

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ**  
Донбасская государственная машиностроительная академия

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

по дисциплине

**«СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ»**

для студентов дневной и заочной формы обучения

**Краматорск 2012**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ**  
**Донбасская государственная машиностроительная академия**

Составитель

Г.В. Бородай

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**К КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

по дисциплине

**«СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ**  
**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ»**

для студентов дневной и заочной формы обучения

В печать  
Первый проректор  
А.Н. Фесенко

Переутверждено  
на заседании кафедры  
«Электромеханические  
системы автоматизации»  
Протокол № 1 от 21.08.12

**Краматорск 2012**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ**  
Донбасская государственная машиностроительная академия

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

по дисциплине

**«СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ»**

для студентов дневной и заочной формы обучения

Переутверждено  
на заседании кафедры  
«Электромеханические  
системы автоматизации»  
Протокол № 1 от 21.08.12

**Краматорск 2012**

УДК 621.3

Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Современные комплектные электроприводы технологических комплексов» для студентов дневной и заочной формы обучения /Сост. Г.В. Бородай. – Краматорск: ДГМА, 2005. – 32с.

Приведены рекомендации по расчету и выбору электродвигателей отечественного производства и производства фирмы SIEMENS, а также по выбору преобразователей фирмы SIEMENS. Даны рекомендации по разработке принципиальных электрических схем подключения двигателей к преобразователям и согласование с программируемым контроллером и панелью оператора по системе PROFIBUS.

Приведен список рекомендуемой литературы.

Составитель

Г. В. Бородай, ассист.

Отв. за выпуск

А. М. Наливайко, доц.

## ВВЕДЕНИЕ

Электродвигатель является основным элементом электрического привода производственного механизма. Соответствие его конструктивных и технических данных условиям работы механизма является необходимым требованием, выполнение которого обеспечивает минимальную стоимость электрооборудования, высокую надежность работы и наименьшие потери электроэнергии в эксплуатации.

Выбор электрических двигателей осуществляется на стадии проектирования электрических приводов. Этот этап требует особого внимания, ибо от правильного выбора типа, исполнения и мощности электродвигателя, кроме указанных факторов, непосредственно зависят управляемость электропривода, его регулировочные свойства и, в конечном счете, производительность механизма. Для правильного решения этих вопросов необходимы глубокие знания в области механики, электромеханики и теории автоматизированного электропривода.

Однако необходимость выбора двигателей возникает достаточно часто и в процессе эксплуатации. Решать эту задачу приходится электрикам промышленных предприятий при замене установленных на механизмах двигателей. Необходимость замены возникает, например, в соответствии с графиком планово-предупредительных ремонтов, а также в случае выхода двигателей из строя или несоответствия параметров установленного двигателя требованиям приводимого в движение механизма. Подобные несоответствия могут возникать вследствие изменений темпа работы или загрузки механизма, связанных с соответствующими изменениями в технологическом процессе.

Наиболее просто выбор двигателя в эксплуатации осуществляется в тех случаях, когда достоверно известно, что заменяемый двигатель загружен нормально. При этом задача сводится к подбору двигателя, по всем показателям аналогично заменяемому. Выполнение даже такой простейшей операции может быть грамотно выполнено только персоналом, имеющим необходимый минимум знаний об особенностях, исполнениях двигателей и о физическом смысле их паспортных данных. Значительно усложняется выбор двигателей в тех случаях, когда их приходится заменять в связи с опасной перегрузкой или значительной недогрузкой при работе. При этом возникает необходимость уточнения требуемой мощности двигателя, которое требует от электротехнического персонала умения производить несложные расчеты на базе каталожных данных двигателя и механизма, а также с помощью экспериментальных данных.

# 1 ВЫБОР ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ МЕХАНИЗМОВ ЦИКЛИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Электроприводы механизмов циклического действия работают в повторно-кратковременном режиме, характерной особенностью которого являются частые пуски и остановки двигателя. Из курса теории электропривода известно, что потери энергии в переходных процессах непосредственно зависят от момента инерции электропривода  $J_{\Sigma}$ .

По условиям нагрева допустимая нагрузка двигателя при повторно-кратковременном режиме выше, чем при длительном. При пуске с повышенной статической нагрузкой двигатель должен развивать и повышенный пусковой момент, превосходящий статический на значение требуемого динамического момента. Поэтому в повторно-кратковременном режиме работы требуется более высокая перегрузочная способность двигателя, чем при длительном. Требование высокой перегрузочной способности определяется также и необходимостью преодоления кратковременных механических перегрузок, возникающих при отрыве грузов, черпании грунта и т. п.

Наконец, условия нагревания и охлаждения двигателей при повторно-кратковременном режиме отличаются от аналогичных условий при длительном режиме. Особенно сильно это отличие проявляется у двигателей с самовентиляцией, так как количество охлаждающего воздуха, поступающего в двигатель, зависит от его скорости. Во время переходных процессов и пауз теплоотдача двигателя ухудшается, что оказывает существенное влияние на допустимую нагрузку двигателя.

Все эти условия определяют необходимость использования в электроприводах механизмов циклического действия специальных двигателей, номинальным режимом которых является повторно-кратковременный режим, характеризующийся определенной номинальной продолжительностью включения

$$ПВ_{НОМ} = \frac{t_p}{t_p + t_0} 100\%$$

где  $t_p$ ,  $t_0$  — соответственно время работы и время паузы.

Промышленность выпускает ряд серий двигателей повторно-кратковременного режима: асинхронные крановые с короткозамкнутым ротором серии МТКФ и с фазным ротором серии МТФ; аналогичные металлургические серии МТКН и МТН; постоянного тока серии Д (в экскаваторном исполнении серии ДЭ). Для машин указанных серий характерна удлиненная форма ротора (якоря), обеспечивающая снижение момента инерции

Выбор двигателей крановых и металлургических серий наиболее просто осуществляется в тех случаях, когда действительный график работы его совпадает с одним из номинальных, показанных на рис. 1. В каталогах и справочной литературе указываются номинальные данные двигателей при ПВ-15, 25, 40, 60 и 100%. Поэтому при работе привода с постоянной статической нагрузкой  $P_{СТ}$  при номинальном цикле не представляет трудностей подобрать по каталогу двигатель ближайшей мощности из условия  $P_{НОМ} > P_{СТ}$ .

Однако реальные циклы, как правило, сложнее, нагрузка двигателя на

различных участках цикла оказывается различной, а продолжительность включения отличается от номинальной. При таких условиях выбор двигателя производится по эквивалентному графику, приведенному в соответствие с одним из номинальных на рис. 1. С этой целью вначале определяется эквивалентная по нагреву постоянная нагрузка при действительной ПВ<sub>д</sub>, которая далее пересчитывается к стандартной продолжительности включения ПВ<sub>НОМ</sub>- Пересчет может быть произведен с помощью соотношений:

$$\left. \begin{aligned} I_{ПВ.НОМ} &= I_{ПВ.д} \sqrt{ПВ_д / ПВ_{НОМ}}; \\ M_{ПВ.НОМ} &= M_{ПВ.д} \sqrt{ПВ_д / ПВ_{НОМ}}; \\ P_{ПВ.НОМ} &= P_{ПВ.д} \sqrt{ПВ_д / ПВ_{НОМ}}; \end{aligned} \right\}$$

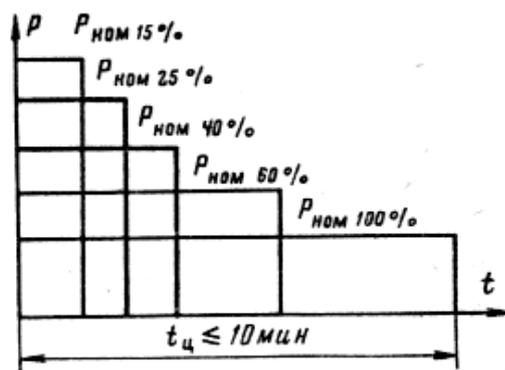


Рисунок 1 - Номинальный цикл работы двигателя для повторно-кратковременного режима

При проектировании системы электропривода тележки автоматизированного склада, работающей в программируемом режиме, важной задачей является правильный выбор мощности электродвигателя. Наибольшая мощность может быть определена по самому тяжелому режиму работы, который задается технологической картой или графиком движения.

### 1.1 Задание №1

Определить мощность, построить нагрузочную диаграмму и проверить по нагреву электродвигатель привода тележки автоматизированного склада для условий, приведенных в табл.1.

Тележка работает в программированном режиме, управление тележкой осуществляется программируемым контроллером с панели оператора. Оператором выбирается скорость перемещения тележки в зависимости от поставленной задачи.

В одном направлении тележка движется нагруженной, а в другом — вхолостую.

Варианты задания приведены в приложении А (табл. 1).

