

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Курская государственная сельскохозяйственная академия  
имени И.И. Иванова»**

**Кафедра физико-математических дисциплин и информатики**

Методические указания одобрены  
Ученым советом ФГБОУ ВО Курская ГСХА  
Протокол №8 от «27» августа 2018 г.

**Методические указания по выполнению курсового проекта  
по дисциплине «Механика»**

Направление подготовки: 35.03.06 Агроинженерия,  
профиль «Электрооборудование и электротехнологии»

Факультет: инженерный

Форма обучения: очная

**Курск - 2018**

**Лист рассмотрения/пересмотра  
методических указаний**

Методические указания рассмотрены и одобрены на 2018-2019 учебный год.

Протокол № 1 заседания кафедры физико-математических дисциплин и информатики от « 21 » августа 2018 г.

Заведующий кафедрой профессор  С.Н. Волкова

Методические указания пересмотрены и одобрены на 2019-2020 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры физико-математических дисциплин и информатики от « 29 » мая 2019 г.

Заведующий кафедрой профессор  С.Н. Волкова

## 1 Цели и задачи курсового проекта

**Цель** курсового проекта по дисциплине «Механика» заключается в закреплении теоретических знаний и приобретении практических навыков по проектированию и расчету конструкций механизмов и машин, формированию навыков самостоятельного принятия решения при выборе рациональных конструктивных схем и методов решения инженерных задач.

**Задачи** курсового проекта:

- систематизировать, расширить и закрепить теоретические знания, развить расчетно-графические навыки у обучающихся;
- выработать способности применять информацию для решения задач технического характера;
- ознакомить с конструкциями типовых деталей и узлов;
- развить навыки выбора способов и методов расчета конструкций, графического исполнения результатов исследования;
- развить навыки формирования выводов по результатам проведенного исследования, составления заключений.

В результате подготовки, написания и защиты курсового проекта обучающиеся должны:

**знать:**

- современные информационных технологии для решения задач хранения и обработки информации и задач автоматизации инженерной деятельности;
- основные виды механизмов, классификацию, их функциональные возможности и области применения;
- знать принципы проектирования;
- стадии разработки конструкторской документации;
- основы систем автоматизированного проектирования;
- основные критерии работоспособности машин и механизмов;
- основы теории и расчета деталей и узлов машин;
- типовые конструкции механизмов и узлов машин, их свойства и области применения.
- основные методы расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.

**уметь:**

- производить схематизацию рассматриваемого объекта и выбирать рациональную расчетную схему;
- рассчитать и проектировать детали и узлы общемашиностроительного применения;
- выполнять расчеты конструкций используя справочную литературу, современные программные продукты и действующие стандарты.
- оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов;

### **владеть:**

- навыками расчета параметров и проектирования механизмов узлов машин, приводов с использованием компьютерных технологий;
- навыками составления и оформления графической и текстовой конструкторской документации;
- навыками формирования выводов и рекомендаций по результатам проведенных исследований, составления заключений.

При выполнении и защите курсового проекта по дисциплине «Механика» у обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК-4 - способностью решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена;

ПК-5 - готовностью к участию в проектировании технических средств и технологических процессов производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных объектов.

## **2 Выбор темы курсового проекта**

Тему курсового проекта обучающийся выбирает самостоятельно из числа рекомендованных кафедрой вариантов, руководствуясь интересом к проблеме, темой планируемой выпускной квалификационной работы, наличием специальной технической литературы.

## **3 Структура и план курсового проекта**

Курсовой проект предусматривает разработку конструкции привода для определенной машины и реализуется за счет последовательного решения ряда взаимосвязанных инженерных задач.

Техническое задание на проектирование обучающемуся выдает преподаватель, с указанием номера задания, номера варианта и перечнем инженерных задач, подлежащих разработке.

Результаты проектирования представляют в виде расчетно-пояснительной записки и графической части проекта, выполненных и оформленных с учетом требований существующих стандартов ЕСКД. Общий объем курсового проекта 25-35 страниц машинописного текста.

План проекта обучающийся составляет самостоятельно, с учетом задания на проектирование, придерживаясь рекомендуемой ниже структуры.

Структура расчетно-пояснительной записки курсового проекта:

1. Титульный лист.
2. Задание на проектирование, включающее исходные данные.
3. Аннотация.
4. Содержание.

5. Введение.
6. Расчетно-пояснительная часть курсового проекта.
7. Заключение.
8. Список использованных источников.
9. Приложения.

Графическая часть курсового проекта (представляется в приложениях):

1. Кинематическая схема привода (рекомендуемый формат А4).
2. Общий вид привода (рекомендуемый формат А3).

