кафедры ПиТС ТТС Смехунов Е.А.**

**Ростов – на – Дону**

**2018**

**Общие положения**.

Курсовой проект по МУЗ и КК студентами – заочниками выполняется в 9 семестре.

Задание на курсовой проект выдается на установочной сессии.

Курсовой проект по МУЗ и КК выполняется по заданию назначенного кафедрой персонального руководителя проекта. В обоснованных случаях по инициативе преподавателя или студента руководитель может быть заменен.

Тема курсового проекта не привязана непосредственно к дисциплине МУЗ и КК, а может быть по почвообрабатывающим, посевным и т.д. машинам.

Объем курсового проекта: текстовая часть 50-60 печатных листов формата А4, шрифт Times New Roman, 14 размера, межстрочный интервал 1,5; графическая часть 4 -5 листов чертежей формата А1, выполненных в одной из графических систем. Кроме руководителя проект подписывается нормоконтролером, который проверяет соблюдение ГОСТов в текстовой и графической локументации. Требования ГОСТов по оформлению изложено в Приказе по ДГТУ № 227 от 30.12.15. Введение документа «Правила оформления и требования к содержанию курсовых проектов…», и их необходимо неукоснительно соблюдать.

**Содержание курсового проекта**

Проект состоит из пояснительной записки и графической части проекта.

Кафедрой разработано методическое пособие по выполнению

курсового и дипломного проектирования [1], где подробно, с примерами и справочными данными разъясняется выполнение всех частей проекта.

Поэтому изложим кратко содержание проекта, которое, как правило, включает следующие разделы и части.

Аннотация

Введение

1. Техническое задание

1.1 Наименование и область применения

1.2. Цель и назначение разработки

1.3 Основания для разработки

1.4 Технические требования

1.4.1 Состав продукции и требования к конструкторскому устройству

1.4.2 Показатели назначения

1.4.3 Требования к качеству выполнения технологического процесса

1.4.4 Требования к надежности:

1.4.5 Требования к технологичности и метрологическому обеспечению разработки и эксплуатации

1.5 Требования к уровню унификации и стандартизации:

1.6 Требования безопасности и влияния на окружающую среду

1.7 Эстетические и эргономические требования:

1.8 Требования к составным частям продукции, исходным данным и эксплуатационным материалам

1.9. Требования к патентной чистоте

1.10 Требования к маркировке и упаковке

1.11 Требования к транспортированию и хранению

1.12 Экономические требования

2. Исходные данные для проектирования

2.1 Сведения о зонах применения

2.2 Технологические свойства обрабатываемых материалов

2.3 Анализ машин-аналогов

2.3.1 Анализ существующих конструкций по литературным источникам

2.3.2 Анализ патентных материалов

2.3.3 Сравнение конструкций по удельным и комбинированным показателям

2.3.4 Сведения о технологических процессах, в которых задействована проектируемая машина.

2.3.4 Выводы и предложения по новым конструктивным решениям

3 Схемное обоснование проекта

3.1 Обоснование функциональной схемы

3.1.1 Формирование и анализ полезных идей при создании рациональной функциональной схемы (синтез структуры)

3.1.2 Обоснование параметров рабочих органов (параметрический синтез), например

3.1.2.1 Расчёт функциональных параметров режущего аппарата жатки

3.1.3 Расчёт функциональных параметров мотовила

3.4 Расчёт функциональных параметров шнека

3.2 Обоснование кинематической схемы

3.2.1 Анализ и выбор типов передач

3.2.2 Расчет линейных, окружных и угловых скоростей (траекторий, ускорений)

3.2.3 Расчет передаточных чисел (отношений), кинематических параметров передач (диаметров шкивов, чисел зубьев звездочек, шестерен), выбор шагов цепей, модулей зубчатых передач и т.д.

3.2.4 Рационализация кинематической схемы. (Расчёт крутящих моментов мощности на валах ).

3.2.5 Расчет длин рычагов, хода поршней, углов поворота плоских механизмов ( если таковые имеются)

3.3. Обоснование принципиальной схемы

3.3.1 Расчет производительности

3.3.2 Обоснование массы машины

3.3.3 Проверка (обеспечение) устойчивости машины, агрегата.

