

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Захарова Светлана Алексеевна

Должность: Начальник учебно-методического управления

Дата подписания: 12.03.2025 15:17:17

Уникальный идентификационный ключ:

e6b0619a58bda72e97c4cde613ffa3126c8bd9



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Кафедра автоматизации и роботизации технологических процессов
имени академика И.Ф. Бородина

УТВЕРЖДАЮ:

Начальник УМУ



С.А. Захарова

«23 марта

2025 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.08 «Электропривод»

для подготовки бакалавров

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электропривод и автоматика

Курс 3

Семестр 6

Москва, 2025

Разработчики: Кабдин Н.Е., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Селезнева Д.М., к.т.н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«20» июня 2025 г.

Рецензент: Загинаилов В.И., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«20» июня 2025 г.

Методические указания обсуждены на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина
протокол № 10 «20» июня 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой Шабаев Е.А., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«20» июня 2025 г.

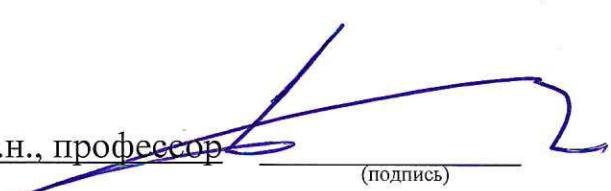
Согласовано:

И.о. директора института
механики и энергетики
имени В.П. Горячкina Арженовский А.Г., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«20» июня 2025 г.

Председатель учебно-методической
комиссии института механики и энергетики
имени В.П. Горячкina Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Протокол № 05 «20» июня 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	4
2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРОПРИВОД», СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ	6
4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	7
5. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	16
6. ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	28
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	30
8. МЕТОДИЧЕСКОЕ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	32

Аннотация

**курсовой работы учебной дисциплины Б1.В.01.08 «Электропривод»
для подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и
электротехника, направленности Электропривод и автоматика**

Курсовая работа разрабатывается в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и учебного плана направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Она является одним из элементов самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Электропривод», которая входит в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Дисциплина формирует профессиональные компетенции для дальнейшей профессиональной деятельности.

Курсовая работа носит расчетный и практический характер.

1. Цель и задачи курсовой работы

Курсовая работа по дисциплине «Электропривод» для направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электропривод и автоматика выполняется с целью формирования у учащихся:

- умения использования справочной, учебной и специальной литературы, навыков выполнения графической работы и оформления технической документации;
- навыков самостоятельного решения задач с применением известных методов расчета электромеханических и механических характеристик асинхронных электродвигателей, переходных процессов в электроприводах;
- умения обосновывать режимы работы электропривода;
- навыков выбора асинхронных электродвигателей по мощности и способу регулирования скорости в соответствии с режимом работы.

Выполнение курсовой работы позволяет решить следующие задачи:

- уметь производить расчеты электромеханических и механических характеристик асинхронных электродвигателей и осуществлять их анализ;
- уметь на основе обзора источников информации обосновывать выбор режима работы электропривода;
- уметь выбирать асинхронные электродвигатели по мощности в зависимости от режима работы;
- уметь на основе обзора источников информации обосновывать способ регулирования скорости асинхронных электродвигателей.

2. Перечень планируемых результатов выполнения курсовой работы по дисциплине «Электропривод», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Реализация в курсовой работе по дисциплине «Электропривод» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электропривод и автоматика должна формировать следующие компетенции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-2	Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПКос-2.1 Демонстрирует знания режимов, методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	электромеханические свойства электродвигателей, режимы работы электроприводов, методы и средства повышения эффективности их работы. Назначение и возможности современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot)	производить расчет электромеханических и механических характеристик электродвигателей, обосновывать режимы работы, при меняя методы и средства повышения эффективности работы электроприводов и современные цифровые инструменты (Google Jamboard, Miro, Kahoot)	методиками расчета электромеханических и механических характеристик электродвигателей, обосновывать режимы работы, при меняя методы и средства повышения эффективности работы электроприводов и современные цифровые инструментами (Google Jamboard, Miro, Kahoot)
2	ПКос-3	Способен выполнять работы по проектированию энергетического и электротехнического оборудования машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПКос-3.1 Обосновывает выбор целесообразного проектного решения энергетических и электротехнических систем	методы выбора электродвигателей по мощности соответствия с режимом работы с целью принятия целесообразного решения при проектировании систем электропривода; программные продукты Microsoft Excel, Microsoft Word, Power Point, Pictochart, Mathcad, Matlab, KOMPAS, AutoCad и др., для осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom при выполнении задач профессиональной деятельности	применять методы выбора электродвигателей по мощности соответствия с режимом работы с целью принятия целесообразного решения при проектировании систем электропривода; использовать программы Microsoft Excel, Microsoft Word, Power Point, Pictochart, Mathcad, Matlab, KOMPAS, AutoCad и др., для осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom при выполнении задач профессиональной деятельности	методиками расчета при выборе электродвигателей по мощности соответствия с режимом работы с целью принятия целесообразного решения при проектировании систем электропривода; программы Microsoft Excel, Microsoft Word, Power Point, Pictochart, Mathcad, Matlab, KOMPAS, AutoCad и др., для осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom при выполнении задач профессиональной деятельности

3. Структура курсовой работы

По объему курсовая работа должна быть не менее 30 страниц печатного текста.

Примерная структура курсовой работы представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Структура курсовой работы и объем отдельных разделов

№ п/п	Элемент структуры курсовой работы	Объем (примерный) страниц
1	Титульный лист (<i>Приложение А</i>)	1
2	Задание	1
3	Аннотация	1
4	Содержание	1
5	Обозначения и сокращения (при наличии)	1
6	Введение	1...2
7	Основная часть	20...24
7.1	Раздел 1. Выбор электродвигателя с фазным ротором для режима S3 1.1. Выбор электродвигателя по мощности 1.2. Расчет сопротивления ступеней пускового реостата 1.3. Расчет сопротивлений реостата при подъеме и опускании груза	4-6
7.2	Раздел 2. Выбор электродвигателя с к.-з. ротором с повышенным скольжением для режима S3 2.1. Выбор электродвигателя по мощности 2.2. Построение естественной и искусственных механических характеристик	3-5
7.3	Раздел 3. Выбор электродвигателя с к.-з. ротором основного исполнения для режима S3 3.1. Выбор электродвигателя по мощности 3.2. Определение продолжительности пуска электродвигателя 3.3. Определение допустимого числа включений двигателя в час 3.4. Расчет параметров схемы замещения электродвигателя 3.5. Построение механических характеристик при частотном регулировании	7-10
7.4	Раздел 4. Выбор электродвигателя с к.-з. ротором с повышенным пусковым моментом для режима S2 4.1. Выбор электродвигателя по мощности 4.2. Определение превышения температуры электродвигателя	2-3
8	Заключение	1
9	Библиографический список	не менее 7 источников
10	Приложения	по необходимости

Методические указания по выполнению курсовой работы дисциплины «Электропривод» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

4. Порядок выполнения курсовой работы

4.1 Выбор темы

Примерная тематика курсовой работы по дисциплине «Электропривод», направлена на практическое закрепление знаний теоретических основ дисциплины «Электропривод» и увязана с современными требованиями в области электрооборудования и автоматизации и роботизация технологических процессов.

Для выполнения курсовой работы студенту следует изучить теоретический материал по литературе (учебникам и учебным пособиям) и конспектам лекций. Курсовую работу студенты выполняют во внеурочное время с использованием разнообразных информационных и программных материалов, оформляется работа в текстовом редакторе Microsoft Word и Microsoft Excel для составления таблиц, диаграмм, вычисления простых и сложных функций.

Тема курсовой работы по дисциплине «Электропривод» «Выбор асинхронного электропривода для подъемного механизма»

Тема курсовой работы и номер варианта указываются в журнале регистрации курсовых работ на кафедре.

4.2 Получение индивидуального задания

Задание на выполнение курсовой работы (Приложение Б) выдаётся за подписью руководителя, датируется днём выдачи и регистрируется на кафедре в журнале. Факт получения задания удостоверяется подписью студента в указанном журнале.