План курсового проекта:

- 1 Разработка кинематической схемы машинного агрегата:
  - 1.1 изучить схему машинного агрегата;
  - 1.2 проанализировать назначение и конструкцию элементов приводного устройства; выбрать место установки машинного агрегата;
  - 1.3 определить ресурс приводного устройства.
- 2 Выбор двигателя. Кинематический расчет привода:
  - 2.1 определить номинальную мощность и номинальную частоту вращения двигателя;
  - 2.2 определить передаточное число привода и его ступеней;
  - 2.3 рассчитать силовые и кинематические параметры привода.
- 3 Выбор материала зубчатых (червячных) передач. Определение допускаемых напряжений:
  - 3.1 выбрать твердость, термообработку и материал зубчатых (закрытых и открытых) и червячных передач;
  - 3.2 определить допускаемые контактные напряжения;
  - 3.3 определить допускаемые напряжения на изгиб.
- 4 Расчет зубчатых (червячных) передач редукторов:
  - 4.1 выполнить проектный расчет редукторной пары;
  - 4.2 выполнить проверочный расчет редукторной пары.
5. Расчет открытых передач:
  - 5.1 выполнить проектный расчет открытой передачи;
  - 5.2 выполнить проверочный расчет открытой передачи.

Во **введении** к курсовому проекту обучающийся должен обосновать актуальность рассматриваемой темы, ее практическую значимость, сформулировать цель и задачи курсового проекта. Причем цель курсового проекта должна определяться в соответствии с темой проекта. Для достижения цели обучающийся определяет задачи, которые конкретизируют цель.

## 1 Разработка кинематической схемы машинного агрегата

Проанализировать элементы кинематической схемы машинного агрегата (см. задание) и изучить конструкцию механического привода по рекомендуемым источникам [1, 2, 5, 7]. Вариант компоновки привода приведен на рисунке 1.

Обосновать место установки машинного агрегата и тем самым установить условия эксплуатации машинного агрегата — количество рабочих смен, продолжительность смены, периодичность включения, характер рабочей нагрузки, (постоянная, с малыми колебаниями), реверсивность и т. п.

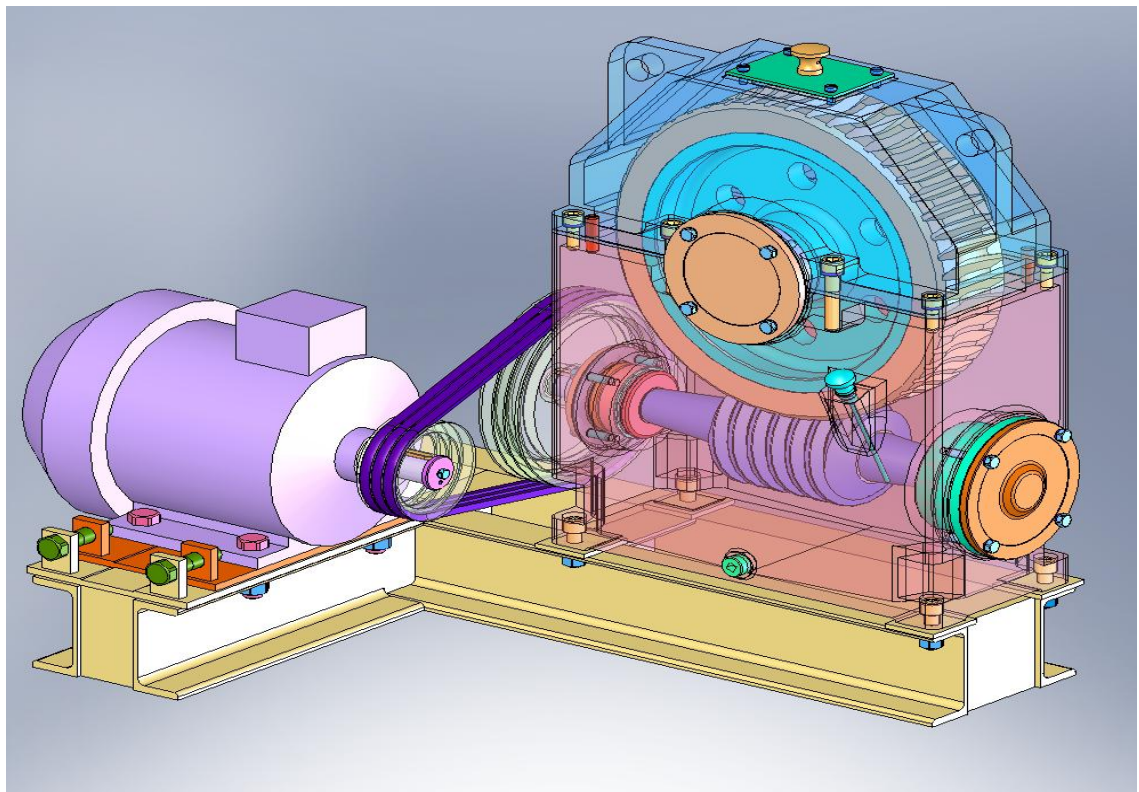


Рисунок 1 – Вариант компоновки привода

Срок службы (ресурс)  $L_h$  определить по формуле

$$L_h = 365 L_r K_r t_c L_c K_c,$$

где  $L_r$  - срок службы привода, лет (см. задание);

$K_r$  - коэффициент годового использования ( $K_r = \text{число дней работы в году}/365$ );

$t_c$  - продолжительность смены, ч;

$L_c$  - число смен;

$K_c$  - коэффициент сменного использования ( $K_c = \text{число часов работы в смену}/t_c$ ).