Исходные данные для расчета привода тележки автоматизированного склада приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Значение	Обозначение
Вес тележки, т	5	$G_0$
Номинальный груз, т	3,5	$G_H$
Скорость тележки, м/с	0,85	$V_1$
	0,9	$V_2$
	1,1	$V_3$
Соппротивление движению с нагрузкой, Н	2800	$F_c$
Соппротивление движению вхолостую, Н	1400	$F_{c0}$
КПД при полной нагрузке	0,85	$\eta$
Передаточное число	24	$i$
Радиус ходового колеса, м	0,3	$R_k$
Время стоянки при разгрузке, с	50	$t_{01}$
Время стоянки при загрузке, с	50	$t_{02}$
Расстояние на которое перемещается груз, м	60	$L$

При разработке курсового проекта необходимо рассчитать мощность двигателя при всех возможных скоростях перемещения тележки и, исходя из расчетов, выбрать двигатель.

## 1.2 Пример расчета привода тележки автоматизированного склада

1.2.1 Определим время перемещения тележки на расстояние 60 м:

$$t = \frac{L}{V} = \frac{60}{1,1} = 54,5 \text{ (с)}.$$

1.2.2 Продолжительность включения:

$$ПВ\% = \frac{2 \cdot t}{2 \cdot t + t_{01} + t_{02}} \cdot 100\% = \frac{2 \cdot 54,5}{2 \cdot 54,5 + 50 + 50} \cdot 100 = 52,1\%.$$

1.2.3 Рассчитаем мощность при движении тележки с нагрузкой:

$$P_c = \frac{F_c \cdot V}{1000 \cdot \eta} = \frac{2800 \cdot 1,1}{1000 \cdot 0,85} = 3,6 \text{ (кВт)}.$$

По графику  $\eta_0 = f\left(\frac{G_0}{G_H + G_0}\right)$ , приведенном на рисунке 2, при заданном

значении  $\eta$ , находим  $\eta_0$ .

$$\frac{G_0}{G_H + G_0} = \frac{5}{3,5 + 5} = 0,59.$$

Принимаем  $\eta_0 = 0,81$ .

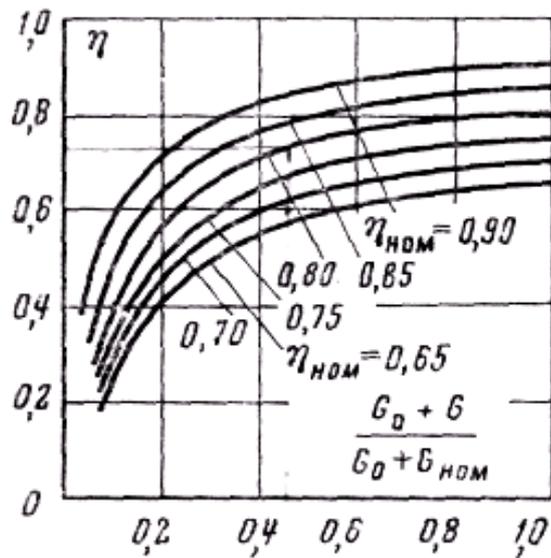


Рисунок 2 - Зависимости  $\eta = f[(G_0 + G)/(G_0 + G_{н\text{ом}})]$  при  $\eta = \text{const}$

1.2.4 Рассчитаем мощность при движении тележки в холостую:

$$P_{c0} = \frac{F_{c0} \cdot V}{1000 \cdot \eta_0} = \frac{1400 \cdot 1,1}{1000 \cdot 0,81} = 1,9 \text{ (кВт)}.$$

1.2.5 Средняя мощность:

$$P_n = \frac{P_c + P_{c0}}{2} = \frac{3,6 + 1,9}{2} = 2,75 \text{ (кВт)}.$$

1.2.6 Пересчитаем номинальную мощность двигателя при ПВ = 40 %:

$$P_{н60} = P_n \sqrt{\frac{ПВ_{\%}}{ПВ_{н\%}}} = 2,75 \sqrt{\frac{52,1}{40}} = 3,14 \text{ (кВт)}.$$

1.2.7 Скорость вращения двигателя:

$$\omega_{дв} = \omega_k \cdot i = \frac{V}{R} \cdot i = \frac{1,1}{0,3} \cdot 24 = 88 \text{ (с}^{-1}\text{)}.$$

Аналогичным образом рассчитывается мощность и скорость двигателя тележки при других скоростях перемещения тележки. Исходя из расчетов, по самому тяжелому режиму работы выбирается двигатель. Технические характеристики электродвигателей приведены в приложении Б.

Выбираем двигатель типа МТФ112-6 с параметрами, приведенными в таблице 2.

Таблица 2

Параметр	Значение	Обозначение
Номинальная мощность, кВт	5	$P_n$
Номинальная скорость, об/мин	930	$n_n$
Продолжительность включения, %	40	ПВ%
Перегрузочная способность	2,7	$\lambda$
Момент инерции, кг·м <sup>2</sup>	0,068	$J_{дв}$

1.2.8 Найдем номинальную частоту вращения:

$$\omega_n = \frac{\pi \cdot n_n}{30} = \frac{3,14 \cdot 930}{30} = 97,3 (\text{с}^{-1}).$$

1.2.9 Номинальный момент:

$$M_H = \frac{9550 \cdot P_H}{n_n} = \frac{9550 \cdot 5}{930} = 51,3 (\text{Н} \cdot \text{м}).$$

1.2.10 Максимальный момент:

$$M_K = M_H \cdot \lambda = 51,3 \cdot 2,7 = 137 (\text{Н} \cdot \text{м}).$$

1.2.11 Номинальное скольжение определится:

$$S_H = \frac{n_0 - n_n}{n_0} = \frac{1000 - 930}{1000} = 0,07.$$

1.2.12 Принимаем приведенный момент инерции всех вращающихся масс

$$J_1 = 0,09 (\text{кг} \cdot \text{м}^2).$$

1.2.13 Приведенный момент инерции при наличии груза:

$$J = \delta \cdot (J_{дв} + J_1) + (G_0 + G_n) \cdot \left( \frac{V}{\omega_{дв}} \right)^2 = 1,3 \cdot (0,068 + 0,09) + (5000 + 3500) \cdot \left( \frac{1,1}{97,3} \right)^2 = 1,29 (\text{кг} \cdot \text{м}^2).$$

1.2.14 Приведенный момент инерции при отсутствии груза:

$$J_0 = \delta \cdot (J_{дв} + J_1) + (G_0) \cdot \left( \frac{V}{\omega_{дв}} \right)^2 = 1,3 \cdot (0,068 + 0,09) + 5000 \cdot \left( \frac{1,1}{97,3} \right)^2 = 0,84 (\text{кг} \cdot \text{м}^2).$$

1.2.15 Статический момент при торможении нагруженной тележки:

$$M_C^T = \frac{F_C \cdot D_k \cdot \eta}{2 \cdot i} = \frac{2800 \cdot 0,6 \cdot 0,85}{2 \cdot 24} = 29,7 (\text{Н} \cdot \text{м}).$$

1.2.16 Статический момент при разгоне нагруженной тележки:

$$M_C^П = \frac{F_C \cdot D_k}{2 \cdot \eta \cdot i} = \frac{2800 \cdot 0,6}{2 \cdot 0,85 \cdot 24} = 41,2 (\text{Н} \cdot \text{м}).$$

1.2.17 Минимальный момент при пуске нагруженной тележки:

$$M_2 = 1,2 \cdot M_C^П = 1,2 \cdot 41,2 = 49,4 (\text{Н} \cdot \text{м}).$$

1.2.18 Максимальный момент с учетом возможной потери напряжения в сети:

$$M_1 = (0,9)^2 \cdot M_K = 0,81 \cdot 137 = 110,97 (\text{Н} \cdot \text{м}).$$

1.2.18 Средний момент двигателя при пуске нагруженной тележки:

$$M_{CP} = \frac{M_1 + M_2}{2} = \frac{110,97 + 49,4}{2} = 80,185 (\text{Н} \cdot \text{м}).$$

1.2.19 Время пуска двигателя с нагруженной тележкой:

$$t_{П} = \frac{J \cdot \omega_n}{M_{CP} - M_C^П} = \frac{1,29 \cdot 97,3}{80,185 - 41,2} = 7 (\text{с}).$$

1.2.20 Статический момент при разгоне ненагруженной тележки:

$$M_{C0}^П = \frac{F_{C0} \cdot D_k}{2 \cdot \eta_0 \cdot i} = \frac{1400 \cdot 0,6}{2 \cdot 0,81 \cdot 24} = 21,6 (\text{Н} \cdot \text{м}).$$

1.2.21 Статический момент при торможении ненагруженной тележки:

$$M_{C0}^T = \frac{F_{C0} \cdot D_k \cdot \eta_0}{2 \cdot i} = \frac{1400 \cdot 0,6 \cdot 0,81}{2 \cdot 24} = 14,2 (\text{Н} \cdot \text{м}).$$

1.2.21 Минимальный момент при пуске ненагруженной тележки:

$$M_{2o} = 1,2 \cdot M_{C0}^T = 1,2 \cdot 21,6 = 25,9 (\text{Н} \cdot \text{м}).$$

1.2.22 Средний момент двигателя при пуске ненагруженной тележки:

$$M_{CP0} = \frac{M_1 + M_{2o}}{2} = \frac{68,8 + 25,9}{2} = 47,3 (\text{Н} \cdot \text{м}).$$

