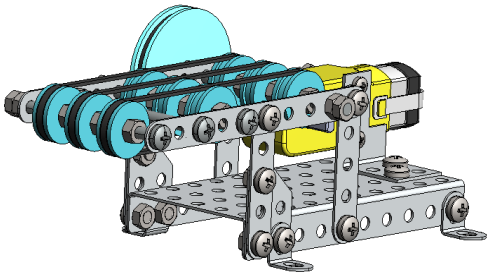
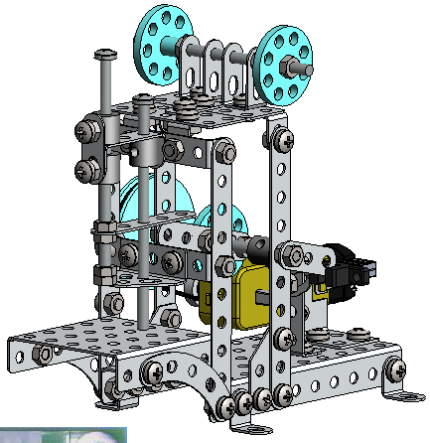
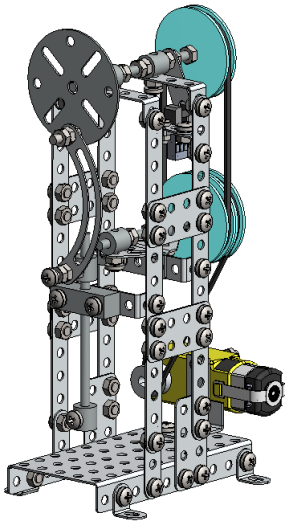
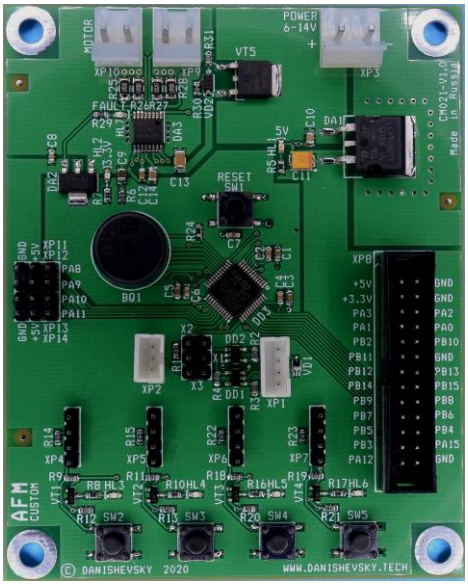
ТЕХНОЛИДЕР-1

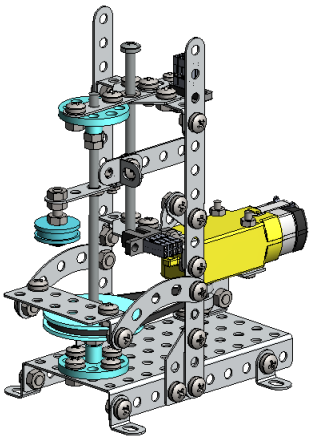
КОНСТРУКТОР ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ С ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

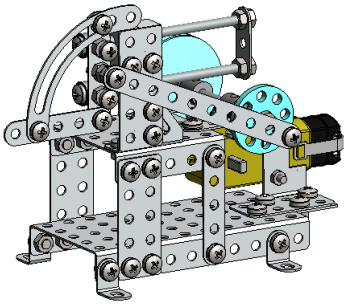


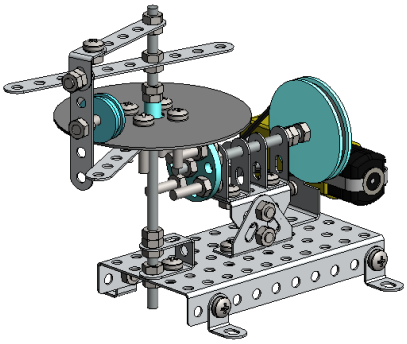












МОДЕЛЬ М2.10

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Ред. 1.00 2021 г.