## 2 Выбор двигателя. Кинематический расчет привода

Для проектируемых машинных агрегатов рекомендуются трехфазные асинхронные короткозамкнутые двигатели серии 4А. Эти двигатели наиболее универсальны. Закрытое и обдуваемое исполнение позволяет применить эти двигатели для работы в загрязненных условиях, в открытых помещениях и т. п. Исходными данными технических заданий на курсовое проектирование предусмотрено применение двигателей серии 4А с диапазоном мощностей от 0,25 до 7,5 кВт. Диапазон мощностей электродвигателей серии 4А приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Диапазон мощностей электродвигателей серии 4А

| Синхронная частота вращения, об/мин | Тип двигателя, мощность (кВт) |              |            |            |           |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|------------|-----------|
|                                     | 56В                           | 63А, В       | 71А, В     | 80А, В     | 90L       |
| 3000                                | 0,25                          | 0,37; 0,55   | 0,75; 1,1  | 1,5; 2,2   | 3,0       |
| 1500                                | -                             | 0,25; 0,37   | 0,55; 0,75 | 1,1; 1,5   | 2,2       |
| 1000                                | -                             | 0,25         | 0,37; 0,55 | 0,75; 1,1  | 1,5       |
| 750                                 | -                             | -            | 0,25       | 0,37; 0,55 | 0,75; 1,1 |
| Синхронная частота вращения, об/мин | Тип двигателя                 |              |            |            |           |
|                                     | 100S, L                       | 112М, МА, МВ | 132S       | 132М       | 160S      |
| 3000                                | 4,0; 5,5                      | 7,5          | -          | -          | -         |
| 1500                                | 3,0; 4,0                      | 5,5          | 7,5        | -          | -         |
| 1000                                | 2,2                           | 3,0; 4,0     | 5,5        | 7,5        | -         |
| 750                                 | 1,5                           | 2,2; 3,0     | 4,0        | 5,5        | 7,5       |

### 2.1 Определение номинальной мощности и номинальной частоты вращения двигателя

Мощность двигателя зависит от требуемой мощности рабочей машины, а его частота вращения - от частоты вращения приводного вала рабочей машины.

Требуемая мощность рабочей машины  $P_{pm}$ , кВт:

$P_{pm} = F \cdot v$  - если в исходных данных на проектирование указано значение тяговой силы  $F$ , кН, и линейной скорости  $v$ , м/с, тягового органа рабочей машины;

$P_{pm} = T \cdot \omega$  - если указано значение вращающего момента  $T$ , кН·м, и угловой скорости  $\omega$ , рад/с, тягового органа рабочей машины.

Общий коэффициент полезного действия (КПД) привода:

$$\eta = \eta_{zn} \eta_{on} \eta_m \eta_{nk} \eta_{n,s}$$

где  $\eta_{зп}, \eta_{оп}, \eta_m, \eta_{пк}, \eta_{пс}$  - коэффициенты полезного действия, соответственно, закрытой передачи, открытой передачи, муфты, подшипников качения и подшипников скольжения.

По кинематической схеме в редукторе две пары подшипников, а на приводном валу рабочей машины одна пара.

Значения КПД передач и подшипников представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Значения КПД механических передач

| Тип передачи                        | Закрытая    | Открытая    |
|-------------------------------------|-------------|-------------|
| Зубчатая: цилиндрическая            | 0,96...0,97 | 0,93...0,95 |
| коническая                          | 0,95...0,97 | 0,92...0,94 |
| Червячная при передаточном числе:   |             |             |
| свыше 30                            | 0,70...0,75 | -           |
| от 14 до 30                         | 0,80...0,85 | -           |
| от 8 до 14                          | 0,85...0,95 | -           |
| Цепная                              | 0,95...0,97 | 0,90...0,93 |
| Ременная: - с плоским ремнем        | -           | 0,96...0,98 |
| - клиновыми (поликлиновыми) ремнями | -           | 0,95...0,97 |

Примечания:

1. Ориентировочные значения КПД закрытых передач в масляной ванне приведены для колес, выполненных по 8-й степени точности, а для открытых — по 9-й; при более точном выполнении колес КПД может быть повышен на 1...1,5%; при меньшей точности — соответственно понижен.
2. Потери в подшипниках на трение оцениваются следующими коэффициентами: для одной пары подшипников качения  $\eta_{пк} = 0,99...0,995$ ;  
для одной пары подшипников скольжения  $\eta_{пс} = 0,98...0,99$ .
3. Потери в муфте принимаются  $\eta_m \approx 0,98$ .

Требуемая мощность двигателя  $P_{дв}$ , кВт:

$$P_{дв} = P_{рм} / \eta.$$

Номинальную мощность двигателя следует выбрать большей, но ближайшей к требуемой мощности двигателя ( $P_{ном} \geq P_{дв}$ ). Каждому значению номинальной мощности  $P_{ном}$  соответствует несколько типов двигателей с различными частотами вращения. При этом надо учесть, что двигатели с большой частотой вращения (синхронной 3000 об/мин) имеют низкий рабочий ресурс, а двигатели с низкими частотами (синхронными 750 об/мин) весьма металлоемки, поэтому, в курсовом проекте следует принять три двигателя одинаковой мощности, но с различными частотами вращения.