3.3.4 Обеспечение агрегатируемости агрегата (расчет баланса мощности, подбор мощности привода)

4. Разработка рабочей конструкторской документации

4.1 Обоснование конструкций сборочных единиц и деталей

4.1.1 Обоснование выбора материалов (заготовок)

4.1.2 Расчет на прочность (надежность), например, вала

4.1.3 Проверка на прочность (надежность), например, ремня подшипника.

4.2 Назначение на проектируемых деталях допусков, шероховатостей,

геометрических отклонений

4.3 Формулирование (выбор) технических требований

4.4 Организация работ с применением проектируемой машины

Выводы

Список использованных информационных источников

Приведенное содержание может быть изменено, допускается добавлять или исключать разделы, но без ущерба количеству и качеству анализа, расчетов и обоснований, например, сокращение разделов части 3 компенсировать добавлением исследовательской части.

Полное техническое задание - это основательный документ на 30-40 и более страниц. В проекте его можно сократить до 6-8 листов, исключая подразделы, которые не изменились в сравнении с прототипом в результате проведенной разработки (модернизации) или не относятся к показателя назначения и проектируемым сборочным единицам. Например, исключить «Требования к маркировке и упаковке», «Требования к транспортированию и хранению».и др. Такой сокращенный документ предусмотрен стандартом и носит название «Дополнение к техническому заданию»

**Краткие указания по выполнению разделов содержания**

Методические указания ни коей мере не исключает работу нал проектом с использованием методического пособия [1].

В данных указаниях лишь дается некоторое расширение ряда заголовков для их правильного выполнения.

Введение. Во введении раскрывается актуальность разработки (необходимость и своевременность), новизна и цель, объем 1 – 3 листа.

* 1. Техническое задание (Т.З.). Т.З. лучше брать с прототипа на практике, внося изменения согласно проводимой разработке и не включая пункты, в которых не произошли изменения. Разделы, связанные с предстоявшим дипломным проектированием: «1.6 Требования безопасности и влияния на окружающую среду», «1.12 Экономические требования» не исключать, а в дальнейшем согласовать с расчетами.
  2. Исходные данные для проектирования

Сведения о зонах применени

Территория СНГ подразделена на 20 климатических Зон. Каждая зона отличается характеристиками климата, полей, почвенными условиями.

Эти характеристики обуславливают выбор производительности и ширины захвата машины или орудия, тип агрегатирования, агросрок, оборудование кабины и др.

Однако эти характеристики очень обобщены [1]. и ряд данных требует уточнения. Например, приводятся годовые сроки начала и конца полевых работ, а надо знать сроки выполнения конкретного процесса или операции.

Например, сроки уборки озимой пшеницы в 6-ой Зоне с 25.06 по 5.07. Это надо указывать, так как комбайн может использоваться при уборке более 20 культур и при уборке разных культур сроки не должны перекрываться.

В характеристике Зон дается годовое количество осадков. Привести же надо только вероятность потерь рабочих дней из-за климатических условий по Климатическому справочнику. Тогда можно скорректировать потребность хозяйств в машинах с учетом их возможной выработки за агросрок. Для почвообрабатывающих машин важно удельное сопротивление почвы, ботанический состав сорняков и т. д. Типаж почв конструктору неважен, как и количество испаряемой влаги. Характеристики Зон должны представляться в компактных таблицах. Число характеризуемых Зон также требует обоснования. Это могут быть типовые зоны, где машина будет применяться более успешно. Возможна характеристика Зон с крайними показателями, для машины универсального применения. Зона может быть худшей для машины, и если она работоспособна в этих условиях, то работоспособна везде.

Технологические свойства обрабатываемых материалов Исследователи, занимаясь определенным рабочим органом или машиной, вынуждены изучать свойства среды, в которых они работают. Поэтому сведения по технологическим свойствам обрабатываемых материалов часто разбросаны по многим источникам, а иногда отсутствуют. В последнем случае исследование свийств проводит сам студент под руководством преподавателя-консультанта.

Анализ машин-аналогов. В результате выполнения этого раздела определяется самые перспективные известные решения, анализируются их недостатки и намечаются возможные пути их устранения.

Не допускается простое описание помещенных иллюстраций аналогов проектируемой машины скаченное из Интернета или рекламных буклетов. После краткой информации о машинах их сравнительные характеристики помещаются в таблицы или представляются графиками. Предпочтительны для сравнения удельные показатели, например, например пропускная способность отнесенная к массе или мощности машины. Кроме агротехнических и технических характеристик, сравниваемыми показателями могут быть число выполняемых операций, рабочих органов, количество обрабатываемых культур и др., что позволяет определить более выгодную конструкцию и наметить пути ее совершенствования. За счет компактного преставления объем раздела не должен превышать 10 листов. Анализ существующих конструкций по литературным источникам

и анализ патентных материалов проводится на основании численных или графических материалов, представленных также в виде таблиц.