1.2.23 Время пуска без груза:

$$t_{п2} = \frac{J_0 \cdot \varpi_H}{M_{CP0} - M_{C0}^T} = \frac{0,84 \cdot 97,3}{47,3 - 21,6} = 3,2 (\text{с}).$$

1.2.24 Момент и время торможения загруженной тележки:

$$M_T = 1,06 \cdot M_C^T = 1,06 \cdot 29,7 = 31,5 (\text{Н} \cdot \text{м});$$

$$t_{т1} = \frac{J \cdot \varpi_H}{M_T + M_C^T} = \frac{1,29 \cdot 97,3}{31,5 + 29,7} = 2 (\text{с}).$$

1.2.25 Момент и время торможения незагруженной тележки:

$$M_{T0} = 1,06 \cdot M_{C0}^T = 1,06 \cdot 14,2 = 15 (\text{Н} \cdot \text{м});$$

$$t_{т2} = \frac{J_0 \cdot \varpi_H}{M_{T0} + M_{C0}^T} = \frac{0,84 \cdot 97,3}{15 + 14,2} = 2,8 (\text{с}).$$

1.2.26 Путь нагруженной тележки при пуске:

$$l_{п1} = \frac{0,25 \cdot D_k \cdot \varpi_H}{i} \cdot t_{п1} = \frac{0,25 \cdot 0,6 \cdot 97,3}{24} \cdot 7 = 4,3 (\text{м}).$$

1.2.27 Путь ненагруженной тележки при пуске:

$$l_{п2} = \frac{0,25 \cdot D_k \cdot \varpi_H}{i} \cdot t_{п2} = \frac{0,25 \cdot 0,6 \cdot 97,3}{24} \cdot 3,2 = 1,9 (\text{м}).$$

1.2.28 Путь нагруженной тележки при торможении:

$$l_{т1} = \frac{0,25 \cdot D_k \cdot \varpi_H}{i} \cdot t_{т1} = \frac{0,25 \cdot 0,6 \cdot 97,3}{24} \cdot 2 = 1,2 (\text{м}).$$

1.2.29 Путь ненагруженной тележки при торможении:

$$l_{т2} = \frac{0,25 \cdot D_k \cdot \varpi_H}{i} \cdot t_{т2} = \frac{0,25 \cdot 0,6 \cdot 97,3}{24} \cdot 2,8 = 1,7 (\text{м}).$$

1.2.30 Путь нагруженной тележки в установившемся режиме:

$$l_1 = l - l_{п1} - l_{т1} = 60 - 4,3 - 1,2 = 54,5 (\text{м}).$$

1.2.31 Путь ненагруженной тележки в установившемся режиме:

$$l_2 = l - l_{п2} - l_{т2} = 60 - 1,9 - 1,7 = 56,4 (\text{м}).$$

1.2.32 Скольжение и скорость двигателя соответственно для нагруженной и ненагруженной тележки:

$$S_1 = S_H \left( \frac{M_C^T}{M_H} \right) = 0,07 \cdot \left( \frac{41,2}{51,3} \right) = 0,06.$$

$$\varpi_1 = \varpi_0 \cdot (1 - S_1) = 105 \cdot (1 - 0,06) = 98,7 (\text{с}^{-1}).$$

$$S_2 = S_H \left( \frac{M_{C0}^T}{M_H} \right) = 0,07 \cdot \left( \frac{21,6}{51,3} \right) = 0,03.$$

$$\varpi_2 = \varpi_0 \cdot (1 - S_2) = 105 \cdot (1 - 0,03) = 101,8 (\text{с}^{-1}).$$

1.2.33 Скорость нагруженной тележки:

$$V_1 = \frac{D_k \cdot \varpi_1}{2 \cdot i} = \frac{0,6 \cdot 98,7}{2 \cdot 24} = 1,23 \text{ (м/с)}.$$

1.2.34 Скорость ненагруженной тележки:

$$V_2 = \frac{D_k \cdot \varpi_2}{2 \cdot i} = \frac{0,6 \cdot 101,8}{2 \cdot 24} = 1,27 \text{ (м/с)}.$$

1.2.35 Время перемещения нагруженной тележки:

$$t_1 = \frac{l_1}{V_1} = \frac{54,5}{1,23} = 44,3 \text{ (с)}.$$

1.2.36 Время перемещения ненагруженной тележки:

$$t_2 = \frac{l_2}{V_2} = \frac{56,4}{1,27} = 44,4 \text{ (с)}.$$

1.2.37 Эквивалентное время работы:

$$t_{pЭ} = t_{п1} + t_1 + t_{п2} + t_2 = 7 + 44,3 + 3,2 + 44,4 = 98,9 \text{ (с)}.$$

1.2.38 Время паузы:

$$t_{0Э} = t_{т1} + t_{01} + t_{т2} + t_{02} = 2 + 50 + 2,8 + 50 = 104,8 \text{ (с)}.$$

1.2.39 Продолжительность включения:

$$ПВ_{\%Э} = \frac{t_{pЭ}}{t_{pЭ} + t_{0Э}} \cdot 100\% = \frac{98,9}{98,9 + 104,8} \cdot 100 = 48,5 \text{ \%}.$$

1.2.40 Построим нагрузочную диаграмму двигателя.

Нагрузочная диаграмма представлена на рис. 3.

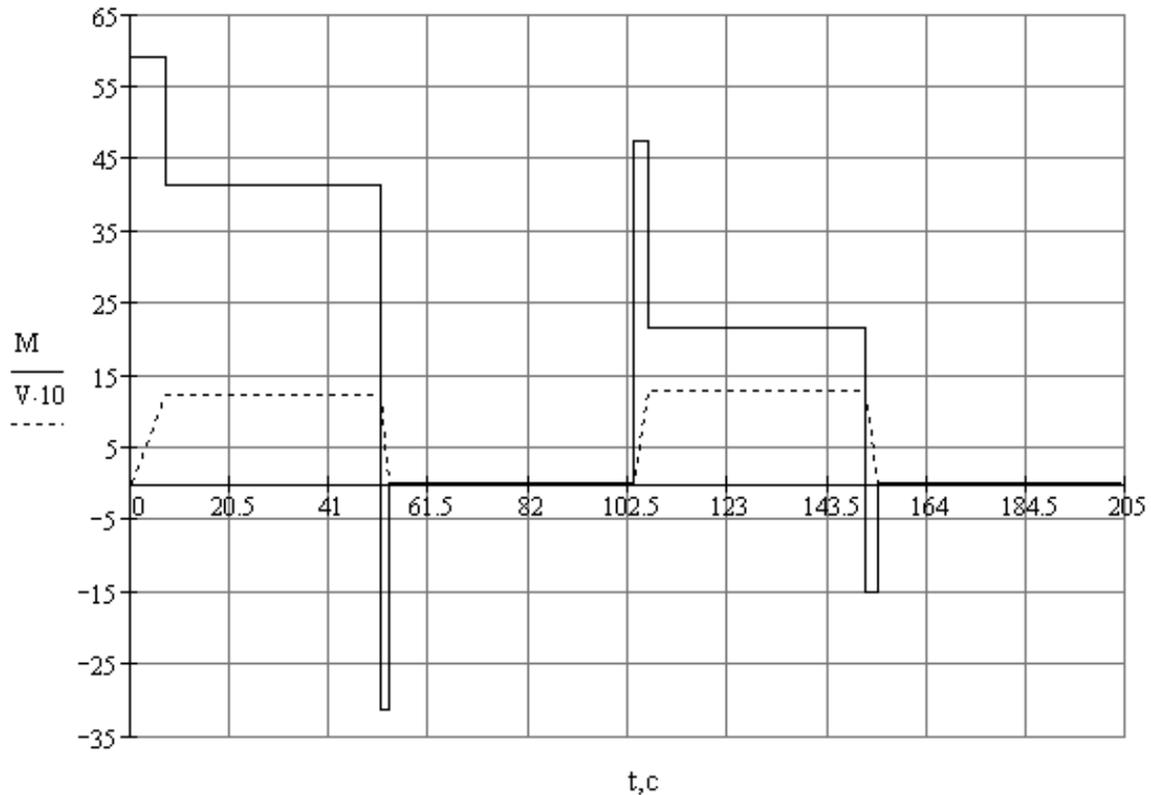


Рисунок 3.- Нагрузочная диаграмма

1.2.41 Эквивалентный момент (принимая  $\beta=0,8$  – ухудшение условий охлаждения):

$$M_{\text{Э1}} = \sqrt{\frac{M_{\text{CP}}^2 \cdot t_{n1} + M_{\text{C}}^2 \cdot t_1 + M_{\text{CP0}}^2 \cdot t_{n2} + M_{\text{C0}}^2 \cdot t_2 + M_{\text{T}}^2 \cdot t_{T1} + M_{\text{T0}}^2 \cdot t_{T2}}{\beta(t_{n1} + t_{n2} + t_1 + t_2 + t_{T1} + t_{T2}) + t_{01} + t_{02}}} =$$
$$= \sqrt{\frac{59,1^2 \cdot 7 + 41,2^2 \cdot 47,5 + 47,3^2 \cdot 3,2 + 21,6^2 \cdot 44,4 + 31,5^2 \cdot 2 + 15^2 \cdot 2,8}{0,8 \cdot 103,7 + 100}} = 27,2 \text{ (H} \cdot \text{м)}.$$

1.2.42 Пересчет на ПВ:

$$M_{\text{Э}} = M_{\text{Э1}} \sqrt{\frac{ПВ_{\text{Э}\%}}{ПВ_{\text{H}\%}}} = 27,2 \sqrt{\frac{48,5}{40}} = 29,95 \text{ (H} \cdot \text{м)}.$$

Для правильно выбранного двигателя должно соблюдаться условие:

$$M_{\text{Э}} < M_{\text{H}},$$
$$29,95 < 51,3.$$

Значит, предварительно выбранный двигатель удовлетворяет заданным параметрам электропривода тележки автоматизированного склада.