Таблица 3 – Исходные данные к курсовой работе

Номер варианта	Масса груза m , кг	Скорость подъёма груза V , м/с	Диаметр барабана d , м	Момент инерции барабана J_b , кг · м ²	КПД передачи η_h , о.е.	Продолжительность включения ПВ, %
1	2	3	4	5	6	7
01	1900	1,1	0,4	15	0,9	29
02	2000	1,1	0,4	20	0,85	44
03	2100	1,1	0,55	22	0,9	48
04	2200	1,1	0,55	24	0,85	52
05	2300	1,0	0,5	21	0,9	56
06	2400	1,0	0,5	23	0,85	34
07	2500	1,0	0,5	20	0,9	36
08	2600	0,9	0,45	20	0,85	20
09	2700	0,9	0,55	18	0,9	10

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
10	2800	0,8	0,5	18	0,85	30
11	2900	0,7	0,4	16	0,9	50
12	3000	0,6	0,45	17	0,85	35
13	3100	0,6	0,55	22	0,9	35
14	3200	0,6	0,5	20	0,85	55
15	3300	0,6	0,55	22	0,9	13
16	3400	0,5	0,55	20	0,85	19
17	3500	0,5	0,6	22	0,9	29
18	3600	0,5	0,6	22	0,85	35
19	3700	0,4	0,6	24	0,9	12
20	3800	0,4	0,6	24	0,85	20
21	500	1,5	0,4	17	0,9	12
22	700	1,5	0,5	20	0,8	20
23	900	1,5	0,4	17	0,85	30
24	1000	1,2	0,35	10	0,9	12
25	800	1,2	0,4	17	0,8	20
26	1200	1,2	0,35	10	0,85	30
27	1500	1,0	0,35	8	0,8	12
28	1700	1,0	0,35	10	0,85	20
29	1900	1,0	0,35	8	0,9	30
30	2000	0,8	0,4	10	0,8	12

П р и м е ч а н и е.

Задание и методические рекомендации представлены в учебнике: Кабдин, Н.Е. Электрический привод [Текст]: учебник / Н.Е. Кабдин, В.Ф. Сторчевой. – М.: ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2021. – 286 с.

4.3 Составление плана выполнения курсовой работы

Получив вариант индивидуального задания, определив цель, задачи, структуру и содержание курсовой работы необходимо совместно с руководителем составить план-график выполнения курсовой работы с учетом графика учебного процесса (табл. 4).

Таблица 4 – Примерный план-график выполнения курсовой работы

№ п/п	Наименование действий	Сроки, № недели семестра
1	Выбор темы	2
2	Получение задания по курсовой работе	2

3	Уточнение темы и содержания курсовой работы	3
4	Составление библиографического списка	3...4
5	Изучение научной и методической литературы	4...5
6	Сбор материалов, подготовка плана курсовой работы	6
7	Анализ собранного материала	6
8	Предварительное консультирование	7
9	Написание теоретической части	8...9
10	Проведение исследования, получение материалов исследования, обработка данных исследования, обобщение полученных результатов	8...9
11	Представление руководителю первого варианта курсовой работы и обсуждение представленного материала и результатов	10...11
12	Составление окончательного варианта курсовой работы	12
13	Заключительное консультирование	12
14	Рецензирование курсовой работы	13
15	Защита курсовой работы	14

4.4 Требования к разработке структурных элементов курсовой работы

4.4.1 Разработка введения

Во введении студент обосновывает актуальность избранной темы курсовой работы, раскрывает ее теоретическую и практическую значимость, формулирует цель и задачи работы, а также приводит краткое описание области использования асинхронных двигателей, их значимости тем самым анализируя уровень разработанности вопроса темы в теории и практике по литературным данным. Излагая содержание публикаций других авторов, необходимо обязательно давать ссылки на них.

4.4.2 Разработка основной части курсовой работы

Задание на проектирование асинхронного электропривода содержит данные привода подъемного механизма, которыми являются: скорость подъема груза V , масса груза m , диаметр барабана d , момент инерции барабана J_b , КПД передачи η_n , продолжительность включения **ПВ**, указания о режиме его работы, Помимо этого могут быть заданы также дополнительные требования к проектируемому электроприводу, например допустимое значение числа включений в час, закон регулирования напряжения при частотном регулировании. В отношении требований, не оговоренных в задании, спроектированная машина должна удовлетворять соответствующим ГОСТам.

Проектирование асинхронного электропривода начинают с построения нагрузочной диаграммы подъемного механизма, выбора типа и исполнения электродвигателя и его мощности для конкретного режима работы.

Раздел 1. Выбор электродвигателя с фазным ротором для режима S3

Для правильного выбора мощности электродвигателя подъемного механизма следует построить нагрузочную диаграмму (рис.1), для чего необходимо определить мощность сопротивления P_c , время работы t_p и паузы t_o , эквивалентную мощность $P_{\text{экв}}$. Выбор номинальной мощности P_n электродвигателя производится по условию:

$$P_n \geq P_{\text{экв}}, \quad (1)$$

Выбранный электродвигатель следует проверить по условию надежного пуска.

При расчете сопротивлений ступеней пускового реостата следует использовать графический способ, для чего необходимо построить естественную механическую характеристику асинхронного электродвигателя по полной формуле Клосса.

Результаты расчета механической характеристики необходимо также представить в виде таблицы.

Построение пусковой диаграммы (рис.2) следует начинать с определения максимального M_{\max} и переключающего (минимального) M_{\min} моментов.

После построения пусковой диаграммы необходимо определить масштаб сопротивления и сопротивления ступеней пускового реостата $R_1 R_2$.

Добавочное сопротивление $R_{2\text{доб}}$, введенное в цепь ротора при подъеме и спуске груза определяют при одинаковом моменте на естественной и искусственной механических характеристиках, используя выражение

$$\frac{S_e}{S_p} = \frac{R_{2n}}{R_{2n} + R_{2\text{доб}}}, \quad (2)$$

где S_e, S_p – скольжения при работе с $M = M_c$ на естественной и искусственной механических характеристиках соответственно;

$R_{2\text{доб}}$ – добавочное сопротивление в цепи ротора, Ом.

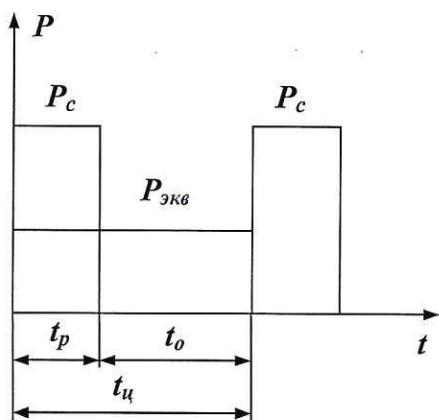


Рисунок 1 – Нагрузочная диаграмма

нней пускового реостата следует использовать графический способ, для чего необходимо построить естественную механическую характеристику асинхронного электродвигателя по полной формуле Клосса.

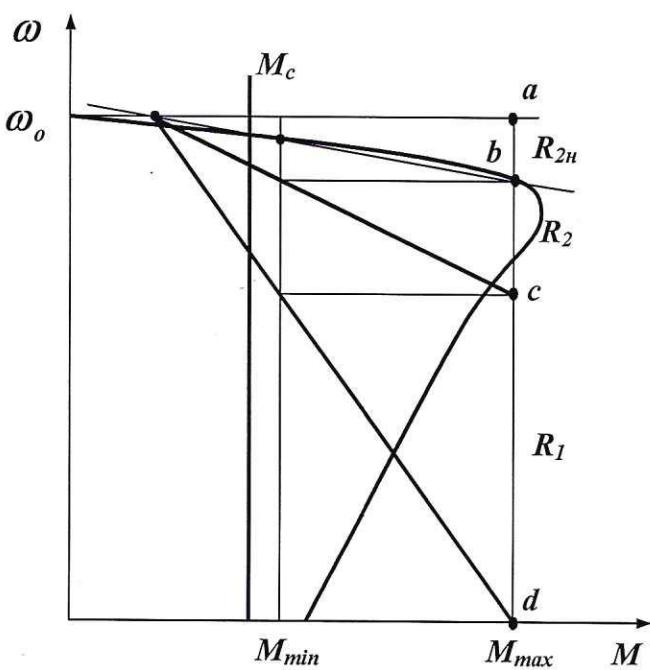


Рисунок 2 – Пусковая диаграмма

введенное в цепь ротора при подъеме и спуске груза определяют при одинаковом моменте на естественной и искусственной механических характеристиках, используя выражение

$$\frac{S_e}{S_p} = \frac{R_{2n}}{R_{2n} + R_{2\text{доб}}}, \quad (2)$$

где S_e, S_p – скольжения при работе с $M = M_c$ на естественной и искусственной механических характеристиках соответственно;

$R_{2\text{доб}}$ – добавочное сопротивление в цепи ротора, Ом.

Раздел 2. Выбор электродвигателя с к.-з. ротором с повышенным скольжением для режима S3

Для повторно-кратковременного режима работы (S3) выпускается серия специальных машин, рассчитанных на этот режим. Такими машинами являются электродвигатели с повышенным скольжением. Эти электродвигатели рассчитываются на работу при следующих стандартных продолжительностях включения (ПВ): 15, 25, 40, 60 и 100%. В технической характеристике таких двигателей приводят величины мощности двигателя для всех значений ПВ. За номинальную, мощность принимается мощность при ПВ = 40%. Длительность рабочего цикла не должна превышать 10 минут.