По возможности следует использовать протоколы испытаний МИС и научно-исследовательские отчеты по предмету проектирования. Как правили в них находится более достоверная информация

Сведения о технологических процессах, в которых задействована проектируемая машина. Изменения технологического процесса могут в корне поменять параметры и даже конструкцию рабочего органа. Так, уборка зерновых очесом из-за малой прослойки соломистых частиц требует другой конструкции молотильного аппарата и режимов обмолота для уменьшения повреждения зерна.

Анализ и выбор технологий в которой задействована машина или рабочий орган обязателен, так как влияет на решение о выборе прототипа проектируемого объекта, указывает на недостатки и может подсказать путь изменения конструкции.

Выводы и предложения по новым конструктивным решениям. Выводы и предложения показаны примером: «На основании анализа машин-аналогов следует, что по точности сортирования (86%) она превосходит другие типы картофелесортировок (таблица №…) », но больше повреждает клубни (4,5 %). Конструкция роликов по патенту (номер и класс патента, таблица №…) принципиально обеспечивает наибольшее снижение повреждений. Поэтому роликовый вал взят за прототип разработки»

5.3 Схемное обоснование проекта

Обоснование функциональной схемы

Формирование и анализ полезных идей при создании рациональной функциональной схемы (синтез структуры). Раздел выполнять по пособию [1]

Обоснование параметров рабочих органов (параметрический синтез). В разделе следует обосновать как минимум один рабочий орган, чертеж которого надо представить в графической части проекта. Это должен быть рабочий орган, участвующий в технологическом процессе (не несущий типа рымы и не вспомогательный типа механизм регулировки глубины хода).

Сначала выписываются все параметры, которые характеризуют этот элемент, затем поочерёдно они определяются. Обоснование может быть трех типов. Расчет параметра по формуле, приводимой в учебной или научной литературе; ссылка на авторитет – когда величина параметра рекомендуется справочником, дается в научной литературе, диссертации на основе экспериментов, испытаний, многолетнего опыта; при отсутствии двух первых типов источников, студент на основе знаний теоретического материала сам выводит аналитическое выражение для расчета и рассчитывает параметр, либо на основе логических, связанных умозаключений и изученных данных приходит к обоснованию величины параметра. На основании расчетов и обоснований технологических параметров строится функциональная схема

Функциональная схема машины или её части строится на чертеже формата А1 без масштаба, но с соблюдением примерных пропорций между элементами, в 2-х видах. Изображение передач, валов, опор, гидравлики, муфт, двигателей и др. выполняется по правилам выполнения кинематической схемы (**ГОСТ** 2.770-68, **ГОСТ** 2.782-68 и **ГОСТ** 2.782-68). Щитки и вспомогательные элементы не показываются. Рама, колеса, стойки, кронштейны изображаются одной линией.

На функциональной схеме также отображаются все рассчитанные или определенные параметры элементов, влияющих на технологический процесс и условно материал (упрощенный вид или разные стрелки) с числовой характеристикой изменения его показателей в процессе обработки. Стандарта на изображение функциональной схемы нет. Поэтому по усмотрению на схеме можно приводить техническую характеристику, агротехнические показатели, пояснения по регулировкам и пр. Информация представленная на функциональной схеме должна быть достаточна для обоснования кинематической схемы.

Обоснование кинематической схемы

Анализ и выбор типов передач проводится если могут быть применены несколько передач. Преимущества передач надо знать из курса «Детали машин и основы конструирования», например, ременная передача скоростная (скорость от 5 до 50 м/с), позволяет передавать вращение на расстоянии между любыми валами в сельхозмашинах, легкая, бесшумная, не требует предохранения от перегрузки, но передаточное отношение неточное, направление вращения как правило, не меняет, не ремонтопригодна; карданная передача осуществляет передачу крутящего момента между валами, которые пересекаются отличаются возможностью взаимного углового (4-6°, кратковременно до 20°, двухшарнирные валы до 30° и выше) и линейного перемещения, требует балансировки и присмотра над защитными кожухами.