## 2 ВЫБОР ДВИГАТЕЛЯ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ФИРМЫ SIEMENS

Трехфазные серводвигатели 1FK7 Compact имеют преимущества:

- занимающая мало места установка благодаря очень высокой удельной мощности (до 25 % меньше объема сооружения в сравнении с 1FK6);
- механическая совместимость с 1FK6 (вал, фланец и штекер);
- расширенный спектр мощности.

Трехфазные серводвигатели 1FK7 High Dynamic имеют сверхвысокую динамику за счет очень малого момента инерции ротора.

Новые трехфазные серводвигатели 1FK7 очень компактные синхронные двигатели, возбуждаемые постоянным магнитом. Как преемственная серия, они базируются на опытах двигателей 1FK6.

С имеющимися опциями, редукторами и датчиками, а также расширенным спектром продуктов, двигатели 1FK7 могут оптимально приспособиваться для любого использования. Тем самым они постоянно удовлетворяют постоянно растущие требования новейшего поколения станков.

Вместе с системой преобразования SIMODRIVE 611 двигатели 1FK7 образуют мощную систему с высокой функциональностью. В зависимости от использования на выбор имеются встроенные системы датчиков для регулирования частоты вращения и положения: со встроенным резольвером двигатель 1FK7 работает на SIMODRIVE 611 analog/universal, со встроенным

инкрементальным и абсолютным датчиком – на SIMODRIVE 611 digital/universal.

Двигатели разработаны для эксплуатации без внешней вентиляции и отводят возникающие потери тепла через поверхность. Двигатели 1FK7 обладают высокой перегрузочной способностью.

Области использования:

- станки,
- роботы и системы манипулирования,
- дерево-, стекло- и обработка керамики и камня,
- упаковочные, текстильные и пластмассовые станки,
- вспомогательные оси.

SIMODRIVE 611- это гибко проектируемый преобразователь, который экономически и экологически ориентирован на технические запросы современного станкостроения.

SIMODRIVE 611- преобразователь с аналоговой или цифровой системой управления, который обеспечивает в приводной системе самые высокие требования в динамике, диапазоне регулирования частоты вращения и качестве кругового движения.

За счет модульной конструкции преобразователя возможно построение конфигурации приводов практически с любым количеством осей или главных шпинделей. Осевые модули разработаны для двигателей подачи 1FT, 1FK и 1FM, а также для двигателей главного шпинделя 1PH, 1FE1 и 1L. Силовые модули устанавливаются в зависимости от размера двигателей. По требуемой мощности промежуточного контура определяется нужный модуль питания.

Через модуль питания связка систем SIMODRIVE 611 подключается к низковольтной сети с заземленной нулевой точкой (TN-сеть).

Все модули системы преобразователей SIMODRIVE 611 выполнены в единой конструкции. Интерфейсы для подачи тока и коммуникации стандартизированы между собой, как и интерфейсы между платами управления и силовыми модулями.

Система преобразователя состоит из функциональных модулей:

- трансформаторы,
- сетевые фильтры,
- коммутирующие дроссели,
- модули питания,
- силовые модули,
- платы управления, настроенные на технологии использования и типы двигателей,
- специальные модули и прочие принадлежности.

Преобразователь разработан для встраивания в электрошкаф, который выполнен в соответствии с нормами для области использования обрабатывающих станков, в частности EN 60204.

Для модулей привода и сетевого питания, зависимых от мощности, имеются различные виды охлаждения:

- внутреннее охлаждение,
- внешнее охлаждение,

- охлаждение через воздуховод.

## **2.1 Задание №2**

По полученным расчетам задания №1 выбрать двигатель фирмы Siemens и подобрать преобразователь. Начертить схему подключения двигателя к преобразователю частоты и схему подключения программированного контроллера и панели оператора.

При выборе двигателя и преобразователя необходимо пользоваться каталогом NC 60 2004 Sinumerik /Simodrive.

## **2.2 Пример выбора двигателя фирмы Siemens**

По расчетам, полученным в задании №1, имеем двигатель мощностью 5кВт, 930об/мин, номинальным моментом 51.3Нм.

Наиболее подходящим является двигатель типа 1FK7.

Трехфазный серводвигатель 1FK7 СТ (Compact) обеспечивает экономию места благодаря высокой плотности функций, расширенный спектр мощности, очень высокую динамику благодаря незначительному моменту инерции ротора, может оптимально использоваться для любых задач. Двигатели предназначены для работы без внешней вентиляции и отводят возникающие потери тепла через поверхность. Двигатели 1FK7 могут работать при высокой допустимой перегрузке. Вместе с Simodrive 611 двигатели 1FK7 образуют высокоэффективную систему с обширными функциями.

### **2.2.1 Двигатель**

Выбираем двигатель 1FK7 083-5AF71-1AN0 со следующими параметрами:

3000 мин<sup>-1</sup>, количество пар полюсов 8, фазовый ток двигателя 10.4А, необходимый номинальный ток преобразователей 9А, калькуляционная мощность 5кВт, номинальный момент вращения 10.5Нм.

Конфигурация силового кабеля следующая: силовой кабель с полным экраном 6FX8002 – 5DA01 – 1BF0 с кабелем тормоза, длина кабеля 15м.

Как видно из выбора номинальный момент выбранного двигателя ниже расчетного. Следовательно, для увеличения момента необходимо дополнительно выбрать редуктор, позволяющий увеличить момент.

### **2.2.2 Редуктор**

Выбираем редуктор LP155-M01.

Трехфазные серводвигатели 1FK6/1FK7 в комбинации с планетарными редукторами образуют компактные соосные устройства привода. Редукторы прифланцовываются непосредственно на стороне А двигателей.

При выборе необходимо учитывать, что максимальная частота вращения двигателя не должна превышать допустимой частоты вращения привода редуктора. При высокой частоте коммутации необходимо учитывать коэффициент  $f_2$  (смотри руководство по проектированию). При проектировании в основном необходимо учитывать момент трения редуктора.

Редукторы поставляются несбалансированные с призматической шпонкой.

Технические данные планетарных редукторов следующие:

- высокий к.п.д.,
- распределение мощности между центральным колесом и планетарными шестеренками,
- благодаря симметричному распределению силы изгибы вала в группе планетарных шестеренок не возникают,
- закрытые и заполненные смазкой редукторы соединяются с валом двигателя посредством клеммной ступицы. Для этого необходим гладкий конец вала двигателя.

Редуктор LP155-M01 имеет передаточное число  $i = 5$ , максимальная допустимая входная частота вращения  $3600 \text{ мин}^{-1}$ , максимальный допустимый выходной момент вращения  $400 \text{ Нм}$ , максимальная допустимая радиальная сила привода  $7500 \text{ Н}$ , момент инерции редуктора  $25.73 \cdot 10^{-4} \text{ кгм}^2$ .

Следовательно, момент двигателя увеличится :

$M_{дв} = M \cdot I = 10.5 \cdot 5 = 52.5 \text{ Нм}$ , что удовлетворяет условию.

## 2.3 Пример выбора преобразователя фирмы Siemens

Необходимо подобрать преобразователь к двигателю 1FK7 083-5AF71-1AN0.

Наиболее подходящим является преобразователь Simodrive 611. Этот тип преобразователя имеет модульную конструкцию, следовательно, необходимо сделать выбор модулей в соответствии с поставленной задачей.

Централизованные приводные системы предлагают широкий силовой спектр в модульной конструкционной технике. С помощью различных модулей регулирования могут реализовываться разные соединения приводов с главной системой управления.

### 2.3.1 Пластина подключения экрана

Чтобы выполнить требования ЕG-рекомендаций по электромагнитной совместимости, следует использовать сетевые фильтры, а силовые кабели двигателей и кабели между сетевыми фильтрами, коммутирующими дросселями и модулями питания нужно закрыть экраном.

Для надежного контакта экранов экранированных силовых кабелей двигателя на модулях имеются специальные пластины подключения экрана с подготовленными местами для подключения экрана. Эти пластины имеют, кроме того, монтажные точки для соединительных клемм заземления.

Выбираем пластину подключения экрана с внутренним охлаждением для модуля шириной 100мм: 6SN1162 - 0EA00 - 0BA0.