Предприятие-изготовитель оставляет за собой право внесения изменений в конструкцию, внешний вид изделий и упаковки, в документацию, программы и другие материалы без уведомления потребителей.

Изображения на упаковке являются иллюстрациями и могут отличаться от актуальных изделий.

Компоненты набора предназначены исключительно для использования в познавательных (учебных) целях или в качестве материалов для индивидуального технического творчества (хобби).

Для лиц старше 14 лет.

© Danishevsky Technology, 2019, 2020, 2021

© ООО "ДАНИШЕВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЯ", ООО "ТЕХНОЛИДЕР"

Конструктор электромеханический "Технолидер-1 модель М2.10". Руководство пользователя. Ред. 1.00.

История внесения изменений:

Редакция	Дата	Изменения	Код документа
1.00	Янв-2021	Начальная редакция	UM00060100RU

Оглавление

1. Техника безопасности 6
2. Детали и компоненты конструктора 7
3. Основы механики 12
   3.1. Неподвижное соединение двух металлических деталей 12
   3.2. Применение контргаек 13
   3.3. Подвижное соединение деталей 13
4. Виды механических передач 15
   4.1. Шкиво-ременная передача 15
   4.2. Зубчатая передача 16
   4.3. Винтовая передача 17
   4.4. Кулачковый механизм 18
   4.5. Кривошипно-кулисный механизм 19
5. Электронные и электрические компоненты 22
   5.1. Модуль управляющей ЭВМ 22
      5.1.1. Разъём XP1 – подключение последовательного терминала 23
      5.1.2. Разъём XP3 – основное питание 6..14V 23
      5.1.3. Разъёмы XP4, XP5, XP6 и XP7 – подключение датчиков 24
      5.1.4. Разъёмы XP9 и XP10 – подключение двигателей 24
      5.1.5. Светодиодные индикаторы 25
      5.1.6. Кнопки 25
      5.1.7. Перемычки X1, X2, X3 – режимы работы Форт-машины 25
   5.2. Преобразователь USB-UART 26
   5.3. Электропитание 27
   5.4. Оптический датчик 28
   5.5. Мотор с редуктором 29
   5.6. Монтажная платформа 31
      5.6.1. Установка батарейного отсека 32
      5.6.2. Установка модуля AFM 33
6. Работа с модулем AFM 34
   6.1. Настройка программы терминала 34
   6.2. Загрузка исходного текста программы из файла 36
   6.3. Включаем Форт-машину 38
      6.3.1. Вход в сеанс интерактивного программирования AFS 38
      6.3.2. Очистка памяти Форт-машины 39
   6.4. Краткие сведения о языке Advanced Forth и AFS 40
   6.5. Словарь пользователя и сеанс программирования 40
   6.6. Словарь пользователя и сеанс программирования 40
      6.6.1. Слово WORDS 40
      6.6.2. Слово SMUDGE 42
      6.6.3. Слово SAVE-SESSION 42
      6.6.4. Слово BYE 42
      6.6.5. Слово SAVE-PROGRAM 43
   6.7. Комментарии в тексте программы 43
      6.7.1. Слово \\ 43
      6.7.2. Слово \ 44
   6.8. Программирование моделей конструктора 44
      6.8.1. Слова BEEP-INIT и BEEP 44
      6.8.2. Слово MOT-INIT 45
      6.8.3. Слово MOT-SPEED 45
      6.8.4. Слова MOT-FWD, MOT-REV и MOT-STOP 45
      6.8.5. Слова SW2, SW3, SW4 и SW5 45
   6.9. Некоторые правила оформления блок-схем алгоритмов 46
7. Модели, управляемые ЭВМ 48