## 2.2 Определение передаточного числа привода и его ступеней

Частота вращения приводного вала рабочей машины  $n_{р.м}$ , об/мин  
а) для ленточных конвейеров, грузоподъемных и прочих машин

$$v = \frac{\pi D n_{р.м}}{60 \cdot 1000}, \text{ отсюда}$$

$$n_{р.м} = \frac{60 \cdot 1000 v}{\pi D},$$

где  $v$  — скорость тягового органа, м/с;

$D$  — диаметр барабана, мм;

б) для цепных конвейеров:

$$v = \frac{z p n_{р.м}}{60 \cdot 1000}, \text{ отсюда}$$

$$n_{р.м} = \frac{60 \cdot 1000 v}{z p},$$

где  $v$  - скорость конвейера, м/с;

$z$  - число зубьев ведущей звездочки тягового органа;

$p$  - шаг тяговой цепи, мм.

Передаточное число привода для всех принятых вариантов типа двигателя при заданной номинальной мощности  $P_{ном}$ :

$$u_1 = \frac{n_{ном1}}{n_{р.м}}; u_2 = \frac{n_{ном2}}{n_{р.м}}; u_3 = \frac{n_{ном3}}{n_{р.м}} \dots$$

Передаточные числа ступеней привода производят разбивкой передаточного числа привода для всех вариантов типа двигателя так, чтобы выполнялось условие:

$$u_1 = u_{zn1} u_{on1}; u_2 = u_{zn2} u_{on2}; u_3 = u_{zn3} u_{on3}; \dots$$

где  $u$ ,  $u_{zn}$ ,  $u_{on}$  — соответственно передаточные числа привода, редуктора и открытой передачи.

Рекомендуемые значения передаточных чисел приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Рекомендуемые значения передаточных чисел

|   |       |       |       |      |      |       |
|---|-------|-------|-------|------|------|-------|
| Закрытые зубчатые передачи (редукторы) одноступенчатые цилиндрические и конические (ГОСТ 2185- 88):               |       |       |       |      |      |       |
| 1-й ряд   | 2,0;  | 2,5;  | 3,15; | 4,0; | 5,0; | 6,3;  |
| 2-й ряд   | 2,24; | 2,8;  | 3,55; | 4,5; | 5,6; | 7,1.  |
| Значения 1-го ряда следует предпочитать значениям 2-го ряда.  |       |       |       |      |      |       |
| Закрытые червячные передачи (редукторы) одноступенчатые для червяка с числом витков $Z_i=1; 2; 4$ (ГОСТ 2144-88); |       |       |       |      |      |       |
| 1-й ряд   | 10;   | 12,5; | 16;   | 20;  | 25;  | 31,5; |
| 2-й ряд   | 11,2; | 14;   | 18;   | 22,4 | 28;  | 35,5. |
| Значения 1-го ряда следует предпочитать значениям 2-го ряда.  |       |       |       |      |      |       |
| Открытые зубчатые передачи: 3...7.  |       |       |       |      |      |       |
| Цепные передачи: 2...4  |       |       |       |      |      |       |
| Ременные передачи (все типы): 2...3   |       |       |       |      |      |       |

Разбивка передаточного числа привода и должна обеспечить компактность каждой ступени передачи и соразмерность ее элементов. То есть, нужно придерживаться некоторых средних значений  $u_{3n}$  и  $u_{on}$ , по возможности, не доводя их до наибольших, допускаемых лишь в отдельных случаях.

Допускаемое отклонение частоты вращения приводного вала рабочей машины  $\Delta n_{pm}$ , об/мин:

$$\Delta n_{pm} = n_{pm} \delta / 100,$$

где  $\delta$  - допускаемое отклонение скорости приводного вала рабочей машины, % .

Допускаемая частота вращения приводного вала рабочей машины с учетом отклонения  $[n_{pm}] = n_{pm} \pm \Delta n_{pm}$ .

При этом  $[n_{pm}]$  может существенно повлиять на предварительную разбивку передаточного числа привода  $u$ .

Фактическое передаточное число привода  $u_{\phi}$ :

$$u_{\phi} = n_{ном} / [n_{pm}].$$

Уточненные передаточные числа закрытой и открытой передач в соответствии с выбранным вариантом разбивки передаточного числа привода. При этом предпочтительнее уточнить  $u_{on}$ , оставив неизменным стандартное значение  $u_{3n}$ .

$$u_{on} = \frac{u_{\phi}}{u_{3n}} \text{ или}$$

$$u_{3n} = \frac{u_{\phi}}{u_{on}}.$$

## 2.3 Определение силовых и кинематических параметров привода

Силовые (мощность и вращающий момент) и кинематические (частота вращения и угловая скорость) параметры привода рассчитывают на валах привода исходя из требуемой (расчетной) мощности двигателя  $P_{ДВ}$  и его номинальной частоты вращения  $n_{ном}$  при установившемся режиме. Рекомендательный алгоритм расчета представлен в таблице 4.