### **2.3.4 Шина подключения экрана**

Шина подключения экрана служит для соответствующего EMV контактирования электрических кабелей на нулевом потенциале модульного корпуса. Через резьбовые втулки на силовых и питающих модулях поверх плат управления.

Выбираем пластину:

6SN1162 – 0FA00 – 0AA0.

### **2.3.5 Фильтрпакет**

Для модулей питания/рекуперации (E/R) поставляются сетевые фильтрпакеты. Эти фильтрующие пакеты состоят, соответственно, из одного сетевого фильтра и HF-коммутирующего дросселя, который в отдельном корпусе встроен в пакет.

В соответствии нормам EMV (норма продукции IEC 61800-3; EN 61800-3; VDE 0 160 T 100) требуется устранение радиопомех. В ЕЭС также имеется такое предписание. Для этого необходимы сетевые фильтрующие пакеты, состоящие из коммутирующего дросселя и сетевого фильтра. Фильтр с коммутирующим дросселем образует блок, специально адаптированный для процессов, протекающих в E/R.модулях. Использование внесистемных фильтров может привести к превышению предельных значений, резонансам, перенапряжениям, поломкам двигателя или устройства.

Для очень компактного монтажа и в особенности для адаптации сетевых фильтрпакетов к монтажной плоскости и к точкам скрепления предыдущих

фильтрующих модулей, в распоряжении имеются наборы адаптеров.

Выбираем сетевой фильтрпакет для модуля питания/рекуперации на 16 кВт:

6SN1111 – 0AA01 – 2BB0

и набор адаптеров 6SN1162 – 0GA00 – 0BA0.

### **2.3.6 Коммутирующий дроссель**

Коммутирующие дроссели решают следующие задачи:

- ограничивают влияние преобразователя на сеть,
- аккумулируют энергию в режимах рекуперации для E/R модулей.

Технические данные дросселей сведены в таблицу 3.

*Таблица 3*

Привязка к модулю питания	кВт	16
Номинальный переменный ток	А	30
Мощность потерь	Вт	170
Макс. сечение клеммы	мм <sup>2</sup>	16
Вес	кг	8,5
Размеры (Ш x В x Г) .	мм	330x145x150
Напряжение питающей сети	В	3АС 400 В
Частота	Гц	50/60
Вид защиты		IP 00
эксплуатация	°С	-25 до +40

Заказной номер дросселя 6SN1111 – 0AA00 – 0BA1

### **2.3.7 Сетевой фильтр**

Сетевые фильтры ограничивают помехи, наводимые в силовых кабелях и исходящие от блоков преобразователя, на допустимом EMV- уровне для промышленных сетей.

В связи с последовательной компоновкой конструкции установок в соответствии с руководством по проектированию и по сборке для SIMODRIVE, SINUMERIK и SIROTEC сохраняются предельные значения на месте установки согласно предписаниям ЕЭС по EMV. Сетевые фильтры для E/R- модулей могут использоваться как в режиме синусоидального , так пульсирующего тока .

Другие функции сетевого фильтра в комбинации с E/R- модулями в режиме синусоидального тока:

- ограничение напряжения низкочастотных сетевых гармоник при достаточной мощности короткого замыкания сети на уровне VDEW-условий,
- гашение резонансных цепей (цепи, которые чаще всего образуются из неизвестных полных сопротивлений сети и полных сопротивлений системы привода),
- переключение тока утечки на чувствительных к универсальному току FI-устройствах с аварийными номинальными токами 300мА (для типов сетевых фильтров 16 и 36 кВт ).

Выбираем фильтр 6SN1111 – 0AA01 – 2BA0, имеющий следующие параметры:

- номинальный переменный ток 30А,
- мощность потерь 70Вт,
- макс. сечение клеммы 10 мм<sup>2</sup>,
- напряжение питающей сети 3АС 400В,
- частота питающей сети 50/60 Гц.

### **2.3.8 Модуль питания/рекуперации**

Через модули питания набор приводов подключается к энергопитающей сети. Из сетевого напряжения 3АС 400В ±10% 50/60Гц, 3АС 415В ±10% 50/60Гц или 3АС 480В +6%, -10% 50/60Гц, модули питания вырабатывают постоянное напряжение для промежуточного контура. Централизованно через приборную шину для приводных модулей, а также, при необходимости, для объединенных в связку систем SINUMERIK 840D и SINUMERIK 810D, дополнительно предоставляется напряжение питания электроники (±24В, ±15В, +5В и т.д.).

Функции, встроенные в модули питания и питания/рекуперации, сокращают внешнюю проводку системы приводов:

- встроенная защита сети, управляемая через входные клеммы (24 В),
- через один внешний блокировочный вход подача энергии для катушки сетевого контактора может прерываться, тем самым через аппаратный контакт,
- достигается гальваническое размыкание силовых контактов защиты сети,
- автоматическая предзагрузка промежуточного контура при подключении сети,

- возможен режим настройки с двигателями 1FT5 в самотормозящих осях (предпосылка: напряжение промежуточного контура должно понижаться за счет снижения сетевого напряжения),

- поддержание питания электроники из энергии промежуточного контура для выполняемого останова связанных приводных осей при исчезновении напряжения сети (активация этой функции через соответствующие внешние цепи). Таким образом, в этом рабочем состоянии также возможно торможение, для чего используется модуль импульсного сопротивления,

- централизованный контроль напряжений сети, промежуточного контура и электроники  $\pm 24$  В,  $\pm 15$  В, +5 В.

Выбираем модуль питания/рекуперации:

6SN1145 – 1BA01 – 0BA1 со следующими параметрами:

номинальная мощность 16кВт, пиковая мощность 21кВт, длительная мощность рекуперации 16кВт, пиковая мощность рекуперации 35кВт, номинальный ток 27А, ток подключения при нулевом напряжении 30А, пиковый ток 59А, ширина 100мм.

### ***2.3.9 Модуль ограничения перенапряжений***

Модуль ограничения перенапряжений ограничивает на совместимых значениях перенапряжения, которые возникают, например, за счет манипуляций по переключению на индуктивных потребителях и сетевых согласующих трансформаторах. Для модулей питания начиная с 10кВт (ширина 100 мм), можно устанавливать модуль ограничения перенапряжения в интерфейс X181.

Выбираем модуль ограничения перенапряжений:

6SN1111 – 0BA00 – 2AA0.

### ***2.3.10 Силовой модуль***

Силовые модули подходят для питания:

- серводвигателей 1FT и 1FK
- шпинделей 1FE
- линейных двигателей 1FN
- двигателей главного шпинделя 1PH и 1FE1
- асинхронных стандартных двигателей

Широкая палитра силовых модулей, расположенная по токам и разделенная на три различных типа охлаждения, поставляется в 1- и 2-осевом исполнении. Данные тока относятся к последовательной предварительной установке. При высоких частотах собственных колебаний или при высоких тактовых частотах необходимо учитывать коэффициенты редукации. Кабель приборной шины входит в объем поставки силового модуля. Для цифровой системы кабели приводной шины должны быть заказаны отдельно.

Выбираем модуль на ток 28/56А, тип 6SN1123 – 1AA00 – 0DA1, ширина 100мм.

Кабель круглый необходим для повышения помехоустойчивости:

6SN1161 – 1CA00 – 0AA1.

### 2.3.11 Плата управления

Цифровые платы управления с аналоговым интерфейсом заданного значения или PROFIBUS-DP SIMODRIVE 611 universal.

SIMODRIVE 611 universal - это платы управления с аналоговым интерфейсом заданного значения числа оборотов или опционным интерфейсом PROFIBUS-DP, а также как варианты с функциональностью позиционирования и двигательными частотами до 1400Гц для:

- синхронных двигателей 1FK, 1FT6
- синхронных встраиваемых шпинделей 1FE1
- линейных двигателей 1FN
- асинхронных двигателей 1PH, 1LA с/без датчика
- внешних двигателей, если они подходят для режима преобразования

одно-, а также двухосевые платы управления продаются с опциями, двухосевые исполнения также могут вставляться в одноосевые силовые модули.

Для различных плат управления в распоряжении имеются следующие датчики:

- Резольвер:

переключаемое разрешение 14 / 12 бит, число полюсных пар 1 до 6, рабочая частота  $f_g$  макс. до 108Гц, внутреннее умножение 4096/16348 на число пар полюсов.

- Инкрементальный датчик с сигналами  $\sin/\cos$  1Vpp до 65535 импульсов,  $f_g$  макс. до 350кГц, коэффициент внутреннего умножения импульсов 2048.

- Датчик абсолютных значений с интерфейсом EnDat, подобно датчику  $\sin/\cos$  1VPP, плюс абсолютное положение через протокол EnDat.

Цифровые платы имеют следующие функции (на каждую ось, выбор):

- 1) два аналоговых входа (14 бит)/выхода (8 бит)  $\pm 10V$ ;
- 2) четыре цифровых входа/выхода, свободно параметризуемых;
- 3) переключаемый интерфейс датчика углового шага (WSG):

- выход: инкрементальные сигналы прямоугольной формы, воспроизведение моторного датчика с интерфейсом RS 485, RS 422 (TTL) квадратурные сигналы A, B, R. При датчике  $\sin/\cos$  1Vpp: импульс =  $\sin/\cos$  на оборот, при резольвере: 1024/4096 имп./на пару полюсов. Число импульсов для резольвера и датчика абсолютного значения с EnDat: число импульсов может умножаться: 2:1, 1:1, 1:2, 1:4, 1:8.