Если фактическая продолжительность включения окажется нестандартной, то следует при выборе электродвигателя найденное значение мощности сопротивления пересчитать на ближайшее большее стандартное значение продолжительности включения по выражению:

$$P'_c = P_c \sqrt{\frac{\varepsilon_\phi}{\varepsilon_{ct}} + \alpha \left(\frac{\varepsilon_\phi}{\varepsilon_{ct}} - 1 \right)}, \quad (3)$$

где

$\varepsilon_{ct} = 0,15; 0,25; 0,4; 0,6$ – стандартное значение относительной продолжительности включения, о.е.;

$\varepsilon_\phi = \frac{t_p}{t_p + t_o}$ – фактическое значение относительной продолжительности включения, о.е.;

P_c – мощность сопротивления при значении ε_ϕ , кВт;

P'_c – мощность сопротивления, приведенная к ближайшему большему стандартному значению ε_{ct} , кВт;

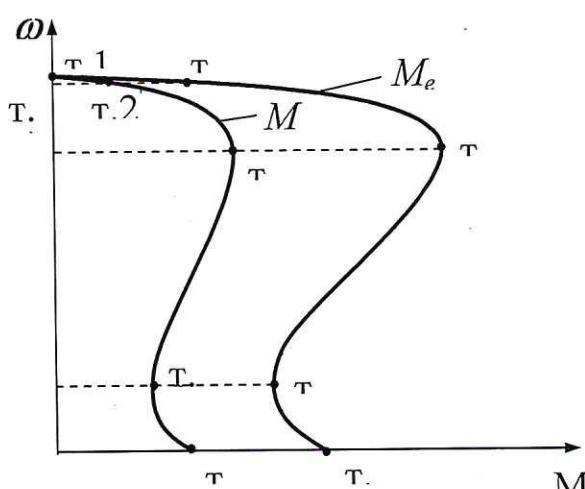
$\alpha = 0,5...0,7$ – коэффициент потерь.

По полученному значению P'_c надо выбрать двигатель так, чтобы мощность двигателя при стандартной продолжительности включения удовлетворяла условию:

$$P_{\varepsilon_{ct}} \geq P'_c.$$

После чего двигатель необходимо проверить по условию надежного пуска.

Естественную механическую характеристику необходимо построить по пяти характерным точ-



кам (рис.3):

Построение искусственных механических характеристик при изменении напряжения сети основывается на квадратичной зависимости момента асинхронного электродвигателя от величины приложенного напряжения.

Для построения данных характеристик необходимо произвести пересчет моментов для точек 2, 3, 4 и 5 (рис.3) с номинального напряжения $U_{\phi H}$ на напряжения $U_{\phi, \text{зад}}$, указанные в задании, по выражению

$$M_u = M_e \left(\frac{U_{\phi, \text{зад}}}{U_{\phi H}} \right)^2. \quad (5)$$

Раздел 3. Выбор электродвигателя с к.-з. ротором основного исполнения для режима S3

При повторно-кратковременном режиме работы (S3) могут быть использованы электродвигатели, предназначенные для продолжительного режима работы (S1). Поэтому выбор электродвигателя для привода подъемного механизма производится аналогично выбору двигателя с фазным ротором (Раздел 1).

Выбранные электродвигатели необходимо проверить по условию надежного пуска.

Продолжительность пуска $t_{\text{пуск}}$ привода определяют с помощью уравнения движения электропривода:

$$M_{\text{дв}} - M_{\text{с.пр}} = J_{\text{пр}} \frac{d\omega}{dt}, \quad (6)$$

где $M_{\text{дв}}$ – момент электродвигателя, Н·м;

$M_{\text{с.пр}}$ – момент сопротивления подъемного механизма, приведенный к валу электродвигателя, Н·м;

$J_{\text{пр}}$ – приведенный момент инерции системы «двигатель – подъемный механизм», кг·м².

Приведенный к валу электродвигателя момент сопротивления подъемного механизма определяют по выражению:

$$M_{\text{с.пр}} = \frac{P_c}{\omega_H}, \quad (7)$$

Механическую характеристику двигателя $\omega = f_1(M_{\text{дв}})$ достаточно построить по характерным точкам (рис.4).

Механическую характеристику подъемного механизма $\omega = f_2(M_{\text{с.пр}})$ необходимо построить на том же графике, что и механическую характеристику электродвигателя $\omega = f_1(M_{\text{дв}})$ (рис.4).

Также необходимо определить приведенный к валу электродвигателя момент инерции $J_{\text{пр}}$ системы «двигатель – подъемный механизм».

Используя построенные механические характеристики электродвигателя $\omega = f_1(M_{\text{дв}})$ и подъемного механизма $\omega = f_2(M_{c.\text{пр}})$, строят кривую динамического момента на основе соотношения $M_{\text{дв}} - M_{c.\text{пр}} = M_{\text{дин}}$. Затем кривую динамического момента заменяют ступенчатой линией с участками по скорости $\Delta\omega_i$, на которых динамический момент постоянен и равен его средней величине $M_{\text{дин}i}$ (рис.4).

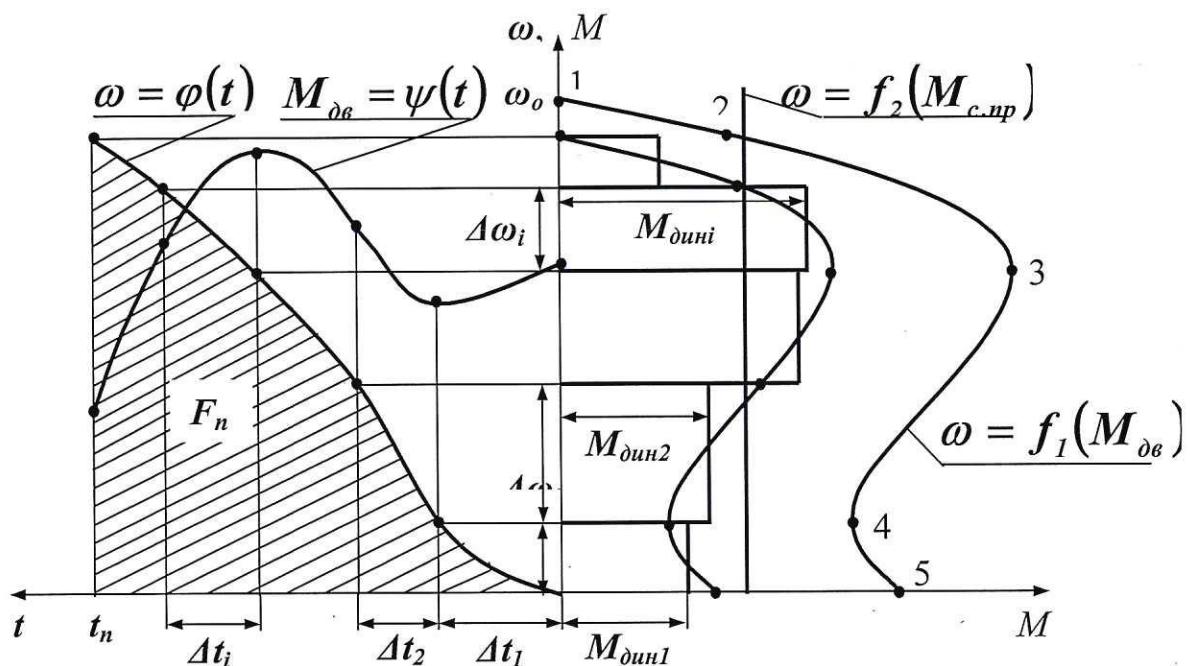


Рисунок 4 – К расчету продолжительности пуска двигателя

Продолжительность пуска на каждом участке равна:

$$\Delta t_i = J_{\text{пр}} \frac{\Delta\omega_i}{M_{\text{дин}i}}, \quad (8)$$

Полное время пуска

$$t_{\text{п}} = \sum_{i=1}^n \Delta t_i, \quad (9)$$

где n – количество участков.

Результаты расчета необходимо свести в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты расчета продолжительности пуска электродвигателя

Номер участка i	1	2	3	4	---	n
$M_{дв}$						
$M_{дин}$						
$\Delta\omega_i$						
Δt_i						
t_n						

Зависимость $M_{дв} = \psi(t)$ строится на основе графиков $\omega = \phi(t)$ и $\omega = f_1(M_{дв})$.

Допустимое число включений в час для электродвигателя подъемного механизма рассчитывается по формуле:

$$h_{\text{доп}} = 3600 \frac{\Delta P_h \beta_0 (1 - \varepsilon_\phi) + (\Delta P_h - \Delta P_\phi) \varepsilon_\phi}{\Delta A_n}, \quad (10)$$

где

ΔP_h – номинальные потери мощности, Вт;

ΔP_ϕ – фактические потери мощности (при нагрузке P_c), Вт;

β_0 – коэффициент ухудшения охлаждения;

ΔA_n – потери энергии в двигателе при пуске, Дж.

$$\Delta A_n = \left(1 + \frac{R_1}{R'_2} \right) \left[\frac{J_{\text{пр}} \omega_0^2}{2} + M_c \left(\omega_0 t_n - \int_0^{t_n} \omega dt \right) \right]. \quad (11)$$

Для определения параметров двигателя (R_1 , R'_2 , X_1 , X'_2 , I'_{2h}) достаточно воспользоваться упрощенной Г-образной схемой замещения.