Таблица 4 - Определение силовых и кинематических параметров привода

| Параметр                          |                                    | Вал привода        | Последовательность соединения элементов привода по кинематической схеме   |                                    |   |                                   |
|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------|---|------------------------------------|---|-----------------------------------|
|                                   |                                    |                    | ДВ→ОП→ЗП→М→рм   |                                    | ДВ→М→ЗП→ОП→рм   |                                   |
| Мощность<br>$P$ , кВт             |                                    | ДВ<br>Б<br>Т<br>рм | $P_{ДВ}$<br>$P_1 = P_{ДВ} \eta_{оп} \eta_{пк}$<br>$P_2 = P_1 \eta_{зп} \eta_{пк}$<br>$P_{рм} = P_2 \eta_{м} \eta_{пс}$  |                                    | $P_{ДВ}$<br>$P_1 = P_{ДВ} \eta_{м} \eta_{пк}$<br>$P_2 = P_1 \eta_{зп} \eta_{пк}$<br>$P_{рм} = P_2 \eta_{оп} \eta_{пс}$  |                                   |
| Частота вращения<br>$n$ , об/мин  | Угловая скорость<br>$\omega$ , 1/с | ДВ                 | $n_{ном}$   | $\omega_{ном} = \pi n_{ном} / 30$  | $n_{ном}$   | $\omega_{ном} = \pi n_{ном} / 30$ |
|                                   |                                    | Б                  | $n_1 = n_{ном} / u_{оп}$  | $\omega_1 = \omega_{ном} / u_{оп}$ | $n_{ном} = n_1$   | $\omega_1 = \omega_{ном}$         |
|                                   |                                    | Т                  | $n_2 = n_1 / u_{зп}$  | $\omega_2 = \omega_1 / u_{зп}$     | $n_2 = n_1 / u_{зп}$  | $\omega_2 = \omega_1 / u_{зп}$    |
|                                   |                                    | рм                 | $n_{рм} = n_2$  | $\omega_{рм} = \omega_2$           | $n_{рм} = n_2 / u_{оп}$   | $\omega_{рм} = \omega_2 / u_{оп}$ |
| Крутящий момент на валу $T$ , Н·м |                                    | ДВ<br>Б<br>Т<br>рм | $T_{ДВ} = P_{ДВ} \cdot 10^3 / \omega_{ном}$<br>$T_1 = T_{ДВ} u_{оп} \eta_{оп} \eta_{пк}$<br>$T_2 = T_1 u_{зп} \eta_{зп} \eta_{пк}$<br>$T_{рм} = T_2 \eta_{м} \eta_{пс}$ |                                    | $T_{ДВ} = P_{ДВ} \cdot 10^3 / \omega_{ном}$<br>$T_1 = T_{ДВ} \eta_{м} \eta_{пк}$<br>$T_2 = T_1 u_{зп} \eta_{зп} \eta_{пк}$<br>$T_{рм} = T_2 u_{оп} \eta_{оп} \eta_{пс}$ |                                   |

## 3 Выбор материала зубчатых (червячных) передач. Определение допустимых напряжений материала

Выбор материала зубчатых колес, а также вида его термообработки зависит от вида, назначения, условий и режима работы передачи. Кроме того при проектировании элементов конструкций следует учитывать и экономическую целесообразность применения выбранного материала.

Рекомендации по выбору материала деталей зубчатых передач, а также методика расчета допустимых контактных напряжений и напряжений на изгиб представлены в источнике [5, стр. 51-58].

## 4 Расчет зубчатых (червячных) передач редукторов

Техническим заданием предусмотрено проектирование нестандартных, одноступенчатых закрытых передач индивидуального производства.

Расчет закрытых передач содержит два этапа: проектный расчет и расчет проверочный. Методика и рекомендации по выбору значений коэффициентов представлены в литературе [5, стр. 61-78].

## 5 Расчет открытых передач

Расчет ременных передач проводится в два этапа: проектировочный расчет с целью определения геометрических параметров передачи; второй – проверочный расчет ремней на прочность [5, стр. 80-91].

Методика проектировочного и проверочного расчетов цепных открытых передач представлена в источнике [5, стр. 92-98].

В **заключении** отражаются основные результаты, полученные в ходе выполнения курсового проекта.

**Список использованных источников** включает перечень учебных, научно-технических и других публикаций, электронные ресурсы, которые использовались обучающимся при выполнении курсового проекта в количестве не менее 15-20 источников.

В **приложениях** представляется графическая часть курсового проекта:

- Кинематическая схема привода (рекомендуемый формат А4).
- Общий вид привода (рекомендуемый формат А3).