На основании знания свойств перелач и материалов машин-аналогов надо объяснить почему решено применить ту или иную передаче в приводе.

Расчет линейных, окружных и угловых скоростей (траекторий, ускорений) . При обосновании функциональной схемы определены при необходимости перемещения, скорости рабочих элементов. По ним как по исходным данным определяются траектории, скорости и ускорения приводных элементов (дисциплина «Теория механизмов и машин»). Так по необходимой средней скорости ножа косилки – Vср= 2,5 м/с с ходом ножа А=45 (рисунок 5.1) определяем необходимую частоту *n* вращения кривошипа.

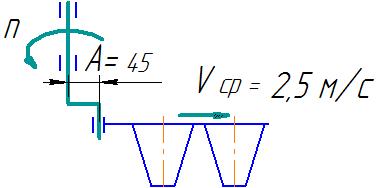


Рисунок 5.1. Схема привода ножа косилки

=530 мин-1

Расчет передаточных чисел (отношений), кинематических параметров передач (диаметров шкивов, чисел зубьев звездочек, шестерен), выбор шагов цепей, модулей зубчатых передач и т.д.

Все расчеты и обоснования проводятся по методике курсового проекта по дисциплине «Детали машин и основы конструирования».

Поскольку привод может быть сложный с большим количеством кинематических элементов, то, чтобы не было путаницы рекомендуется ввести нижеприведенные обозначения.

Для передаточного числа с вала В1 на вал В5

,

Для числа зубьев звездочки под номером 4, модуля шестерни номер 10 и шага цепи номер 2, соответственно, ZT4, mT10, SH2

Рационализация кинематической схемы.

Один и тот же привод может быть осуществлен различными способами (рисунок 5.2)

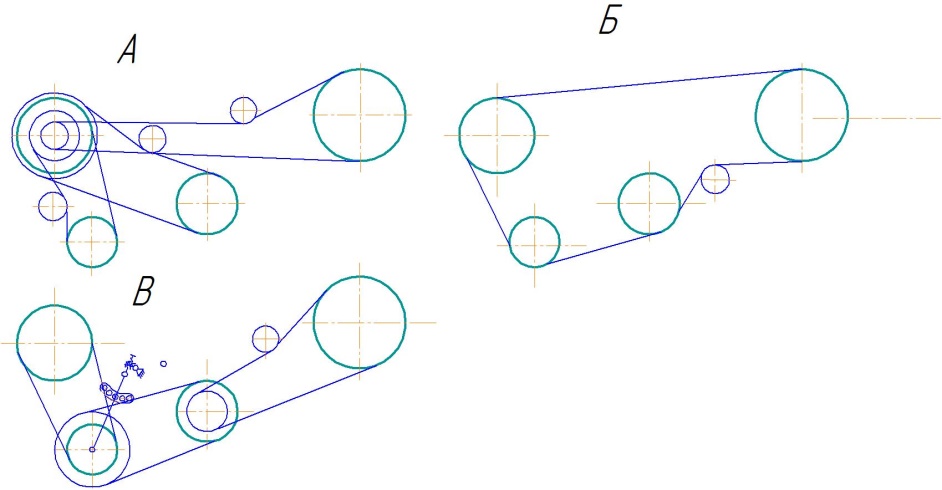


Рисунок 5.2. Три варианта привода трех валов от одного ведущего

Если нет ограничений, то привод Б самый простой и предпочтительный. Количество кинематических элементов 11 (А – 16, В – 15 элементов). Но если надо передавать большую мощность, то предпочтителен вариант А. При больших расстояниях между валами лучше вариант В. Могут быть еще комбинированные варианты привода. Нужно еще учитывать изменение передаточного числа i. При i≥10, даже с применением натяжного ролика ременная передача должна быть разбита на две передачи. Кроме того ремни могут пересекаться и, для исключения этого, передача может идти на контрприводной вал, а с него идет раздача крутящего момента на соседние валы. Поэтому схему передач и не только ременных, а всего привода надо обдумывать, сравнивать варианты для выбора лучшего, и все это описывать в разделе.

Расчёт крутящих моментов и мощности на валах. Подобные расчёты изучались в дисципринах «Сопротивление материалов» и «Теория механизмов и машин».