Для построения механических характеристик при частотном регулировании достаточно для каждого значения частоты определить:

- синхронную угловую скорость ω_{of}

$$\omega_{of} = \omega_o \frac{f}{50}, \quad (12)$$

где ω_o – синхронная скорость, с^{-1} ;

f – частота питающего напряжения. Гц.

S_{kf} – критическое скольжение

$$S_{kf} = \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + \left(X_k \frac{f}{50} \right)^2}}, \quad (13)$$

где

R_1 - активное сопротивление обмотки статора, Ом;
 R'_2 - активное сопротивление обмотки ротора, приведенное к статору, Ом;
 X_k - суммарное индуктивное сопротивление обмоток статора и ротора, Ом;
- скорость при критическом моменте ω_{kf}

$$\omega_{kf} = \omega_{of} \left(1 - S_{kf}\right), \quad (14)$$

критический момент M_{kf}

$$M_{kf} = \frac{3 \left(U_{\phi n} \frac{f}{50} \right)^2}{2 \omega_{of} \left[R_1 + \sqrt{R_1^2 + \left(X_k \frac{f}{50} \right)^2} \right]}, \quad (15)$$

где $U_{\phi n}$ - номинальное фазное напряжение сети, В.

Раздел 4. Выбор электродвигателя с к.-з. ротором с повышенным пусковым моментом для режима S2

Для полного использования двигателя по нагреву в кратковременном режиме работы S2, предназначенного для продолжительного режима S1, какими являются электродвигатели с повышенным пусковым моментом, его следует перегружать, то есть выбирать, исходя из условия

$$P_h < P_c. \quad (13)$$

Для количественной оценки перегрузки используются коэффициенты термической (p_T) и механической (p_m) перегрузок, для определения которых необходимо рассчитать постоянную времени нагрева T_h .

По известным для выбранного двигателя номинальной мощности P_h и коэффициенту механической перегрузки p_m определяют мощность P_k , которую может развивать данный двигатель, не перегреваясь, в течение времени t_p при кратковременном режиме работы:

$$P_k = p_m P_h. \quad (14)$$

При этом должно выполняться условие:

$$P_k \geq P_c. \quad (15)$$

Кроме проверки по условию нагрева, двигатель проверяется по условию надежного пуска.

Превышение температуры двигателя в конце цикла работы может быть определено из уравнения кривой нагрева:

$$\tau_{t_p} = \tau_{уст.\phi} \left[1 - \exp\left(-\frac{t_p}{T_h}\right) \right], \quad (16)$$

где

$\tau_{уст.\phi} = \tau_{доп} \frac{\Delta P_\phi}{\Delta P_h}$ – установившееся значение превышения температуры электродвигателя при нагрузке P_c , °C;

$\tau_{доп}$ – допустимое превышение температуры, °C;

ΔP_ϕ – потери мощности при нагрузке P_c , кВт;

ΔP_h – номинальные потери мощности, кВт.

4.4.3 Разработка заключения

Студент подводит итоги работы и делает соответствующие выводы. Необходимо указать, что асинхронный электропривод является основным, доля которого составляет более 70% всех электроприводов, работающих в сельском хозяйстве и промышленности, а потребление электроэнергии ими – более 80% от электроэнергии, производимой в России.

4.4.4 Оформление библиографического списка

В библиографическом списке указываются сведения о книгах (автор, заглавие, место издания, издательство, год издания и количество страниц), нормативной правовой документации и т.д.

4.4.5 Оформление Приложения (по необходимости)

Приложения являются самостоятельной частью работы. В приложениях курсовой работы помещают материал, дополняющий основной текст.

Приложениями могут быть: таблицы большого формата; статистические данные; техническая документация и сертификаты на оборудование и материалы, а также тексты, которые по разным причинам не могут быть помещены в основной работе и т.д.

5. Требования к оформлению курсовой работы

5.1 Оформление текстового материала (ГОСТ 7.0.11 – 2011)

1. Курсовая работа должен быть выполнен печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне белой бумаги формата А 4 (210x297 мм).
2. Поля: с левой стороны – 25мм; с правой – 10мм; в верхней части – 20мм; в нижней – 20мм.
3. Типшрифта: *TimesNewRomanCyr*. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов (глав): полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт. Цвет шрифта должен

- быть черным. Межсимвольный интервал – обычный. Межстрочный интервал – полуторный. Абзацный отступ – 1,25 см.
4. Страницы должны быть пронумерованы. Порядковый номер ставится в **середине верхнего поля**. Первой страницей считается титульный лист, но номер страницы на нем не проставляется.
 5. Главы имеют **сквозную нумерацию** в пределах работы и обозначаются арабскими цифрами. **В конце заголовка точка не ставится**. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. **Переносы слов в заголовках не допускаются**.
 6. Номер подраздела (параграфа) включает номер раздела (главы) и порядковый номер подраздела (параграфа), разделенные точкой. Пример – 1.1, 1.2 и т.д.
 7. Главы работы по объему должны быть пропорциональными. Каждая глава начинается с новой страницы.
 8. В работе необходимо чётко и логично излагать свои мысли, следует избегать повторений и отступлений от основной темы. Не следует загромождать текст длинными описательными материалами.
 9. На последней странице курсового проекта ставится дата окончания работы и подпись автора.
 10. Законченную курсовую работу следует переплести в папку.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением в том же месте исправленного текста машинописным способом или черными чернилами. Помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста не допускаются. Возможно наклеивание рисунков и фотографий.

Требования к изложению текста. Изложение содержания пояснительной записи должно быть кратким и четким. В тексте должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами или общепринятые в научно-технической литературе.

Условные буквенные обозначения величин, а также условные графические обозначения должны соответствовать требованиям государственных стандартов (это относится и к единицам измерения). Условные буквенные обозначения должны быть тождественными во всех разделах записи. Если в пояснительной записи принята особая система сокращения слов или наименований, то в ней должен быть приведен перечень принятых сокращений, который помешают перед «содержанием».

В тексте, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

- применять математический знак минус (-) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);
- применять знак «Ø» для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак «Ø»;

- применять без числовых значений математические знаки, например:
■(больше), <(меньше), =(равно), >(больше или равно), <(меньше или равно),
■≠(не равно), а также №(номер), % (процент);
- применять индексы стандартов, технических условий без регистрационного номера.

Правила печатания знаков. Знаки препинания (точка, запятая, двоеточие, точка с запятой, многоточие, восклицательный и вопросительный знаки) от предшествующих слов пробелом не отделяют, а от последующих отделяют одним пробелом.

Дефис от предшествующих и последующих элементов не отделяют.

Тире от предшествующих и последующих элементов отделяют обязательно.

Кавычки и скобки не отбивают от заключенных в них элементов. Знаки препинания от кавычек и скобок не отбивают.

Знак № применяют только с относящимися к нему числами, между ними ставят пробел.

Знаки сноски (звездочки или цифры) в основном тексте печатают без пробела, а от текста сноски отделяют одним ударом (напр.: слово¹, ¹ Слово).

Знаки процента и промилле от чисел отбивают.

Знаки углового градуса, минуты, секунды, терции от предыдущих чисел не отделяют, а от последующих отделяют пробелом (напр.: 5° 17').

Знак градуса температуры отделяется от числа, если за ним следует сокращенное обозначение шкалы (напр., 15 °С, но 15° Цельсия).

Числа и даты. Многозначные числа пишут арабскими цифрами и разбивают на классы (напр.: 13 692). Не разбивают четырехзначные числа и числа, обозначающие номера.

Числа должны быть отбиты от относящихся к ним наименований (напр.: 25 м). Числа с буквами в обозначениях не разбиваются (напр.: в пункте 26). Числа и буквы, разделенные точкой, не имеют отбивки (напр.: 2.13.6).

Основные математические знаки перед числами в значении положительной или отрицательной величины, степени увеличения от чисел не отделяют (напр.: -15, ×20).

Для обозначения диапазона значений употребляют один из способов: многоточие, тире, знак ÷, либо предлоги от ... до По всему тексту следует придерживаться принципа единообразия.

Сложные существительные и прилагательные с числами в их составе рекомендуется писать в буквенно-цифровой форме (напр.: 150-летие, 30-градусный, 25-процентный).

Стандартной формой написания дат является следующая: 20.03.93г. Возможны и другие как цифровые, так и словесно-цифровые формы: 20.03.1993г., 22 марта 1993 г., 1 сент. 1999 г.