7.1. Поворотный стол ... 48
7.1.1. Текст управляющей программы модели поворотного стола ... 51
7.2. Рольганг ... 52
7.2.1. Текст управляющей программы модели рольганга ... 55
7.3. Механическая пила ... 56
7.3.1. Текст управляющей программы модели пилы ... 60
7.4. Механический молот ... 62
7.4.1. Текст управляющей программы модели молота ... 66
7.5. Пресс ... 68
7.5.1. Текст управляющей программы пресса ... 72
7.6. Винтовой пресс ... 73
7.6.1. Текст управляющей программы винтового пресса ... 76
8. Контакты ... 78

Иллюстрации

Рисунок 2.1 Размещение деталей в ложементах ... 9
Рисунок 3.1 Выполнение неподвижного соединения ... 12
Рисунок 3.2 Примеры неподвижных соединений ... 12
Рисунок 3.3 Установка контргайки ... 13
Рисунок 3.4 Выполнение подвижного соединения с контргайками ... 13
Рисунок 3.5 Выполнение подвижного соединения с применением втулок ... 14
Рисунок 4.1 Модель шкиво-ременной передачи ... 15
Рисунок 4.2 Зубчатая передача мотор-редуктора ... 16
Рисунок 4.3 Модель зубчатой передачи Леонардо да Винчи ... 17
Рисунок 4.4 Модель винтовой передачи ... 18
Рисунок 4.5 Модель кулачкового механизма ... 19
Рисунок 4.6 Модель кулисного механизма (тип 1) ... 20
Рисунок 4.7 Модель кулисного механизма (тип 2) ... 20
Рисунок 5.1 Модуль AFM ... 22
Рисунок 5.2 Контакты разъёма XP3 – основное питание 6..14V ... 23
Рисунок 5.3 Контакты разъёмов XP4..XP7 – подключение датчиков ... 24
Рисунок 5.4 Контакты разъёмов XP9 и XP10 – подключение двигателей ... 25
Рисунок 5.5 Перемычки X1, X2,X3 – управление режимами ... 26
Рисунок 5.6 Модуль преобразователя USB-UART с кабелем ... 26
Рисунок 5.7 Кабель-преобразователь USB-UART ... 27
Рисунок 5.8 Батарейный отсек ... 28
Рисунок 5.9 Оптический датчик ... 29
Рисунок 5.10 Мотор с редуктором ... 30
Рисунок 5.11 Направление вращения вала редуктора "вперёд" ... 31
Рисунок 5.12 Монтажная платформа с установленным батарейным отсеком и модулем AFM ... 32
Рисунок 5.13 Крепление батарейного отсека ... 32

Рисунок 5.14 Крепление модуля AFM 33
Рисунок 6.1 Настройка последовательного порта 35
Рисунок 6.2 Настройка параметров терминала 36
Рисунок 6.3 Передача тестового файла в Tera Term 37
Рисунок 6.4 Редактирование буфера обмена в Tera Term 38
Рисунок 6.5 Элементы блок-схем алгоритмов 46
Рисунок 7.1 Модель поворотного стола 49
Рисунок 7.2 Алгоритм управляющей программы модели поворотного стола 50
Рисунок 7.3 Модель рольганга 53
Рисунок 7.4 Алгоритм управляющей программы модели рольганга 54
Рисунок 7.5 Модель механической пилы 57
Рисунок 7.6 Алгоритм управляющей программы модели пилы 58
Рисунок 7.7 Алгоритм управляющей программы модели пилы (окончание) 59
Рисунок 7.8 Модель механического молота 63
Рисунок 7.9 Модель механического молота (окончание) 64
Рисунок 7.10 Алгоритм управляющей программы модели молота 65
Рисунок 7.11 Модель пресса 69
Рисунок 7.12 Модель пресса (окончание) 70
Рисунок 7.13 Алгоритм управляющей программы модели пресса 71
Рисунок 7.14 Модель винтового пресса 74
Рисунок 7.15 Алгоритм управляющей программы модели винтового пресса 75

Таблицы

Таблица 2.1 Содержимое USB-Flash накопителя с информационными материалами 7
Таблица 2.2 Список деталей и компонентов набора 10

Уважаемые друзья!