## 6 Типовая (примерная) тематика курсового проекта

1. Разработка привода к качающемуся подъёмнику (вариант 1)
2. Разработка привода к ленточному конвейеру (вариант 1)
3. Разработка привода галтовочного барабана для снятия заусенцев после штамповки (вариант 1)
4. Разработка привода к шнеку смесителя (вариант 1)
5. Разработка привода к скребковому конвейеру (вариант 1)
6. Разработка привода электрической лебёдки (вариант 1)
7. Разработка привода люлечного элеватора (вариант 1)
8. Разработка привода к междуэтажному подъёмнику (вариант 1)
9. Разработка привода к мешалке (вариант 1)
10. Разработка привода к качающемуся подъёмнику (вариант 2)
11. Разработка привода к ленточному конвейеру (вариант 2)
12. Разработка привода галтовочного барабана для снятия заусенцев после штамповки (вариант 2)
13. Разработка привода к шнеку смесителя (вариант 2)
14. Разработка привода к скребковому конвейеру (вариант 2)
15. Разработка привода электрической лебёдки (вариант 2)

16. Разработка привода люлечного элеватора (вариант 2)
17. Разработка привода к междуэтажному подъёмнику (вариант 2)
18. Разработка привода к мешалке (вариант 2)
19. Разработка привода к качающемуся подъёмнику (вариант 3)
20. Разработка привода к ленточному конвейеру (вариант 3)
21. Разработка привода галтовочного барабана для снятия заусенцев после штамповки (вариант 3)
22. Разработка привода к шнеку смесителя (вариант 3)
23. Разработка привода к скребковому конвейеру (вариант 3)
24. Разработка привода электрической лебёдки (вариант 3)
25. Разработка привода люлечного элеватора (вариант 3)
26. Разработка привода к междуэтажному подъёмнику (вариант 3)
27. Разработка привода к мешалке (вариант 3)

## **7 Подбор и изучение источников информации**

Подбор литературы - самостоятельная работа обучающегося, успех которой зависит от его умения пользоваться каталогами, библиографическими пособиями и справочниками.

Работа с источниками и литературой должна начинаться еще в процессе выбора темы курсового проекта.

Обучающимся изучается научная и специальная литература по проблеме исследования, ресурсы интернет. При наличии нескольких изданий по определенной проблеме целесообразно выбрать более позднее издание (примерно за последние 3-4 года до написания курсового проекта).

Широта и полнота изучения источников и литературы, умение выделить необходимое, главное, сопоставление и анализ различных фактических и научных данных - важнейший показатель качества исследований обучающегося и навыков работы с литературой.

Рекомендуется список подобранной литературы согласовать с руководителем курсового проекта.

По каждому литературному источнику целесообразно составить конспект (краткое изложение мыслей, точек зрения, фактов), включающий цитаты, которые могут быть использованы в работе. При этом надо указывать автора, название проекта, место издания, издательство, год издания и конкретные страницы. Эти данные необходимы для оформления сносок и ссылок на литературный источник.

## **8 Оформление курсового проекта**

Оформление текстовой и графической частей курсового проекта осуществляется исходя из требований Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

*Текст работы* должен быть напечатан на одной стороне стандартного листа белой писчей бумаги формата А4 в редакторе Word 14-м кеглем через полтора межстрочных интервала шрифтом Times New Roman, прямым, нормальным по ширине.

Абзацный отступ должен быть одинаковым для всего текста и равняться 15 или 17 мм. Разделы и подразделы документов могут иметь заголовки (подзаголовки), которые пишутся с заглавной буквы. Точка в конце заголовков и подзаголовков не проставляется. Разделы нумеруются арабскими цифрами, подразделы имеют порядковый номер в пределах каждого раздела (например, 3.2 -второй пункт третьего раздела и т.п.). Наименование раздела записывается в виде заголовка. Он должен быть кратким и соответствовать содержанию раздела. Перенос слов в заголовках не допускается.

Расстояние между заголовками раздела и предыдущим текстом должно быть равно 15 мм (2 пустые строки основного текста 14pt). Расстояние между заголовком подраздела и предыдущим текстом (разделом или подразделом) должно составлять 8 мм (1 пустая строка основного текста 14 pt). Расстояние между заголовком раздела (подраздела) и последующим текстом должно составлять 8 мм (1 пустая строка основного текста 14pt). Все рисунки, таблицы, формулы нумеруются в пределах раздела, например: рис. 4.1. рис. 4.2 (1-й и 2-й рисунки 4 раздела); табл. 5.2 (5 раздел, 2-я таблица); формула 2.3 (3-я формула 2-го раздела).

Выражения, полученные после подстановки в формулу числовых значений величин с результатом вычислений, не нумеруются. После каждой формулы должна быть дана расшифровка символов. Расшифровку каждого символа выполняют с новой строки и в той последовательности, в какой они приведены в формуле.

Листы пояснительной записки должны быть пронумерованы арабскими цифрами, начиная с листа, на котором представлено «Введение». Первой страницей с номером один является страница с титульным листом на курсовой проект.

*Графическая часть* оформляется в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации. Кинематическая схема и чертеж общего вида привода выполняются карандашом или в графическом редакторе в соответствии с требованиями стандартов на чертежи в машиностроении.

Чертеж общего вида (ВО) сборочной единицы – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия. В дальнейшем, на следующем этапе разработки конструкции, он должен служить достаточной основой без дополнительных разъяснений для составления рабочей документации: спецификаций, сборочных чертежей как всего изделия, так и его отдельных сборочных единиц, а также чертежей деталей.

Чертеж общего вида привода должен содержать:

-минимальное и необходимое для полного понимания конструкции количество проекций;

- местные изображения (виды, разрезы, сечения);
- размеры посадки;
- номера позиции всех деталей;
- техническую характеристику привода и технические требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному чертежу;
- основную надпись.