Все виды некалендарных лет (бюджетный, отчетный, учебный), т.е. начинаяющихся в одном году, а заканчивающихся в другом, пишут через косую черту: В 1993/94 учебном году. Отчетный 1993/1994 год.

Сокращения. Используемые сокращения должны соответствовать правилам грамматики, а также требованиям государственных стандартов.

Однотипные слова и словосочетания везде должны либо сокращаться, либо нет (напр.: *в 1919 году и XX веке* или *в 1919 г. и XX в.*; *и другие, то есть или и др., т.е.*).

Существует ряд общепринятых графических сокращений:

Сокращения, употребляемые самостоятельно: *и др.*, *и пр.*, *и т.д.*, *и т.п.*

Употребляемые только при именах и фамилиях: *г-н*, *т.*, *им.*, *акад.*, *д-р.*, *доц.*, *канд.физ.-мат.наук*, *ген.*, *чл.-кор.* Напр.: *доц. Иванов И.И.*

Слова, сокращаемые только при географических названиях: *г.*, *с.*, *пос.*, *обл.*, *ул.*, *просп.* Например: *в с.Н.Павловка*, но: *в нашем селе.*

Употребляемые при ссылках, в сочетании с цифрами или буквами: *гл.5, п.10, подп.2а, разд.А, с.54 – 598, рис.8.1, т.2, табл.10 – 12, ч.1.*

Употребляемые только при цифрах: *в.*, *вв.*, *г.*, *гг.*, *до н.э.*, *г.н.э.*, *тыс.*, *млн.*, *млрд.*, *экз.*, *к.*, *р.* Например: *20 млн. р.*, *5р. 20к.*

Используемые в тексте сокращения поясняют в скобках после первого употребления сокращенного понятия. Напр.:... *заканчивается этапом составления технического задания (ТЗ).*

В пояснительной записке следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ8.417-2002 или ГОСТ8.430-88. В качестве обозначений предусмотрены буквенные обозначения и специальные знаки, напр.: *20.5кг*, *438 Дж/(кг/К)*, *36°C*. При написании сложных единиц комбинировать буквенные обозначения и наименования не допускается. Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшимся систем, разрешенных к применению.

5.2 Оформление ссылок (ГОСТР 7.0.5)

При написании курсовой работы/проекта необходимо давать краткие внутритекстовые библиографические ссылки. Если делается ссылка на источник в целом, то необходимо после упоминания автора или авторского коллектива, а также после приведенной цитаты работы, указать в квадратных скобках номер этого источника в библиографическом списке. Например: По мнению Ван Штраалена, существуют по крайней мере три случая, когда биоиндикация становится незаменимой [7].

Допускается внутритекстовую библиографическую ссылку заключать в круглые скобки, с указанием авторов и года издания объекта ссылки. Например, (Черников, Соколов 2018).

Если ссылку приводят на конкретный фрагмент текста документа, в ней указывают порядковый номер и страницы, на которых помещен объект ссылки. Сведения разделяют запятой, заключая в квадратные скобки. Например, [10, с. 81]. Допускается оправданное сокращение цитаты. В данном случае пропущенные слова заменяются многоточием.

5.3 Оформление иллюстраций (ГОСТ 2.105-95)

Иллюстрации, сопровождающие пояснительную записку, могут быть выполнены в виде диаграмм, номограмм, графиков, чертежей, карт, фотоснимков и др. Указанный материал выполняется на формате А4, т.е. размеры иллюстра-

ций не должны превышать формата страницы с учетом полей. Иллюстрации могут быть расположены по тексту пояснительной записи, а также даны в приложении. Сложные иллюстрации могут выполняться на листах формата А3 и больше со сгибом для размещения в пояснительной записке.

Все иллюстрации нумеруются в пределах текста арабскими цифрами (если их более одной). Нумерация рисунков может быть как сквозной, например, Рис. 1, так и индексационной (по главам пояснительной записи, например, Рис. 3.1). В тексте, где идет речь о теме, связанной с иллюстрацией, помещают ссылку либо в виде заключенного в круглые скобки выражения (рис. 3.1) либо в виде оборота типа «...как это видно на рис. 3.1».

Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Слово «Рисунок» пишется полностью. В этом случае подпись должна выглядеть так: Рисунок 2 - Жизненные формы растений

Точка в конце названия не ставится.

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рис. 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рис. 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Независимо от того, какая представлена иллюстрация - в виде схемы, графика, диаграммы - подпись всегда должна быть «Рисунок». Подписи типа «Схема 1.2», «Диагр. 1.5» не допускаются.

Схемы, графики, диаграммы (если они не внесены в приложения) должны размещаться сразу после ссылки на них в тексте курсовой работы/проекта. Допускается размещение иллюстраций через определенный промежуток текста в том случае, если размещение иллюстрации непосредственно после ссылки на нее приведет к разрыву и переносу ее на следующую страницу.

Если в тексте документа имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагают в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций, а для электро- и радиоэлементов - позиционные обозначения, установленные в схемах данного изделия.

Исключение составляют электро- и радиоэлементы, являющиеся органами регулировки или настройки, для которых (кроме номера позиции) дополнительно указывают в подрисуночном тексте назначение каждой регулировки и настройки, позиционное обозначение и надписи на соответствующей планке или панели.

Допускается, при необходимости, номер, присвоенный составной части изделия на иллюстрации, сохранять в пределах документа.

Для схем расположения элементов конструкций и архитектурно-строительных чертежей зданий (сооружений) указывают марки элементов. При ссылке в тексте на отдельные элементы деталей (отверстия, пазы, канавки, буртики и др.) их обозначают прописными буквами русского алфавита.

При оформлении графиков оси (абсцисс и ординат) вычерчиваются сплошными линиями. На концах координатных осей стрелок не ставят (рис.3.1). Числовые значения масштаба шкал осей координат пишут за пределами графика (левее оси ординат и ниже оси абсцисс). По осям координат

должны быть указаны условные обозначения и размерности отложенных величин в принятых сокращениях. На графике следует писать только принятые в тексте условные буквенные обозначения. Надписи, относящиеся к кривым и точкам, оставляют только в тех случаях, когда их немного, и они являются краткими. Многословные надписи заменяют цифрами, а расшифровку приводят в подрисуночной подписи.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба и пространственного расположения.

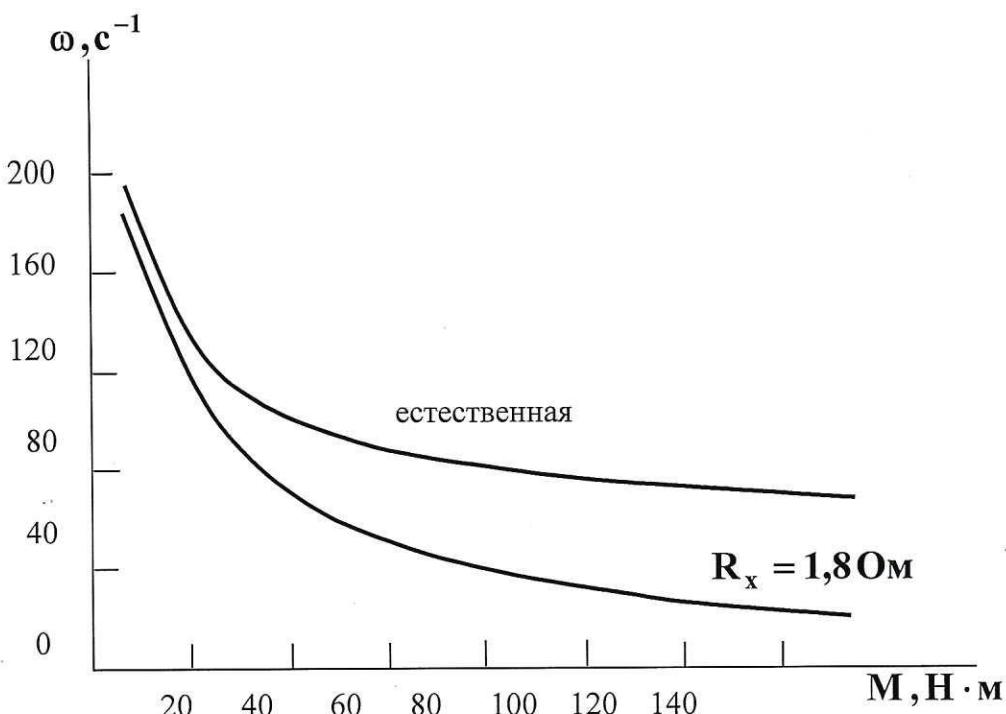


Рисунок 3.1. – Естественная и реостатная механические характеристики двигателя

Иллюстрации должны быть вставлены в текст одним из следующих способов:

- либо командами ВСТАВКА-РИСУНОК (используемые для вставки рисунков из коллекции, из других программ и файлов, со сканера, созданные кнопками на панели рисования, автофигуры, объекты *WordArt*, а также диаграммы). При этом все иллюстрации, вставляемые как рисунок, должны быть преобразованы в формат графических файлов, поддерживаемых *Word*;
- либо командами ВСТАВКА-ОБЪЕКТ. При этом необходимо, чтобы объект, в котором создана вставляемая иллюстрация, поддерживался редактором *Word*стандартной конфигурации.