В современном мире нас окружает множество машин, механизмов и электронных устройств, большинство из которых производят на заводах при помощи других машин. С каждым годом их становится все больше, они становятся совершеннее, разнообразнее. Очень важно, чтобы машины выполняли работу слаженно, быстро, продуктивно, были надежными и удобными.

Конструктор «Технолидер-1» поможет вам узнать, как устроена и работает современная техника. Вы сможете собирать своими руками различные механизмы, приводить их в движение, управлять ими.

Конструктор позволит овладеть первичными навыками сборки, понять принципы действия и назначение различных механических передач и приводов, широко применяемых в машиностроении, познакомиться с основами мехатроники и программирования.

Вам будут предложены для сборки шесть основных моделей. В описании к каждой модели указаны необходимые детали и приведены программы управляющей ЭВМ.

Модели следует рассматривать только как примеры, они могут быть изменены вами или дополнены. Из представленного набора деталей конструктора вы сможете собирать собственные машины и механизмы, реализовывать оригинальные алгоритмы их работы.

Прежде чем приступить к работе, внимательно изучите данное руководство. Это важно для того, чтобы процесс сборки был удобен и безопасен, а ваши модели хорошо работали.

1. Техника безопасности

Практически любая человеческая деятельность связана с риском получения травмы, но если соблюдать правила техники безопасности, эта неприятность с вами не произойдет.

Правил техники безопасности не много, они простые и их легко запомнить.

Правило 1. Выберите для работы светлое, сухое и просторное место.

Содержите рабочее место в чистоте и порядке. Помните – хорошее освещение рабочего места повышает производительность труда, снижает нагрузку на зрение, уменьшает риск ошибок и получения травмы.

Правило 2. Соблюдайте режим труда и отдыха!

В процессе работы рекомендуется через каждые 50 минут делать перерывы продолжительностью 10 минут.

Правило 3. Будьте аккуратны при работе с инструментом и мелкими деталями!

Мы постарались подобрать максимально удобный инструмент для сборки моделей, но важно помнить, что у инструментов имеются острые окончания, которые при неверном обращении могут привести к травме. Поэтому старайтесь аккуратно прилагать усилия при работе с ними. Острие инструментов всегда должно быть направлено в противоположную сторону от уязвимых частей тела.

Не допускайте попадание мелких деталей в рот, нос и другие части лица.

Правило 4. Будьте внимательны при работе с электричеством!

Для электропитания электронных и электромеханических устройств конструктора «Технолидер-1» используются стандартные элементы питания (батарейки) с безопасным для человека напряжением.

Устройства конструктора категорически запрещено подключать к розетке сети электроснабжения 220 В. Это может привести к поражению электрическим током, неминуемой поломке устройств конструктора и даже пожару!

Правило 5. Не допускайте короткого замыкания в электронной части конструктора!

Во избежание короткого замыкания выполняйте все соединения изолированными проводниками со специальными разъемами. Хотя в конструкторе предусмотрена защита цепей питания от короткого замыкания, старайтесь не допускать попадания металлических деталей на открытые контакты электронных устройств.

Правило 6. Избегайте попадания влаги на детали и устройства!

Это также может привести к нарушениям в работе моделей, преждевременному износу деталей и отказам устройств конструктора.

Правило 7. Не прикасайтесь к подвижным частям механизмов в процессе их работы!

Модели, которые вы будете собирать, имеют подвижные механические части. Будьте осторожны! Прикосновение к ним во время их движения может привести к получению микротравмы, а также поломке механизмов. Прикасайтесь к деталям модели только после того, как убедитесь в отключении питания от схемы и полной остановке механизма.

2. Детали и компоненты конструктора

В комплект конструктора «Технолидер-1» входят:

- детали из металла и пластика;
- электронные и электромеханические устройства;
- инструменты;
- накопитель (USB-Flash) с информационными материалами (Таблица 2.1);
- упаковка.