Если известны окружная сила Рокр, действующая на шкив, барабан, крыльчатку вентилятора и пр. (рисунок 5.3), то она приводится к моменту М и изгибающей силе Р1. следующим образом. Условно прикладываем по центру две равные но противоположно направленные силы Р и Р1, которые численно равны Рокр. По существу приложили 0 , система сил не изменилась. Но пара сил Рокр и Р преобразуются в М. С моментом М остается изгибающая сила Р1 =Рокр..

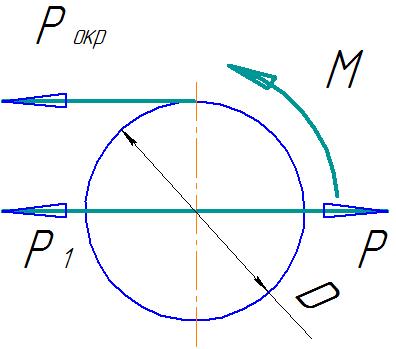


Рисунок 5.3 Преобразование окружной силы в момент

.

По окружной силе или крутящему моменту определяем мощность N на валу ,

где Vокр – окружная скорость;

ω, с-1 – угловая скорость;

n, мин-1 – частота вращения вала.

Расчет длин рычагов, хода поршней, углов поворота плоских механизмов проводятся по методике расчета четырехзвенных механизмов.

Все элементы должны быть обозначены и пронумерованы. Валы, изображаемые утолщенной линией, обозначаются буквой и цифрой – В1, В2… или В1, В2… Элементы зубчатых и фрикционных передач (шкивы, звездочнки, шестерни) обозначаются –Т1, Т2… или Т1 , Т2 …, гибкие элементы передач (цепи, ремни) - Н1, Н2… или Н1 , Н2…, кулисы, шатуны, кривошипы - К1, К2… или К1 , К2…, двигатели буквой М, общее обозначение элементов (муфт, редукторов и др.) буквой А с соответствующей нумерацией. Характеристики элементов- частота вращения или угловая скорость для валов, модуль и число зубьев для шестерен, шаг и число зубьев для звездочек проставляется непосредственно под обозначением или выносятся в таблицу. Нумерация элементов идет от источника движения к периферии.

Обоснование принципиальной схемы

Расчет производительности

Расчет проиводительности по площади W, га/ч проводится по формуле

W = 0,1BVτ,

где В,м – ширина захвата машины;

V, км/ч – скорость машины;

τ – коэффициент использования рабочего времени.

Необходимо корректно посчитать τ [1], используя исходные данные.

Производительность уборочных мобильных и всех стационарных машин q (пропускная способность) определяется в т/ч или кг/с. Так для зерноуборочного комбайна

q = 0,1W Q,

где Q, ц/га –урожайность убираемой культуры.

Расчет производительности других машин производится по материалам специальных дисциплин.

Обоснование массы машины

На стадии проектирования массу можно определить двумя способами. Если конструирование осуществляется в одной из графических систем то масса детелей определяется автоматически. Суммирование масс даст массу машины. Этот способ наиболее точен, но его можно применить только при полном конструировании всей машины. Обычно студент конструирует 1 -3 сборочные единицы с частичной разработкой деталировки. Массу машины можно определить по машинам –аналогам, у которых известна масса и хотя бы одна важная характеристика: мощность N, производительность q, ширина захвата B. По данным в Excel строится график М = f(N, q, B). Он апроксимируется одной из заложенных в программе кривых с выводом её уравнения и проверкой числового соответствия R аппроксимирующей кривой введенным данным. Пробуются несколько аппроксимирующих кривых, выбирается та, у которой R больше. Для определения массы машины в найденное уравнение подставляется аргумент, по которому строился график. Ордината, соответствующая этому аргументу и есть искомая масса М. Если в конструкцию вносятся существенная новизна и её можно признать прогрессивной, то массы может быть снижена на 5-10% от найденной.

Проверка (обеспечение) устойчивости машины, агрегата.

Рассчитываются несколько видов устойчивости на оприкидывание в поперечном и продольном наравлении: статическая, динамическая, устойчивость на сползание, потерю управдяемости. Подробно это излагается в дисциплине «Тракторы, двигатели и агрегатирование» Примеры расчетов в [1]. По заданию преподавателя в каждом проекте производится разный расчет.

Обеспечение агрегатируемости агрегата (расчет баланса мощности, подбор мощности привода Nдв ) Общее уравнение баланса мощности:

Nдв ≥ η (),

Где Ni - мощность потребляемая одним из рабочих органов машины;

νi – к.п.д. привода этого рабочего органа;

η – коэффициент запаса мощности лвигателя.