5.4 Общие правила представления формул (ГОСТ 2.105-95)

Формулы должны быть оформлены в редакторе формул *EquationEditor* и вставлены в документ как объект.

Размеры шрифта для формул:

- обычный
- 14 пт;

- крупный индекс – 10 пт;
- мелкий индекс – 8 пт;
- крупный символ – 20 пт;
- мелкий символ – 14 пт.

Значения указанных символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой, причем каждый символ и его размерность пишутся с новой строки и в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Пример:

Номинальные потери мощности в электродвигателе определяются по формуле:

$$\Delta P_h = P_h \frac{1 - \eta_h}{\eta_h}, \quad (3.1)$$

где P_h – номинальная мощность электродвигателя, кВт;

η_h – номинальный КПД электродвигателя, о.е.

Все формулы нумеруются арабскими цифрами, номер ставят с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках. Номер формулы состоит из 2-х частей, разделенный точкой, например (3.1), первая часть выделена под номер раздела, вторая часть – номер формулы. Допускается нумерация формул в пределах пояснительной записи. При переносе формулы номер ставят напротив последней строки в край текста. Если формула помещена в рамку, номер помещают вне рамки против основной строки формулы.

Группа формул, объединенных фигурной скобкой, имеет один номер, помещаемый точно против острия скобки.

При ссылке на формулу в тексте ее номер ставят в круглых скобках. *Например:*

Из формулы (3.1) следует...

В конце формулы и в тексте перед ней знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации. Формулы, следующие одна за другой, отделяют запятой или точкой с запятой, которые ставят за формулами до их номера. Переносы формул со строки на строку осуществляются в первую очередь на знаках отношения ($=$; \neq ; \geq , \leq и т.п.), во вторую – на знаках сложения и вычитания, в третью – на знаке умножения в виде косого креста. Знак следует повторить в начале второй строки. Все расчеты представляются в системе СИ.

5.5 Оформление таблиц (ГОСТ 2.105-95)

На все таблицы в тексте должны быть ссылки. Таблица должна располагаться непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Все таблицы нумеруются (нумерация сквозная, либо в пределах раздела – в последнем случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой (*например: Таблица 1.2*)). Таблицы

каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением обозначения приложения (например: Приложение 2, табл. 2).

Название таблицы следует помещать над таблицей по центру, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире (например: Таблица 3 – Классификация центробежных насосов).

При переносе таблицы на следующую страницу название помещают только над первой частью. Над другими частями также слева пишут слово «Продолжение» или «Окончание» и указывают номер таблицы (например: Продолжение таблицы 3).

Таблицы, занимающие страницу и более, обычно помещают в приложение. Таблицу с большим количеством столбцов допускается размещать в альбомной ориентации. В таблице допускается применять размер шрифта 12, интервал 1,0.

Заголовки столбцов и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки столбцов – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков столбцов и строк точки не ставят.

Разделять заголовки и подзаголовки боковых столбцов диагональными линиями не допускается. Заголовки столбцов, как правило, записывают параллельно строкам таблицы, но при необходимости допускается их перпендикулярное расположение.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей. Но заголовок столбцов и строк таблицы должны быть отделены линией от остальной части таблицы.

При заимствовании таблиц из какого-либо источника, после нее оформляется сноска на источник в соответствии с требованиями к оформлению сносок.

Пример:

Таблица 3 – Классификация автоматизированных электроприводов

Классификационный признак	Классификационные градации
По способу передачи механической энергии исполнительному органу	1.Индивидуальный 2.Групповой 3.Многодвигательный 4.Взаимосвязанный

-----разрыв страницы-----

Продолжение таблицы 3

По виду движения электродвигателя	1.Вращательного движения 2.Линейный 3.Нереверсивный 4.Реверсивный 5.Непрерывный 6.Дискретный 7.Многокоординатный
По роду тока электродвигателя	1.Постоянного тока 2.Переменного тока

5.6 Оформление библиографического списка (ГОСТ 7.1)

Оформление книг

с 1 автором

Попков. О.З. Основы преобразовательной техники / О.З. Попков. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 200 с.

с 2-3 авторами

Чиликин, М.Г. Общий курс электропривода / учебник для вузов/ М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с.

с 4 и более авторами

Чиликин, М.Г. Основы автоматизированного электропривода/ М.Г. Чиликин [и др.] - М.: Энергия, 1974.- 500 с.

Оформление учебников и учебных пособий

Кабдин, Н. Е. Электрический привод /учебник/ Н.Е. Кабдин. - М.: ФГБОУ-ВПО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2014. – 224 с.

Оформление учебников и учебных пособий под редакцией

Использование дистанционных методов исследования при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия: уч. пособие / И.Ю. Савин, В.И.Савич, Е.Ю. Прудникова, А.А. Устюжанин; под ред. В.И. Кирюшина. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014. - 180 с.

Для многотомных книг

Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: Т.3. Системы распределения и подачи воды / Журба, М.Г. Соколов Л.И., Говорова Ж.М. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2010. –408 с.

Словари и энциклопедии

Ожегов, С. И. Толковый словарь русского языка / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. - М.: Азбуковник, 2000. - 940 с.

Экономическая энциклопедия / Е. И. Александрова [и др.]. - М.: Экономика, 1999. - 1055 с.

Оформление статей из журналов и периодических сборников

1. Стребков, Д.С. Возобновляемые источники энергии в ВИЭСХ – история и перспективы/ Д.С. Стребков, Л.Д. Сагинов // Вестник ВИЭСХ. – 2015. – № 1(18). – С. 3-5.
2. Krylova, V.V. Hypoxic stress and the transport systems of the peribacteroid membrane of bean root nodules / V.V. Krylova, S.F. Izmailov // Applied Biochemistry and Microbiology, 2011. - Vol. 47. - №1. - P.12-17.
3. Шевкун, Н.А. Применение пневмоакустических распылителей жидкости в конструкции опрыскивателей для садоводства/ Н.А. Шевкун, В.А. Шевкун, Р.Е. Глушанков//Доклы ТСХА: Сборник статей. – 2015. – Вып.287. Т.II. Ч. 1. – С. 313-315.

4. Shumakova, K.B., Burmistrova A.Yu. The development of rational drip irrigation schedule for growing nursery apple trees (*Malus domestica* Borkh.) in the Moscow region/ K.B. Shumakova, A.Yu. Burmistrova // European science and technology: materials of the IV international research and practice conference. Vol. 1. Publishing office Vela Verlag Waldkraiburg – Munich – Germany, 2013. - P. 452–458.

Диссертация

Самарин, Г.Н. Энергосберегающая технология формирования микроклимата в животноводческих помещениях. – Дисс. док.техн. наук. Москва, 2009. – 442 с.

Автореферат диссертации

Кириченко А.С. Обоснование параметров комбинированной системы солнечно-го тепло-холодоснабжения: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.14.08 – М.: 2015. – 27с.

Описание нормативно-технических и технических документов

1. ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления»—Введ. 2009-01-01.— М.: Стандартинформ, 2008.— 23 с.
2. Пат. 2187888 Российской Федерации, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В. И.; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи.— №2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. №23 (II ч.). — 3 с.

Описание официальных изданий

Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года.— М.: Эксмо, 2013. – 63 с.

Депонированные научные работы

1. Крылов, А.В. Гетерофазная кристаллизация бромида серебра/ А.В.Крылов, В.В.Бабкин; Редкол. «Журн. прикладной химии». – Л., 1982. – 11с. – Деп. в ВИНИТИ 24.03.82; № 1286-82.
2. Кузнецов, Ю.С. Изменение скорости звука в холодильных расплавах / Ю. С. Кузнецов; Моск. хим.-технол. ун-т. – М., 1982. – 10с. – Деп. в ВИНИТИ 27.05.82; № 2641.

Электронные ресурсы

1. Суров, В.В. Продуктивность звена полевого севооборота / В.В. Суров, О.В. Чухина // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – №4(8) [Электронный журнал]. – С.18-23. – Режим доступа: URL molochnoe.ru/journal.
2. Защита персональных данных пользователей и сотрудников библиотеки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nbrkomi.ru>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 14.04.2014).

5.7 Оформление графических материалов

Графическая часть выполняется на одной стороне белой чертёжной бумаги в соответствии с требованиями ГОСТ 2.301-68 формата А1 (594x841). В

обоснованных случаях для отдельных листов допускается применение других форматов.