- ввод: инкрементальное заданное значение шага  $X_{soll}$ , прямоугольные сигналы, импульсы A, B до 2,5МГц, сигнал плюса/направления до 5МГц, прямой/инверсный сигнал до 5МГц;

- 4) прямая, вторая измерительная система при двухосевом модуле для оси A, подключаемая через оси B (модуль может работать тогда только как одноосевой модуль):

- резольвер, число пар полюсов любое,
- инкрементальный датчик  $\sin/\cos$  1VPP, 0 до 8388607 импульсов,
- датчик абсолютного значения с интерфейсом EnDat;

- 5) интерфейсы RS 232/RS 485 (TTL) для подключения ПК/PG и ввода в эксплуатацию с помощью SimoComU;

- б) четыре запоминаемых наборов данных двигателя на каждую ось, возможно переключение со звезды на треугольник;

7) позиционирование для линейных, модульных, круговых осей, ограничение толчка.

Выбираем плату управления для двигателей 1FK7

Эта плата управления предназначена для приводов подачи в автоматических линиях, ручных манипуляторах, простых станках или станках с общими задачами позиционирования без высоких требований к качеству регулирования, точности позиционирования и динамики.

Данные для действительного значения числа оборотов, положения ротора двигателя и действительного значения положения выводятся из датчика (резольвера), встроенного в двигатель. Тем самым в станке сокращается количество кабелей и жил проводов, идущих к двигателю.

Тип платы управления 6SN1118 – 0BY11 – 0AA0.

И так, выбор модулей преобразователя завершен. По выбранным данным разработаем схему электрическую принципиальную подключения двигателя к преобразователю. Схема приведена в приложении В.

### ***2.3 Пример выбора программируемого контроллера и панели оператора***

Современные программируемые контроллеры способны решать задачи:

- автоматического регулирования,
- позиционирования,
- скоростного счета и дозирования,
- логического управления.

С этой целью созданы интеллектуальные модули ввода-вывода. Эти модули снабжены встроенным микропроцессором и способны автономно выполнять критичные к времени выполнения задания, поддерживая связь с процессом с помощью собственных входов-выходов. Применение интеллектуальных модулей позволяет существенно разгрузить центральный процессор, использовать его вычислительные возможности для решения множества других задач.

SIMATIC S7-300 - это модульный программируемый контроллер для решения задач автоматизации низкой и средней степени сложности.

Модульная конструкция, работа с естественным охлаждением, возможность применения структур распределенного ввода-вывода, удобство обслуживания обеспечивают экономичность применения SIMATIC S7-300 при решении широкого круга задач автоматизации.

Области применения SIMATIC S7-300 охватывают автоматизацию:

- машин специального назначения,
- текстильных машин,
- упаковочных машин,
- систем общего машиностроения,
- производства средств автоматизации,
- производства инструмента,
- электротехнических и электронных производств и т.д.

Несколько типов центральных процессоров различной производительности и широкий спектр модулей различного назначения с множеством встроенных функций позволяют выполнять максимальную адаптацию оборудования к требованиям решаемой задачи. При модернизации и развитии производства контроллер может быть легко дополнен набором необходимых модулей.

SIMATIC S7-300 отвечает требованиям международных и национальных стандартов. Выбираем контроллер с процессором CPU315-2DP с номером 6ES7315-2AG10-0AB0.

Для управления процессом выбираем панель оператора OP170B с заказным номером 6AV6621-0AA01-0AA0.

Схема подключения контроллера и панели оператора приведена в приложении В. Спецификация выбранного оборудования приведена в приложении Г.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1. - Варианты заданий к курсовой работе

№	$\sigma_0$	$\sigma_n$	V1	V2	V3	F <sub>C</sub>	F <sub>C0</sub>	$\eta$	i	D <sub>K</sub>	t <sub>01</sub>	t <sub>02</sub>	L
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	5	6	1.0	0.95	0.8	5100	2800	0.79	18	0.25	40	35	20
2	4	6	0.9	0.8	0.85	4800	2900	0.81	15	0.3	35	30	25
3	6	5	1.1	1	0.9	6000	3500	0.65	12	0.35	45	40	30
4	7	6	0.85	0.8	0.7	6100	3200	0.8	13	0.4	50	45	30
5	5	4	1.2	1.1	1	4200	3000	0.85	16	0.35	35	30	25
6	4	5	1.0	0.9	0.8	4500	2500	0.9	14	0.3	40	30	20
7	6	7	0.8	0.7	0.6	5500	3500	0.86	17	0.4	50	40	40
8	7	6	0.7	0.6	0.55	6100	3600	0.75	20	0.35	60	50	30
9	7	5	0.95	0.9	0.85	5800	3300	0.8	19	0.45	55	35	25
10	6	4	1.2	1.1	1.05	5400	2800	0.85	21	0.3	45	30	20
11	5	7	0.65	0.6	0.5	6500	4000	0.7	10	0.25	40	45	35
12	4	3	1.5	1.4	1.35	5100	3200	0.75	11	0.3	35	35	20
13	4	4	1.3	1.2	1.15	5000	2700	0.7	18	0.35	20	25	20
14	5	5	1.4	1.3	1.2	5200	3700	0.85	17	0.4	30	30	30
15	6	6	0.9	0.8	0.75	5600	3900	0.8	16	0.25	45	50	35
16	7	7	0.95	0.9	0.8	6000	4000	0.75	15	0.35	50	45	30
17	4	7	0.6	0.55	0.5	5800	3500	0.85	14	0.4	35	40	25
18	5	8	0.65	0.6	0.55	6000	3600	0.7	13	0.3	40	35	20
19	6	8	0.7	0.65	0.6	6200	3800	0.75	12	0.35	45	45	25
20	7	8	0.75	0.7	0.65	6500	4000	0.8	11	0.45	55	50	30
21	5.5	6	0.65	0.5	0.45	5150	2850	0.9	18	0.25	35	40	20
22	4.5	6	1.5	1.45	1.4	4850	2950	0.86	17	0.3	30	35	25
23	6.5	5	1.3	1.25	1.2	6050	3550	0.75	16	0.4	40	45	30
24	7.5	6	1.4	1.35	1.3	6150	3250	0.8	15	0.25	45	50	30
25	5.5	4	0.9	0.85	0.8	4250	3050	0.85	14	0.35	30	35	25
26	4.5	5	0.95	0.9	0.85	4550	2550	0.7	13	0.4	30	40	20
27	6.5	7	0.6	0.5	0.45	5550	3550	0.75	12	0.3	40	50	35
28	7.5	6	0.65	0.6	0.5	6150	3650	0.7	11	0.35	50	60	20
29	7.5	5	0.7	0.65	0.6	5850	3350	0.85	18	0.45	35	55	20
30	6.5	4	0.75	0.7	0.65	5450	2850	0.8	15	0.35	30	45	30
31	5.5	7	1.0	0.9	0.85	6550	4050	0.75	12	0.4	45	40	35
32	4.5	3	0.9	0.85	0.8	5150	3250	0.85	13	0.35	35	35	30
33	4.5	4	1.1	1	0.95	5050	2750	0.7	16	0.3	25	20	25
34	5.5	5	0.85	0.8	0.75	5250	3750	0.75	14	0.4	30	30	20
35	6.5	6	1.2	1.1	1	5650	3950	0.8	17	0.35	50	45	25
36	7.5	7	1.0	0.9	0.8	6050	4050	0.79	20	0.45	45	50	30
37	4.5	7	0.8	0.75	0.7	5850	3550	0.81	19	0.3	40	35	25

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б (СПРАВОЧНОЕ)

Таблица 1.- Технические характеристики электродвигателей

Тип	$P_{н\delta}$ , кВт	$n_{ном}$ , об/мин	$I_{н.с.}$ , А	$\cos\varphi_{н}$	$\eta_{н}$ , %	$M_{max}$ , *М	$M_{п\delta}$ , Н*М	$I_{п}$ , А	$J$ , кг*М <sup>2</sup>	Масса, кг
МТF011-6	1,	885	5,	0,	61	9,	116	39	0,	58
МТF012-6	2,	890	7,	0,	64	11	144	56	0,	59
МТF111-6	3,	895	10	0,	70	15	176	85	0,	76
МТН111-6	3,	895	10	0,	65	13	176	83	0,	76
МТF112-6	5	930	4,	0,	75	15	216	13	0,	88
МТН112-6	4,	910	13	0,	69	15	203	11	0,	88
МТF211-6	7,	930	21	0,	77	19	256	19	0,	120
МТН211-6	7	920	22	0,	73	19	236	19	0,	120
МТF311-8	7,	695	22	0,	73	21	245	26	0,	170
МТН311-8	7,	690	23	0,	71	21	245	26	0,	170
МТF311-6	11	945	30	0,	79	42	172	31	0,	170
МТН311-6	11	940	31	0,	78	42	172	31	0,	170
МТF312-8	11	705	30	0,	77	43	165	42	0,	210
МТН312-8	11	700	31	0,	78	43	165	42	0,	210
МТF312-6	15	955	38	0,	83	60	235	63	0,	210
МТН312-6	15	950	38	0,	81	46	219	47	0,	210
МТF411-8	15	710	42	0,	81	48	206	56	0,	280
МТН411-8	15	705	43	0,	79	48	206	56	0,	280
МТF411-6	22	965	55	0,	83	60	235	63	0,	280
МТН411-6	22	960	55	0,	82	60	235	63	0,	280