Таблица 2.1 Содержимое USB-Flash накопителя с информационными материалами

№	Папка	Файл	Описание
1		Index.html	"Путеводитель" по информационным материалам в формате HTML
2	DRIVER	PL2303_Prolific_DriverInstaller_v1.5.0.exe	Драйвер преобразователя интерфейсов USB-UART
3	TERMINAL	teraterm-4.101.exe	Программа терминала TeraTerm
4	Advanced Forth	Введение в Advanced Forth и Форт-машины Ред_2_02_11_2020.pdf	Вводный курс программирования AFS/AFM
5	3D Модели	Молот v1.2.pdf Пила v1.3.pdf Поворотный стол v1.2.pdf Пресс v1.3.pdf Пресс винтовой v1.4.pdf Рольганг v1.3.pdf	Модели конструктора в 3D
6	Программы	HAMMER.AF PRESS.AF ROLLGANG.AF ROTARY.AF SAW.AF SCREW.AF	Тексты программ к моделям конструктора
7	Документы	Набор Технолидер-1М210 РП Ред_1_00_RU_01_2021.pdf DS00050100RU.pdf	Руководство пользователя (этот документ) Техническая спецификация модуля AFM
8	IMG	Различные служебные файлы	Служебная информация "Путеводителя"

Названия файлов могут отличаться от указанных в таблице в связи с обновлениями версий и другими изменениями.

Перед началом работы с конструктором подключите USB-Flash к своему компьютеру и откройте файл index.html (совместим со всеми интернет-браузерами).

Внимательно ознакомьтесь с представленной информацией и выполните рекомендуемые действия по установке и настройке программного обеспечения.

Всем деталям набора присвоены номера, которыми они обозначаются на схемах и в тексте. Список деталей и компонентов набора (Таблица 2.2) поможет определить детали по номерам и внешнему виду, а также проверить их количество.

Детали разложены по отдельным ячейкам ложементов внутри упаковки конструктора. Мелкие детали в нижнем ложементе находятся под более крупными. Во избежание потери и поломки деталей старайтесь соблюдать исходный порядок расположения деталей в ячейках (см. Рисунок 2.1).

Любые детали конструктора можно приобрести дополнительно, обратившись к изготовителю (см. раздел "Контакты" в конце документа).

Пожалуйста, зарегистрируйтесь как пользователь нашей продукции (см. раздел "Контакты").