Требования к оформлению графической части изложены в стандартах ЕСКД: ГОСТ 2.302-68* «Масштабы»; ГОСТ 2.303-68* «Линии»; ГОСТ 2.304-81* «Шрифты», ГОСТ 2.305-2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения», графики, диаграммы должны выполняться по ГОСТ Р 50-77-88. и т. д.

Основная надпись на чертежах выполняется по ГОСТ 2.104-2006. Оформления основной надписи графической части выполняется в соответствии с ГОСТ Р 21.1101-2013 СПДС.

Каждый чертеж графической части снабжается основной надписью (угловым штампом).

Чертежи должны быть оформлены в полном соответствии с государственными стандартами: «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД); «Системы проектной документации для строительства» (СПДС) и других нормативных документов. На каждом листе тонкими линиями отмечается внешняя рамка по размеру формата листа, причем вдоль короткой стороны слева оставляется поле шириной 25 мм для подшивки листа. В правом нижнем углу располагается основная подпись установленной формы.

5.8 Оформление приложений (ГОСТ 2.105-95)

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием на верху посередине страницы слова "Приложение" и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ъ. Допускается использование для обозначения приложений арабских цифр. После слова "Приложение" следует буква (или цифра), обозначающая его последовательность.

Приложения, как правило, оформляют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А2, А1 по ГОСТ 2.301.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

5.9 Требования к лингвистическому оформлению курсовой работы

Курсовая работа должен быть написан логически последовательно, литературным языком. Повторное употребление одного и того же слова, если это возможно, допустимо через 50 – 100 слов. Не должны употребляться как излишне пространные и сложно построенные предложения, так и чрезмерно краткие лаконичные фразы, слабо между собой связанные, допускающие двойные толкования и т. д.

При написании курсовой работы не рекомендуется вести изложение от первого лица единственного числа: «я наблюдал», «я считаю», «по моему мнению» и т.д. Корректнее использовать местоимение «мы». Допускаются обороты с сохранением первого лица множественного числа, в которых исключается местоимение «мы», то есть фразы строятся с употреблением слов «наблюдаем»,

«устанавливаем», «имеем». Можно использовать выражения «на наш взгляд», «по нашему мнению», однако предпочтительнее выражать ту же мысль в безличной форме, например:

- изучение педагогического опыта свидетельствует о том, что ...;
- на основе выполненного анализа можно утверждать ...;
- проведенные исследования подтвердили...;
- представляется целесообразным отметить;
- установлено, что;
- делается вывод о...;
- следует подчеркнуть, выделить;
- можно сделать вывод о том, что;
- необходимо рассмотреть, изучить, дополнить;
- в работе рассматриваются, анализируются...

При написании курсовой работы необходимо пользоваться языком научного изложения. Здесь могут быть использованы следующие слова и выражения:

- для указания на последовательность развития мысли и временную соотнесенность:
 - прежде всего, сначала, в первую очередь;
 - во – первых, во – вторых и т. д.;
 - затем, далее, в заключение, итак, наконец;
 - до сих пор, ранее, в предыдущих исследованиях, до настоящего времени;
 - в последние годы, десятилетия;
- для сопоставления и противопоставления:
 - однако, в то время как, тем не менее, но, вместе с тем;
 - как..., так и...;
 - с одной стороны..., с другой стороны, не только..., но и;
 - по сравнению, в отличие, в противоположность;
- для указания на следствие, причинность:
 - таким образом, следовательно, итак, в связи с этим;
 - отсюда следует, понятно, ясно;
 - это позволяет сделать вывод, заключение;
 - свидетельствует, говорит, дает возможность;
 - в результате;
- для дополнения и уточнения:
 - помимо этого, кроме того, также и, наряду с..., в частности;
 - главным образом, особенно, именно;
- для иллюстрации сказанного:
 - например, так;
 - проиллюстрируем сказанное следующим примером, приведем пример;
 - подтверждением выше сказанного является;
- для ссылки на предыдущие высказывания, мнения, исследования и т.д.:
 - было установлено, рассмотрено, выявлено, проанализировано;
 - как говорилось, отмечалось, подчеркивалось;
 - аналогичный, подобный, идентичный анализ, результат;
 - по мнению X, как отмечает X, согласно теории X;

- для введения новой информации:
 - *рассмотрим следующие случаи, дополнительные примеры;*
 - *перейдем к рассмотрению, анализу, описанию;*
 - *остановимся более детально на...;*
 - *следующим вопросом является...;*
 - *еще одним важнейшим аспектом изучаемой проблемы является...;*
- для выражения логических связей между частями высказывания:
 - *как показал анализ, как было сказано выше;*
 - *на основании полученных данных;*
 - *проведенное исследование позволяет сделать вывод;*
 - *резюмируя сказанное;*
 - *дальние перспективы исследования связаны с....*

Письменная речь требует использования в тексте большого числа развернутых предложений, включающих придаточные предложения, причастные и деепричастные обороты. В связи с этим часто употребляются составные подчинительные союзы и клише:

- *поскольку, благодаря тому что, в соответствии с...;*
- *в связи, в результате;*
- *при условии, что, несмотря на...;*
- *наряду с..., в течение, в ходе, по мере.*

Необходимо определить основные понятия по теме исследования, чтобы использование их в тексте курсовой работы было однозначным. Это означает: то или иное понятие, которое разными учеными может трактоваться по-разному, должно во всем тексте данной работы от начала до конца иметь лишь одно, четко определенное автором курсовой работы.

В курсовой работе должно быть соблюдено единство стиля изложения, обеспечена орфографическая, синтаксическая и стилистическая грамотность в соответствии с нормами современного русского языка.

6. Порядок защиты курсовой работы

Ответственность за организацию и проведение защиты курсовой работы возлагается на заведующего кафедрой и руководителя выполнения курсовой работы. Заведующий кафедрой формирует состав комиссии по защите курсовых работ, утвержденный протоколом заседания кафедры. Руководитель информирует обучающихся о дне и месте проведения защиты курсовых работ, обеспечивает работу комиссии необходимым оборудованием, проверяет соответствие тем представленных курсовых работ примерной тематике, готовит к заседанию комиссии экзаменационную ведомость с включением в нее тем курсовых работ обучающихся, дает краткую информацию о порядке проведения защиты курсовых работ, обобщает информацию об итогах проведения защиты курсовых работ на заседании кафедры.

К защите могут быть представлены только работы, которые получили положительную рецензию. Не зачтённая работа должна быть доработана в соответствии с замечаниями руководителя в установленные сроки и сдана на проверку повторно.

Защита курсовых работ проводится до начала экзаменационной сессии. Защита курсовой работы включает:

- краткое сообщение автора продолжительностью 5-7 минут об актуальности работы, целях, объекте исследования, результатах и рекомендациях по совершенствованию деятельности анализируемой организации в рамках темы исследования;

- вопросы к автору работы и ответы на них;
- отзыв руководителя.

Защита курсовой работы производится публично (в присутствии обучающихся, защищающих работы в этот день) членам комиссии.

Если при проверке курсовой работы или защите выясняется, что обучающийся не является ее автором, то защита прекращается. Обучающийся будет обязан написать курсовую работу по другой теме.

При оценке курсовой работы учитывается:

- степень самостоятельности выполнения работы;
- актуальность и новизна работы;
- сложность и глубина разработки темы;
- знание современных подходов на исследуемую проблему;
- использование периодических изданий по теме;
- качество оформления;
- четкость изложения доклада на защите;
- правильность ответов на вопросы.

Курсовая работа выполняется согласно номеру варианта индивидуального задания, выданного преподавателем.

Таблица 6 – Критерии оценки курсовой работы

Оценка	Критерии оценки
«отлично»	курсовая работа выполнена в соответствии с утвержденным планом; расчеты, таблицы, графики и схемы выполнены точно и верно. Студентом сформулированы собственные аргументированные выводы по теме курсовой работы. Студент владеет специальной терминологией; стилистические и грамматические ошибки отсутствуют. Оформление курсовой работы соответствует предъявляемым требованиям. При написании и защите курсовой работы студентом продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретических знаний и наличие практических навыков. Чертежи выполнены в соответствии с ГОСТами. При защите курсовой работы студент отвечает на вопросы.
«хорошо»	курсовая работа выполнена в соответствии с утвержденным планом; расчеты, таблицы, графики и схемы выполнены с неточностями. Имеются замечания к оформлению курсовой работы. Студент владеет специальной терминологией. При написании и защите курсовой работы студентом продемонстрирован средний уровень развития профессиональных компетенций, наличие теоретических знаний и достаточных практических навыков. Чертежи выполнены в соответствии с ГОСТами. При защите курсовой работы студент владеет материалом, но отвечает не на все поставленные вопросы.