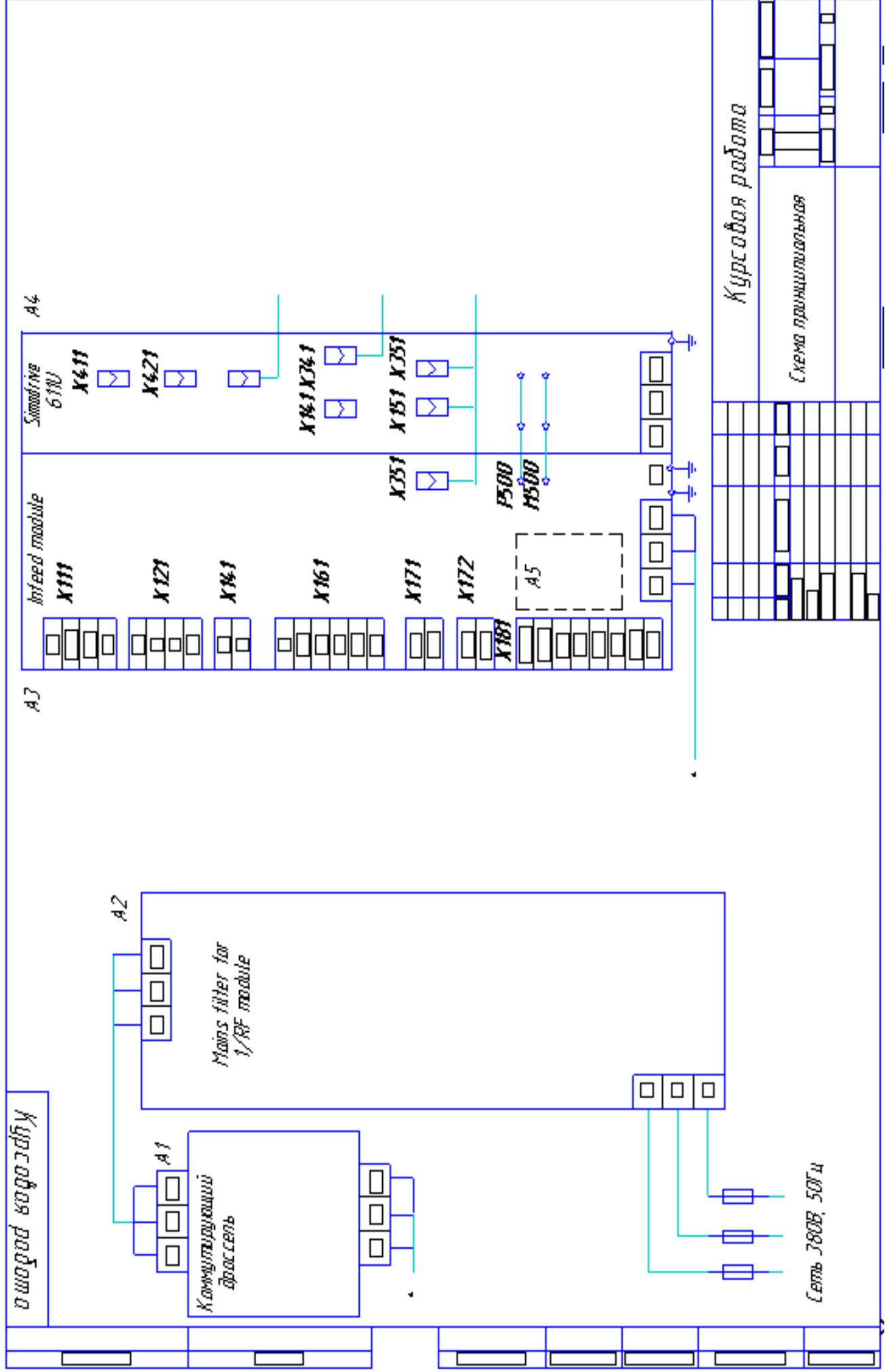
MTF412-8	22	720	65	0,	82	57	248	88	0,	345
MTH412-8	22	715	66	0,	80	57	248	88	0,	345
MTF412-6	30	970	75	0,	85	73	255	93	0,	345
MTH412-6	30	965	76	0,	84	73	255	93	0,	345
MTH511-8	28	705	71	0,	83	64	281	10	1,	470
MTH512-8	38	705	89	0,	85	77	305	13	1,	570
MTH512-6	55	960	12	0,	88	10	340	16	1,	520
MTH61ЫЮ	45	570	11	0,	84	15	185	23	4,	900
MTH611-6	75	950	15	0,	87	18	270	26	3,	810
MTH612-10	60	565	14	0,	85	15	248	21	5,	1070
MTH612-6	95	960	19	0,	88	17	366	35	4,	830
MTH613-10	75	575	18	0,	88	14	320	41	6,	1240
MTH613-6	11	960	23	0,	90	16	473	46	5,	1100
MTH711-10	10	584	24	0,	89	23	272	45	10	1550
MTH712-10	12	585	30	0,	90	23	372	56	12	1700
MTH713-10	16	586	39	0,	91	24	408	78	15	1900

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б (СПРАВОЧНОЕ)

Продолжение табл. 1

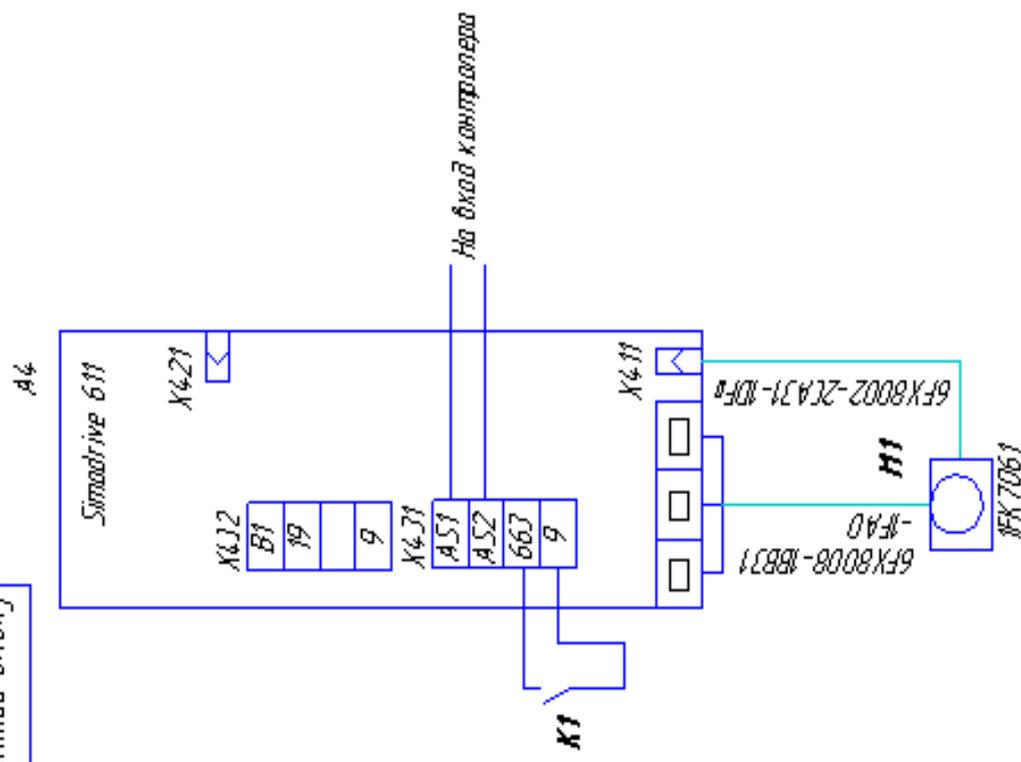
Тип	$P_H, \text{кВт}$	$n_{\text{ном}}, \text{об/мин}$	$I_{\text{н.с}}, \text{А}$	$\cos\varphi_H$	$\eta_H, \%$	$M_{\text{н.п.}}, \text{Н*М}$	$M_{\text{н.с.}}, \text{Н*М}$	$I_{\text{п}}, \text{А}$	$J, \text{кг*м}^2$	Масса, кг
МТКФ 011-6	1,4	875	5,2	0,66	61,5	41	41	15	0,02	47
МТКФ012-6	2,2	880	7,2	0,69	67	66	66	22	0,027	53
МТКФ111-6	3,5	885	9,4	0,79	72	103	102	35	0,045	70
МТКН111-6	3,0	910	9,5	0,7	68	97	97	32	0,045	70
МТКФ112-6	5,0	895	13,8	0,74	74	172	172	53	0,065	80
МТКН112-6	4,5	900	12,7	0,75	71,5	155	154	50	0,065	80
МТКФ211-6	7,5	880	19,5	0,77	75,5	216	206	78	0,11	80
МТКН211-6	7,0	895	20,8	0,7	73	226	216	88	0,11	110
МТКФ311-8	7,5	690	21,6	0,7	74	324	314	95	0,275	155
МТКН311-8	7,5	690	21	0,7	74	324	314	95	0,275	155
МТКФ311-6	11	930	28,5	0,76	77,5	382	373	130	0,212	155
МТКН311-6	11	910	28,5	0,76	77,5	383	373	130	0,212	155
МТКФ312-8	11	700	29	0,74	78	500	461	150	0,387	195
МТКН312-8	11	700	29	0,74	78	500	461	150	0,387	195
МТКФ312-6	15	930	36	0,78	81	589	579	205	0,3	195
МТКН312-6	15	930	36	0,78	81	589	579	205	0,3	195
МТКФ411-8	15	695	40	0,71	80	657	638	185	0,537	255
МТКН411-8	15	695	40	0,71	80	657	638	185	0,537	255
МТКФ411-6	22	935	51	0,79	82,5	765	706	275	0,475	255
МТКН411-6	22	935	51	0,79	82,5	765	706	275	0,475	255
МТКФ412-8	22	700	60	0,69	80,5	981	932	295	0,75	315
МТКН412-8	22	700	60	0,69	80,5	981	932	295	0,75	315
МТКФ412-6	30	935	70	0,78	83,5	981	932	380	0,637	315
МТКН412-6	30	935	70	0,78	83,5	981	932	380	0,637	315
МТКН611-8	28	695	67	0,77	83	1128	1128	336	1,075	440