Если мощность рабочего органа не рассчитывалась (рабочий орган не входил в задание на проектирование), его мощнось находится по информационным источникам.

Разработка рабочей конструкторской документации

Обоснование конструкций сборочных единиц и деталей

В этом разделе рассматриваются сборочные единицы, заданные в проекте и их ответственные детали (одна СЕ в первом проекте, две СЕ - во втором). Еще раз анализируется конструкция на предмет возможного выравнивания и снижения нагрузок, рационального выбора комплектующих (подшипниковых узлов, муфт, крепежа и др.), соединений, сопряжений, регулировок или их отсутствие, выбор заготовок деталей.

Обоснование выбора материалов выполняется по справочникам [2-4] и др. Так в справочнике Анурьева, 1 том есть таблицы с рекомендуемыми материалами для изготовления типовых деталей машин (валов, шестерен, режущих элементов) с указанием рекомендуемой термохимической обработки. Здесь надо знать преимущества проката, литья, поковок, свариваемость сталей, влияние на свойства материала легирующих добавок.

Расчет на прочность (надежность).

Нагруженные детали и сборочные единицы рассчитываются на прочность по одной из теорий прочности с построением схем нагружения и эпюр. Можно также использовать встроенные в графические системы расчеты методом концевых сечений с определением запаса прочности. В любом случае ставится задача, объясняются действующие нагрузки, в заключении делается вывод.

Проверка на прочность (надежность), например, ремня, подшипника. Надо иметь представление о методиках расчета различных конструктивных элементов. Так ремни рассчитываются по тяговой способности. Расчет ремней на долговечность производится обычно как проверочный. Подшипники подбираютя на вал опрелеленного диаметра по требуемой долговечности в зависимости от действующей на подшипник нагрузки.

В цепной передаче по крутящему моменту, частоте вращения вала и допустимому давлению в шарнире цепи рассчитывается шаг цепи, который затем корретируется в зависимости от характера нагружения

Назначение на проектируемых деталях допусков, шероховатостей,

геометрических отклонений выполняется также по справочникам [2-4] и др. В справочнике Анурьева, 2 том есть таблицы соответствия шероховатости и допусков на размеры, применяемого инструмента и получаемой шероховатости и назначения поверхности и рекомендуемой шероховатости.

Формулирование (выбор) технических требований к детали содержащихся на чертеже в текстовом и графическом виде произвводится по аналогии с подобными деталями и справочными рекомендациями. Набор технических требований к разным деталям и сборочным единицам есть в библиотеке системы Компас. Полезно студенту завести собственную библиотеку технических требований просматривая и копируя технические требования с документации на разные машины.

Организация работ с применением проектируемой машины

Рассматривается и рассчитываются параметры процесса, в котором задействована машина. Например обосновывается схема движения по полю и количество транспортных и вспомогаьельных средств обслуживающих машину.

Выводы

Технические результаты выполненного проекта сравниваются с заданием на проект, с показателями лучших образцов машин – аналогов и делаются выводы достигнут ли ожидаемый результат или нет и за счет чего.

**Заключение**

Проект предоставляется руководителю по частям в течении семестра для обсуждения, проверки, корректировки. Готовый проект должен быть подписан руководителем и нормоконтролером. Защита проводится перед началом сессии публично с развешиванием или представлением на экран графической части проекта перед комиссией в составе не менее 3 человек. Доклад на защите должен содержать основные сведения о проекте: название, цель, новизну, пути достижения результата и обоснования получения полезного эффекта. Объем доклада 2-3 страницы, время доклада 7-10 минут.

1. Ермольев Ю.И. и др. Курсовое и дипломное проектирование сельскохозяйственных машин и оборудования» Учеб. Пособие. 2-е издание. Ростов н/Д. Изд. Центр ДГТУ. 2013.
2. Фещенко В.Н. Справочник конструктора в 2-х томах. /под ред. И. А.Лукина
3. Изд.: Инфра-Инженерия, 2017 .
4. Подробнее: https://www.labirint.ru/books/583643/
5. **Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя** в 3-х т. – 9-е изд., перераб. и доп./ под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006.
6. Орлов П.И. Основы конструирования. Справочно-методич. пособие в 3-х томах. М., "Машиностроение", 1977г.