«удовлетворительно»	курсовая работа выполнена в соответствии с утвержденным планом; расчеты, таблицы, графики и схемы выполнены с ошибками. Студентом не сделаны собственные выводы по теме курсовой работы. Грубые недостатки в оформлении курсовой работы; слабое владение специальной терминологией; стилистические и грамматические ошибки. При защите курсовой работы, испытывал затруднения при ответах на вопросы.
«неудовлетворительно»	курсовая работа выполнена не в соответствии с утвержденным планом, не раскрыто содержание каждого вопроса; допустил грубые ошибки в расчетах, таблицах, графиках и схемах. Студентом не сделаны выводы по теме курсовой работы. Грубые недостатки в оформлении курсовой работы. На защите курсовой работы студент показал поверхностные знания по теме, не правильно отвечал на вопросы.

По итогам защиты за курсовой работы выставляется оценка на титульный лист работы, в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение курсовой работы

7.1 Основная литература

1. Епифанов, А. П. Электропривод в сельском хозяйстве. [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов /А.П. Епифанов, А.Г. Гущинский, Л.М. Малайчук. —4- е изд., стер.— Санкт-Петербург: Лань, 2022 — 224 с. – Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/262475>
2. Епифанов, А. П. Электропривод [Электронный ресурс]: учебник /А.П. Епифанов, А.Г. Гущинский, Л.М. Малайчук. – Санкт-Петербург: Лань, 2022 — 400 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/210941>.
3. Кабдин, Н.Е. Электропривод [Электронный ресурс]: Учебник. Н.Е. Кабдин, В.Ф. Сторчевой. — М.:МЭСХ, 2021. — 286 с. – Режим доступа: URL: <https://elib.iimacad.ru/dl/full/s10032022ElPrivod.pdf>
4. Кабдин, Н.Е. Электрический привод [Электронный ресурс]: учебник; 2-е издание, переработанное и дополненное / Н.Е. Кабдин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - Электрон. текстовые дан. – Москва: [б. и.], 2017. – 234 с. – Режим доступа: URL: <http://elib.timacad.ru/dl/full/s10032022kabdin.pdf>.
5. Фролов, Ю. М. Электрический привод: краткий курс [Электронный ресурс] учебник для вузов / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. дан.col. Москва :Юрайт, 2025. – 253 с. - (Высшее образование). – Режим доступа: URL: <https://urait.ru/bcode/562659>.
6. Шичков, Л. П. Основы электрического привода : [Электронный ресурс] : учебник и практикум для вузов / Л. П. Шичков. - 3-е изд., пер. и доп. - Электрон. дан.col. – Москва :Юрайт, 2025. – 193 с. - (Высшее образование). – Режим доступа: URL: <https://urait.ru/bcode/568635>.
7. Шичков, Л.П. Электрический привод [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов /Л.П. Шичков. —3-е изд., пер. и доп. — М.: Юрайт, 2025. –355 с. – Режим доступа: URL: <https://urait.ru/bcode/562668>.

7.2 Дополнительная литература

1. Безик, В. А. Электропривод [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению курсовой работы для студентов направлений подготовки 13.03.02 электроэнергетика и электротехника, 35.03.06 агроинженерия / В. А. Безик. – Брянск : Брянский ГАУ, 2019. – 40 с. –
Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/171984>.
1. Дементьев, Ю. Н. Электрический привод [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Ю. Н. Дементьев, А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев. - 2-е изд. - Электрон. дан.col. – М.: Юрайт, 2025. – 223 с. - (Высшее образование). –
Режим доступа: URL: <https://urait.ru/bcode/561059>.
2. Герасенков, А.А. Автоматизированный электропривод. Основные понятия, терминология и условные обозначения [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.А. Герасенков, Н.Е. Кабдин. — М.: МГАУ, 2009. — 107 с.
3. Герасенков, А.А. Электрические схемы в курсовом и дипломном проектировании [Текст] / А. А. Герасенков, И.Ф. Бородин, В.М. Богоявленский. - М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2006. – 70 с.
4. Герасенков, А.А. Электропривод: устройства защиты и управления. [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.А. Герасенков, Н.Е. Кабдин, А.В. Сергованцев. — М.: МГАУ, 2011. — 124 с.
5. Кабдин, Н.Е. Электрический привод [Текст]: учебник / Н.Е. Кабдин. — М.: ФГБОУ ВПО РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014. — 224 с.
6. Онищенко, Т.Б. Электрический привод [Текст]: учебник для вузов/ Г.Б. Онищенко. – М.: РАСХН, 2003.– 320 с.
7. Рычкова, Л. П. Электропривод. Примеры решения типовых задач [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Л. П. Рычкова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Иркутск : Иркутский ГАУ, 2012. - 111 с. –
Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/156819>. - Б. ц.
Книга из коллекции Иркутский ГАУ - Инженерно-технические науки. Рекомендовано к изданию типографским способом научно-методическим советом Иркутской государственной сельскохозяйственной академии
9. Фролов, Ю. М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. - 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 368 с. –
Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/422642>.
Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. Рекомендовано УМО вузов РФ по агроинженерному образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»
10. Фролов, Ю. М. Электрический привод [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. М. Фролов. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 236 с. –
Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/176851>.
11. Федоренко, В.Ф. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы развития [Текст]: научное издание/ В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишурев, Д.С. Булгакин, В.Я. Гольтяпкин, И.Т. Голубев – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 314 с.

8. Методическое, программное обеспечение курсовой работы

8.1 Методические указания и методические материалы к курсовой работе

Методические рекомендации представлены в учебнике: Кабдин, Н.Е. Электрический привод [Текст]: учебник / Н.Е. Кабдин, В.Ф. Сторчевой. – М.: ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2021. – 286 с.

8.2 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем для выполнения курсовой работы

Оформительская: Microsoft Word, графическая: AutoCad, расчетно-графические: Inventor Pro, Компас, Расчетная: MathCad.

Таблица 7 – Перечень программного обеспечения

Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016
Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2016
AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2020
Power Point	Презентация	Microsoft	2016

1. <http://www.kodges.ru/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате. pdf для бесплатного перекачивания) (открытый доступ);
2. <http://www.electrolibrary.info/>; (электронная электротехническая библиотека) (открытый доступ);
3. <http://www.rsl.ru> (официальный сайт российской государственной библиотеки) (открытый доступ);
4. <http://www.cnshb.ru/elbib.shtm> (электронная библиотека ЦНСХБ) (открытый доступ);
5. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>;
6. ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: <https://biblio-online.ru>;
7. ЭБС IPRbooks – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>;
8. ЭБС «Руконт» – Режим доступа: <http://lib.rucont.ru>
9. базы данных официального сайта ФГБУ «СПЕЦЕНТРУЧЕТ В АПК» Министерства сельского хозяйства Российской Федерации – Режим доступа: <http://www.specagro.ru>;
10. Информационно-правовой портал ГАРАНТ – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>

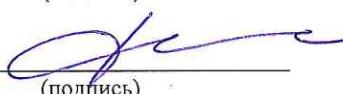
Методические указания разработали:

Кабдин Н.Е., к.т.н., доцент



(подпись)

Селезнева Д.М., к.т.н.



(подпись)

Приложение А

Пример оформления титульного листа курсовой работы



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячина
 Кафедра автоматизации и роботизации технологических процессов
 имени академика И.Ф. Бородина

Учебная дисциплина «Электропривод»

КУРСОВАЯ РАБОТА на тему:

Выполнил
обучающийся ... курса...группы

ФИО
Дата регистрации КР
на кафедре _____

Допущен (а) к защите

Руководитель:

ученая степень, ученое звание, ФИО

Члены комиссии:

ученая степень, ученое звание, ФИО подпись

ученая степень, ученое звание, ФИО подпись

ученая степень, ученое звание, ФИО подпись

Оценка _____

Дата защиты _____

Москва, 202_____

Приложение Б

Примерная форма задания

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячина
Кафедра автоматизации и роботизации технологических процессов
имени академика И.Ф. Бородина

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ (КР)

Обучающийся _____

Тема КР _____

Исходные данные к работе _____

Перечень подлежащих разработке в работе вопросов: _____

Перечень дополнительного материала _____

Дата выдачи задания

« ____ » 202 ____ г.

Руководитель (подпись, ФИО) _____

Задание принял к исполнению (подпись обучающегося) _____

« ____ » 202 ____ г.

Приложение В
Примерная форма рецензии на курсовую работу

РЕЦЕНЗИЯ

на курсовую работу обучающегося
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева»

Обучающийся _____

Учебная дисциплина _____

Тема курсовой работы _____

Полнота раскрытия темы:

Оформление:

Замечания:

Курсовая работа отвечает предъявляемым к ней требованиям и
заслуживает _____ оценки.
(отличной, хорошей, удовлетворительной, не удовлетворительной)

Рецензент _____
(фамилия, имя, отчество, уч.степень, уч.звание, должность, место работы)

Дата: «____» 202____ г. Подпись: _____