# ПРИЛОЖЕНИЕ В



# ПРИЛОЖЕНИЕ В

Схема подключения двигателя



- M1-двигатель типа 1FK7
- B1-датчик обратной связи
- K1-контакт реле - разрешение работы привода

# ПРИЛОЖЕНИЕ В

всичагыттыгы омак

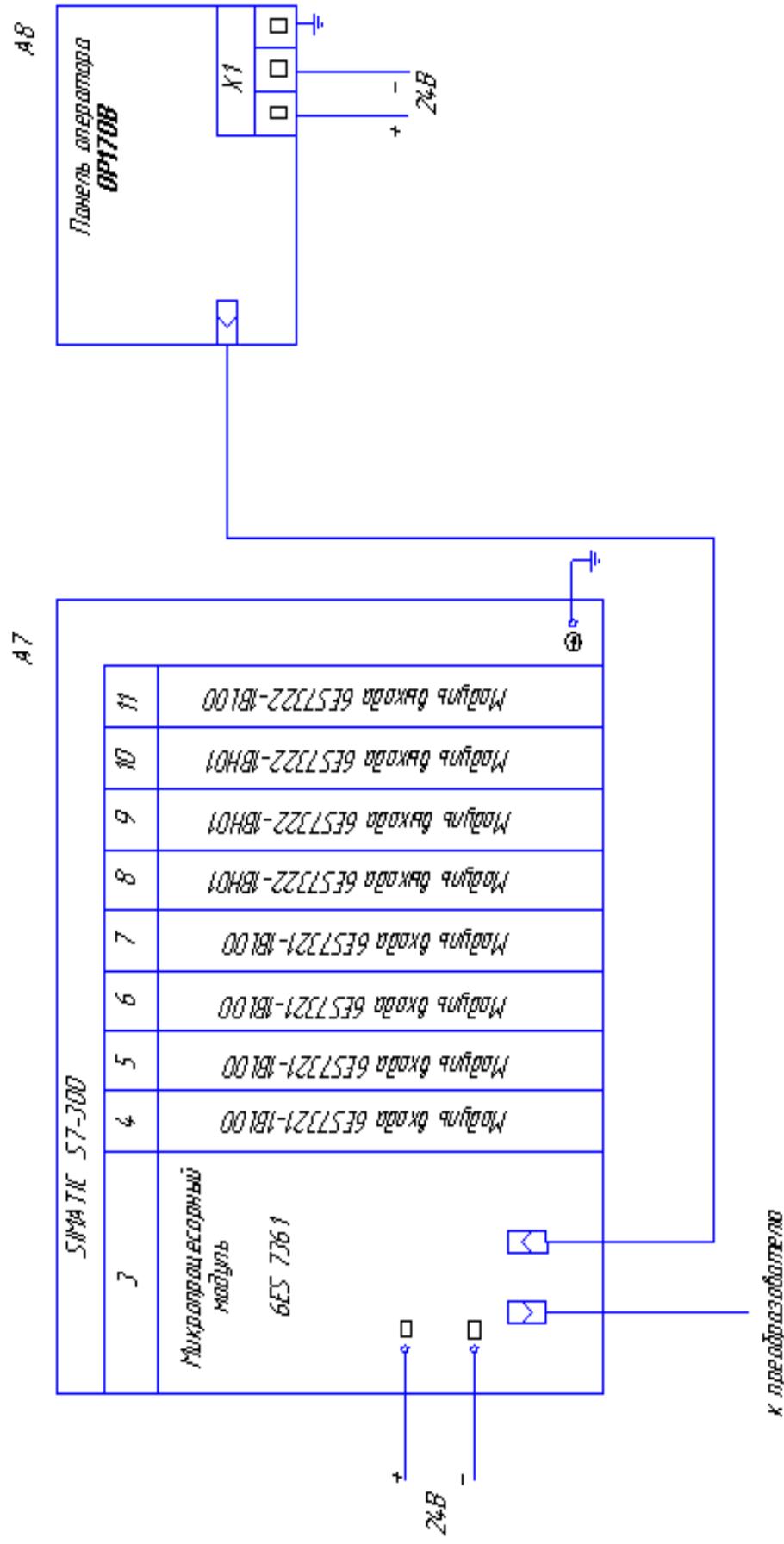


Схема принципиальная

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Зона	Поз. обозначение	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол	Примечание
	A1	Коммутирующий дроссель		
		6SN1111 – 0AA00 – 0BA1	1	
	A2	6SN1111-0AA01-2BB0		
		Simodrive 611, фильтрпакет 16кВт, с HF-коммутирующим дросселем и сетевым фильтром	1	
	A3	6SN1145-1BA01-0BA1		
		Simodrive 611. Блок питания/рекуперации 16/21кВт, регулируемый, внутреннее охлаждение, контактор с 1з контактом	1	
	A4	6SN1123-1AA00-1DA1		
		Simodrive 611. Силовой блок, 1-осевой, 27А, внутреннее охлаждение	1	
	A5	Модуль ограничения от перенапряжения		
		6SN1111 – 0AB00 – 0AA0	1	

Курсовой проект				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Пров.		Бородай		
Принял				
Н. Контр.				
Утв.				
Схема электрическая принципиальная. Перечень элементов			Листов 1	Листов 2

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Зона	Поз. обозначение	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол	Примечание
	A7	6ES7315-2AG10-0AB0		
		SIMATIC S7-300, CPU 315-2D		
		Центральный процессор	1	
	A8	6AV6542-0BB15-2AX0		
		Панель оператора Simatic OP170B, 5. 7"		
		STN-дисплей голубого свечения, интерфейс		
		MPI/Profibus-DP, интерфейс для подключения		
		принтера, разъем для установки CF-карты,		
		проектирование средствами protool/lite		
		от версии V5.2+SP2	1	
	M1	1FK7083-5AF71-1AN0		
		Синхронный электродвигатель подачи		
		1FK7 Compact 10.5Нм, 3000об/мин,		
		самоохлаждение IMB5, силовой/сигнальный		
		штекер поворачиваются на 270град,		
		измерительная система - инкрементальный		
		датчик, гладкий вал с тормозом, IP64	1	

					Курсовой проект	Лист
						2
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Игнатов В.А., Ровенский В.Б., Орлова Р.Т. Электрооборудование современных металлорежущих станков и обрабатывающих комплексов. – М.: Высшая школа, 1999. – 96 с.

2 Ключев В.И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов. - М.: МЭИ, 1980. – 360 с.

3 Борисов Ю.М. Соколов М.М. Электрооборудование ПТМ. М.: Машиностроение, 1971. – 420 с.

### **А также рекомендуется использовать следующие материалы:**

- 1 Автоматизация и привод: Каталог СА01. – Выпуск 10/2003. – ДП Сименс Украина.
- 2 Частотно-регулируемые приводы: Каталог. – Выпуск 02/2003. – ДП Сименс Украина.

# **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

по дисциплине

## **«СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ»**

для студентов дневной и заочной формы обучения

Составитель

Бородай Галина Васильевна

Редактор

Дудченко Елена Александровна

Подп. в печать

Формат 60x84/16

Ризограф. печать

Усл. печ. л.

Уч.-изд. л.

Тираж экз.

З.№