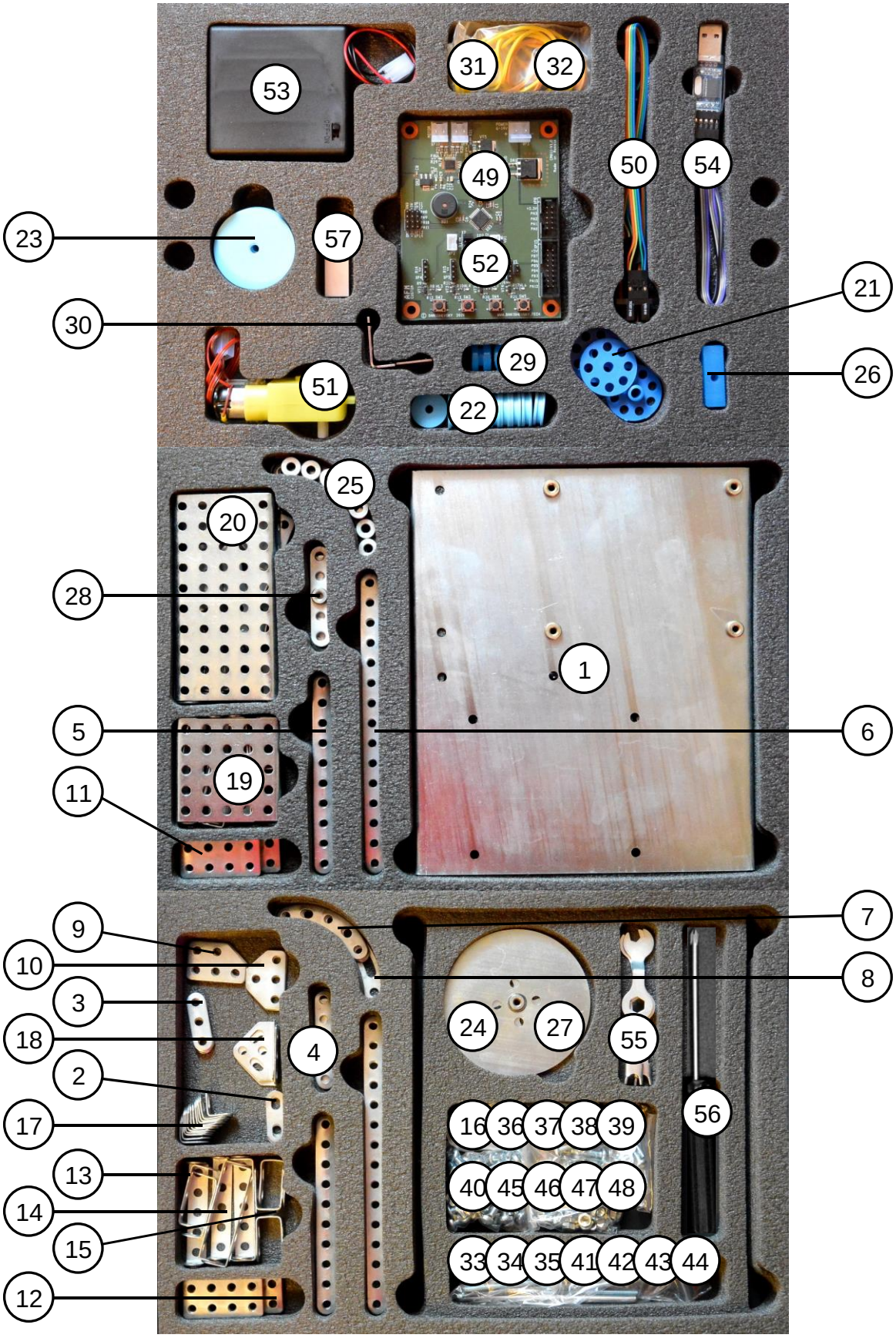


Рисунок 2.1 Размещение деталей в ложементах

Таблица 2.2 Список деталей и компонентов набора

№	Внешний вид	Наименование детали	Кол-во	№	Внешний вид	Наименование детали	Кол-во
1		Монтажная платформа	**1**	15		Скоба большая	**3**
2		Планка 2 отв.	**3**	16		Планка датчика	**2**
3		Планка 3 отв.	**4**	17		Уголок I	**12**
4		Планка 5 отв.	**4**	18		Уголок II	**2**
5		Планка 10 отв.	**6**	19		Панель	**1**
6		Планка 15 отв.	**4**	20		Панель большая	**1**
7		Планка сегментная	**2**	21		Планшайба	**3**
8		Планка сегментная II	**1**	22		Шкив Ø 18	**10**
9		Косынка II	**3**	23		Шкив Ø 40	**3**
10		Косынка III	**3**	24		Диск Ø 50	**1**
11		Пластина 40x20	**6**	25		Втулка Ø 10	**7**
12		Пластина 50x20	**4**	26		Направляющая	**2**
13		Скоба I	**2**	27		Диск Ø 75	**1**
14		Скоба II	**6**	28		Планка с резьбовой втулкой 5 отв.	**1**
				29		Шкив мотора	**2**