Привод следует чертить в масштабе на листе чертежной бумаги формата А3 (297х420) или более. Для подробной проработки мелких элементов конструкции (галтели или канавки вала, распорные втулки и т.п.) рекомендуется их вычерчивание в виде выносных увеличенных изображений. Общее количество размеров на чертеже должно минимальным, но достаточным для изготовления и контроля. Габаритные размеры (высоту, длину и ширину) наносят по крайним точкам изображения. Справочные размеры (размеры не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для удобства пользования чертежом) отмечают знаком \*, а в технических требованиях записывают: \*Размеры для справок.

Установочные и присоединительные размеры - это размеры конструктивных элементов, предназначенных для крепления узла в конструкции и присоединения к нему других элементов привода. Посадочные размеры указывают на характер сопряжения деталей в соединениях типа «вал-втулка», «шпонка - шпоночный паз» и т.п. На сборочном чертеже приводят межосевое расстояние (с предельными отклонениями) зубчатой или червячной передачи, внешний делительный диаметр конического колеса -конической передачи. Размерные линии проводят непосредственно к линиям видимого контура, осевым, центровым и другим линиям элементов привода. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения. Числа, обозначающие размерные и предельные отклонения, не допускается пересекать или разделять какими бы то ни было линиями чертежа. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают.

Всем элементам, входящим в сборочную единицу, присваивают номера в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этой сборочной единицы. Номера позиций деталей указывают на полках линий -выносок, которые располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения или группируют в строчку или в колонку, по возможности на одной линии. Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные элементы проецируются как видимые. Номера позиций наносят на чертеже, как правило, только один раз.

Размер шрифта номеров позиций должен быть на 1 или 2 размера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на этом же чертеже. Разрешено делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления. В этих случаях линию - выноску прово-

дят от изображения составной части, номер которой указывают первым. Линии-выноски начинаются точкой (если линия-выноска пересекает контурную линию и не отводится от какой-либо линии или стрелкой (если линия-выноска отводится от линии видимого контура). Линии-выноски не должны быть, по возможности, горизонтально или вертикально расположенными, не должны быть параллельны линиям штриховки, не должны пересекаться между собой и пересекать размерные линии и элементы изображения, к которым данная надпись не относится. Допускается проводить линии-выноски с одним изломом. На сборочном чертеже должна быть дана техническая характеристика привода.

Техническая характеристика в виде текста или таблицы с заголовком Техническая характеристика размещается над основной надписью чертежа. Кроме технической характеристики на сборочном чертеже должны быть указаны технические требования, предъявляемые к сборке и регулировке привода, к окраске, установке и транспортировке. Технические требования пишутся в виде текста по пунктам с заголовком Технические требования. Они также помещаются над основной надписью чертежа.

## **9 Порядок защиты курсового проекта**

Курсовой проект, допущенный к защите, возвращается обучающемуся для ознакомления с письменной рецензией руководителя и внесения изменений и исправлений по отдельным замечаниям (стилистические и грамматические ошибки), о чем должно быть доложено на защите.

На защите обучающийся должен показать способность хорошо ориентироваться в содержании представленной проекта, задачах, методах и приемах анализа, источниках необходимой информации, уметь формулировать аналитические выводы, отвечать на вопросы как теоретического, так и практического характера, относящиеся к теме проекта.

Каждый обучающийся в течение 5-7 минут излагает основные положения своего проекта. Доклад необходимо подготовить заблаговременно. В нем приводятся лишь основные показатели, его не следует перегружать цифрами, но и нельзя ограничиваться лишь теоретическими положениями. Особое внимание обращается на четкость формулировок. Для иллюстрации результатов представляются таблицы, схемы, графическая часть проекта.

Ответы на вопросы должны быть убедительными, теоретически обоснованными, а при необходимости подкреплены цифровым материалом. При этом обучающийся может пользоваться курсовым проектом или цитировать его отдельные положения. В выступлении обучающийся обязан дать ответы на критические замечания в рецензии: согласиться с ними, объяснить причину недоработок, указать способы их устранения или аргументировано отвергнуть их, отстаивать свою точку зрения.



## 10 Критерии оценки курсового проекта

Курсовой проект должен быть написан и представлен к защите в сроки, установленные учебным планом.

Оценка зависит от качества выполнения и оформления курсового проекта, полноты доклада и ответов на вопросы при его защите. Оценка за курсовой проект с учетом его содержания и защиты обучающемуся выставляется по пятибалльной шкале. При этом признается, что у обучающегося сформированы компетенции ОПК-4, ПК-5 на базовом уровне.

Проект, который преподаватель признал неудовлетворительным, возвращается для переработки с учетом высказанных замечаний.

Показатели и критерии оценивания компетенций при выполнении и защите курсового проекта приведены в таблице 5.

Шкала оценивания результатов выполнения курсового проекта и формируемых компетенций приведена в таблице 6.

Таблица 5 - Показатели и критерии оценивания компетенций при выполнении и защите курсового проекта

| Результаты освоения образовательной программы (компетенции)  | Показатели сформированности компетенций  | Результаты обучения при выполнении курсового проекта  | Критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования |  |  |
|--|--|---|---|--|--|
|  |  |   | Начальный этап/<br>Пороговый уровень                                | Основной этап/<br>Базовый уровень  | Завершающий этап/<br>Продвинутый уровень |
| <p><b>ОПК-4</b><br/>способность решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и тепломассообмена.</p> <p><b>ПК-5</b><br/>готовность к участию в проектировании технических средств и технологических процессов производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных объектов.</p> | <p>Проект содержит:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обоснованное расчетами конструктивное решение;</li> <li>- чертежи конструкции.</li> </ul> | <p><b>Знания, умения, владения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определен необходимый для проведения анализа объем информации и источники её формирования;</li> <li>- выполнены соответствующие расчеты, элементов конструкции;</li> <li>- выполнен подбор двигателя в соответствии с расчетами;</li> <li>- сформулированы выводы;</li> <li>- предложены обоснованные конструктивные решения;</li> <li>- продемонстрированы умения применять существующие методики для рас-</li> </ul> |   | <p>1. Содержание курсового проекта:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа актуальна, выполнена самостоятельно, носит творческий характер, отличается определенной новизной;</li> <li>- изучаемая проблема раскрыта, материал изложен логично;</li> <li>- в работе проведены расчеты, которые обосновывают конструкцию;</li> <li>- приведены таблицы, формулы, показывающие умение автора формализовать результаты исследования;</li> </ul> |  |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  | <p>чета конструкции и выполнения чертежей конструкции.</p> | <p>– выполнена графическая часть проекта;<br/> - представлен список использованных источников по теме исследования;<br/> 2. Оформление курсового проекта<br/> 3. Защита курсового проекта:<br/> - подготовлена презентация и доклад;<br/> - защищены основные положения проекта.</p> |  |
|--|--|--|--|--|

Таблица 6 - Шкала оценивания результатов выполнения курсового проекта и формируемых компетенций

| Оценка                | Результаты выполнения и защиты курсового проекта (знания, умения, владения)   | Результаты освоения образовательной программы (компетенции)                   |
|-----------------------|---|---|
| «Отлично»             | Курсовой проект полностью соответствует критериям, указанным в таблице 5; Во время защиты свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, владениями на примере материалов курсового проекта.                         | У обучающегося сформированы компетенции ОПК-4, ПК-5 на базовом уровне.        |
| «Хорошо»              | Курсовой проект в основном соответствует критериям, указанным в таблице 5; Во время защиты обучающийся допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения.  | У обучающегося сформированы компетенции ОПК-4, ПК-5 на базовом уровне.        |
| «Удовлетворительно»   | Курсовой проект выполнен с нарушениями критериев, указанных в таблице 5; Во время защиты обучающийся допускает ошибки, испытывает затруднения в применении знаний, умений, владений при защите положений курсового проекта. | У обучающегося сформированы компетенции ОПК-4, ПК-5 на базовом уровне.        |
| «Неудовлетворительно» | 1. Курсовой проект не выполнен.<br>2. Курсовой проект выполнен с нарушениями критериев, указанных в таблице 5; Во время защиты обучающийся допускает грубые ошибки, не может пояснить положения курсового проекта.          | У обучающегося не сформированы на достаточном уровне компетенции ОПК-4, ПК-5. |

## **11 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **Основные учебники и учебные пособия**

1. Механика [Электронный ресурс]: курс лекций / сост. О.В. Летова. - Курск: Курская ГСХА, 2016. - 184 с. - Режим доступа: Локальная сеть. Электронный каталог.

### **Дополнительная литература**

1. Чмиль В.П. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / В.П. Чмиль. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 280 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3183>.

2. Степин П.А. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебник / П.А. Степин. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 320 с.: ил. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3179>.

3. Молотников В.Я. Курс сопротивления материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Я. Молотников. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 384 с.: ил. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71756>.

4. Тюняев А.В. Детали машин [Электронный ресурс] : учебник / А.В. Тюняев, В.П. Звездаков, В.А. Вагнер. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 736 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5109>.

5. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин. - Калининград: Ян-тар. сказ, 2002.- 454с.

6. Проектирование механических передач: учеб.-справ. пособие по курсовому проектированию механических передач / под ред. С.А. Чернавского, Б.С. Козинцова. - Москва: Альянс, 2008. - 586 с.: ил.

7. Эрдеди А.А. Детали машин: учебник / А. А. Эрдеди, Н.А. Эрдеди. - Москва: Высшая школа, 2002. - 285 с.

8. Детали машин и основы конструирования: учебник / под ред. Г.И. Рощина, Е.А. Самойлова. - Москва: Юрайт, 2015. - 415 с.

9. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. - М.: Высш. шк., 1985 - 416с.

10. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя т1, 2, 3. - М.: Машиностроение, 1980.-728 с.

11. Кудрявцев В.И. Детали машин.-Л.: Машиностроение, 1980.

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Механика. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.teormach.ru>.

2. Механика. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.teoretmech.ru>.

3. Механика. [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://www.chem-astu.ru/chair/study/lect\\_04.html](http://www.chem-astu.ru/chair/study/lect_04.html).