№	Внешний вид	Наименование детали	Кол-во	№	Внешний вид	Наименование детали	Кол-во
30		Кронштейн мотора	**1**	50		Датчик оптический	**2**
31 32		Пассик Ø 40 Пассик Ø 60	**4** **6**	51		Мотор с редуктором	**1**
33 34 35 36 37 38 39 40		Винт М4х80 Винт М4х60 Винт М4х30 Винт М4х16 Винт М4х10 Винт М4х6 Винт М3х25 Винт М3х8	**2** **3** **3** **10** **8** **70** **2** **3**	52		Подложка изолирующая	**1**
41		Ось 4х90	**1**	53		Батарейный отсек с выключателем	**1**
42 43 44		Шпилька М4х80 М4х90 М4х120	**2** **1** **1**	54		Преобразо-ватель интерфейсов USB-UART	**1**
45 46		Гайка М4 Гайка М3	**90** **5**	55		Ключ гаечный	**2**
47 48		Шайба А4 Шайба А3	**8** **5**	56		Отвертка	**1**
49		Модуль ЭВМ AFMcustom-M2.10-T01	**1**	57	(различные варианты)	USB-Flash	**1**

3. Основы механики

3.1. Неподвижное соединение двух металлических деталей

Неподвижное соединение деталей достигается плотным стягиванием с помощью винта и гайки. Затягивание соединения осуществляется вращением винта отвёрткой, при этом гайка удерживается гаечным ключом.

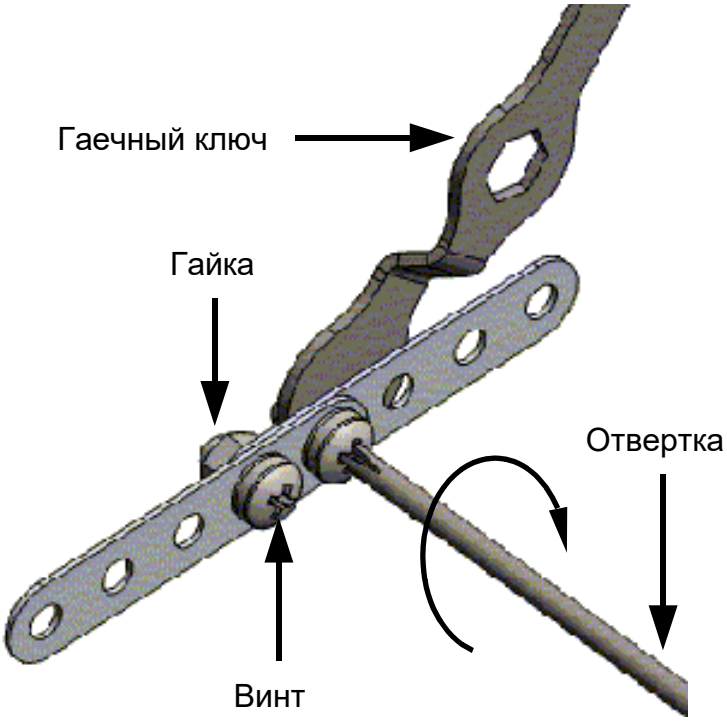
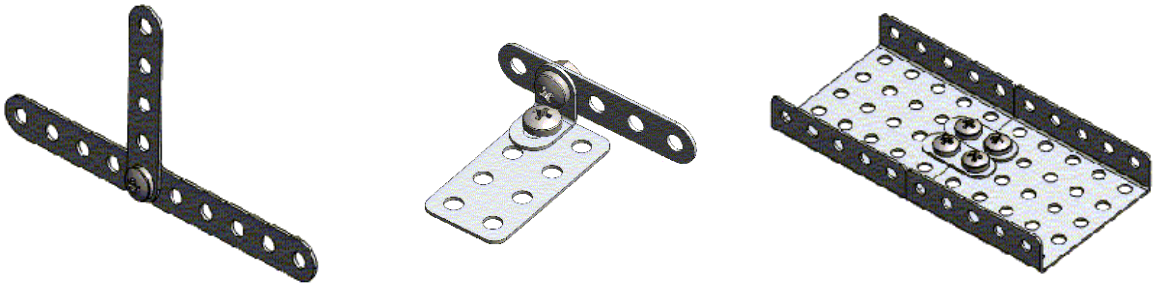


Рисунок 3.1 Выполнение неподвижного соединения

В отдельных случаях допускается вращение гайки, при этом винт удерживается отверткой неподвижно.



Соединение двух планок под углом

Соединение пластины и планки с помощью уголка

Соединение двух панелей с помощью планок

Рисунок 3.2 Примеры неподвижных соединений

3.2. Применение контргаек

Чтобы избежать самопроизвольного отвинчивания гаек резьбового соединения применяют вторую гайку, которая жестко фиксируется вместе с основной. Такой элемент называют *контргайкой*.

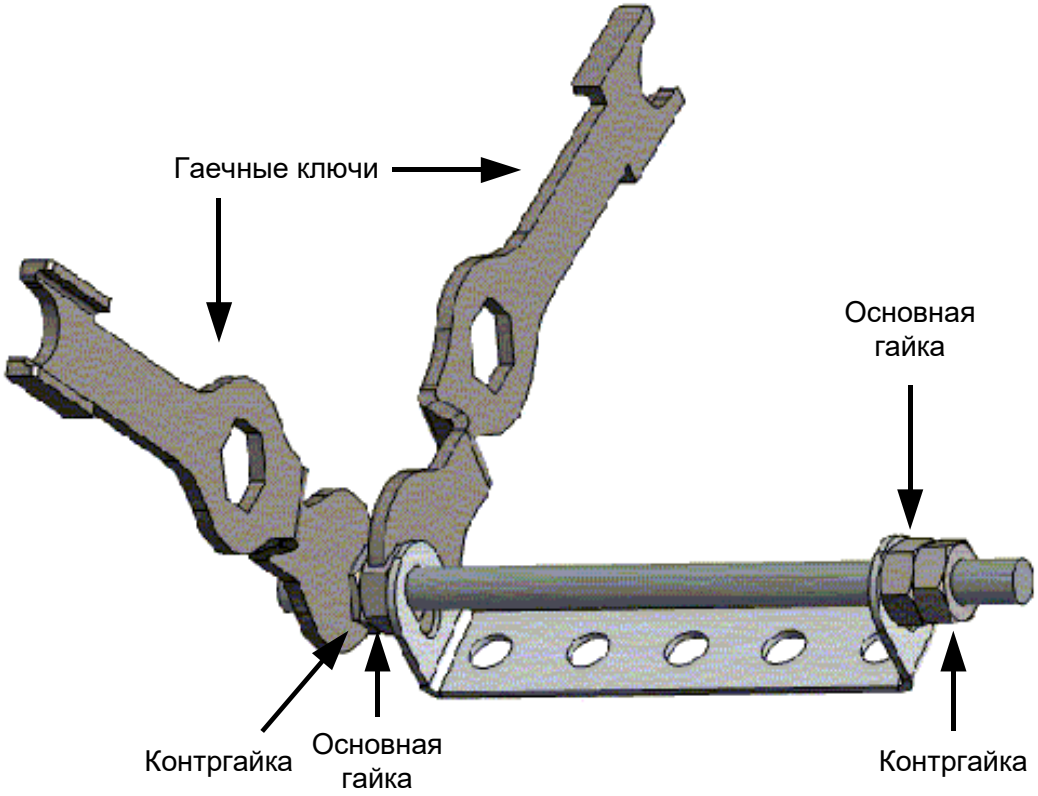


Рисунок 3.3 Установка контргайки

Для выполнения данного соединения сначала на резьбу винта или шпильки навинчивается основная гайка. Затем, удерживая ее гаечным ключом в фиксированном положении, выполняют накручивание и затяжку контргайки.

3.3. Подвижное соединение деталей

На следующих рисунках мы видим детали, имеющие сквозные отверстия, в которые входит шпилька, выполняющая вращение. Для создания подвижного соединения важную роль играют зазоры, которые необходимо сделать между гайкой и деталью (см. Рисунок 3.4 и).

Рисунок 3.4 Выполнение подвижного соединения с контргайками

Обратите внимание на места выполнения зазоров. Ширина зазора составляет от 0,2 до 0,5 мм. Важно помнить, что без зазоров не будет свободного вращения осевых деталей!

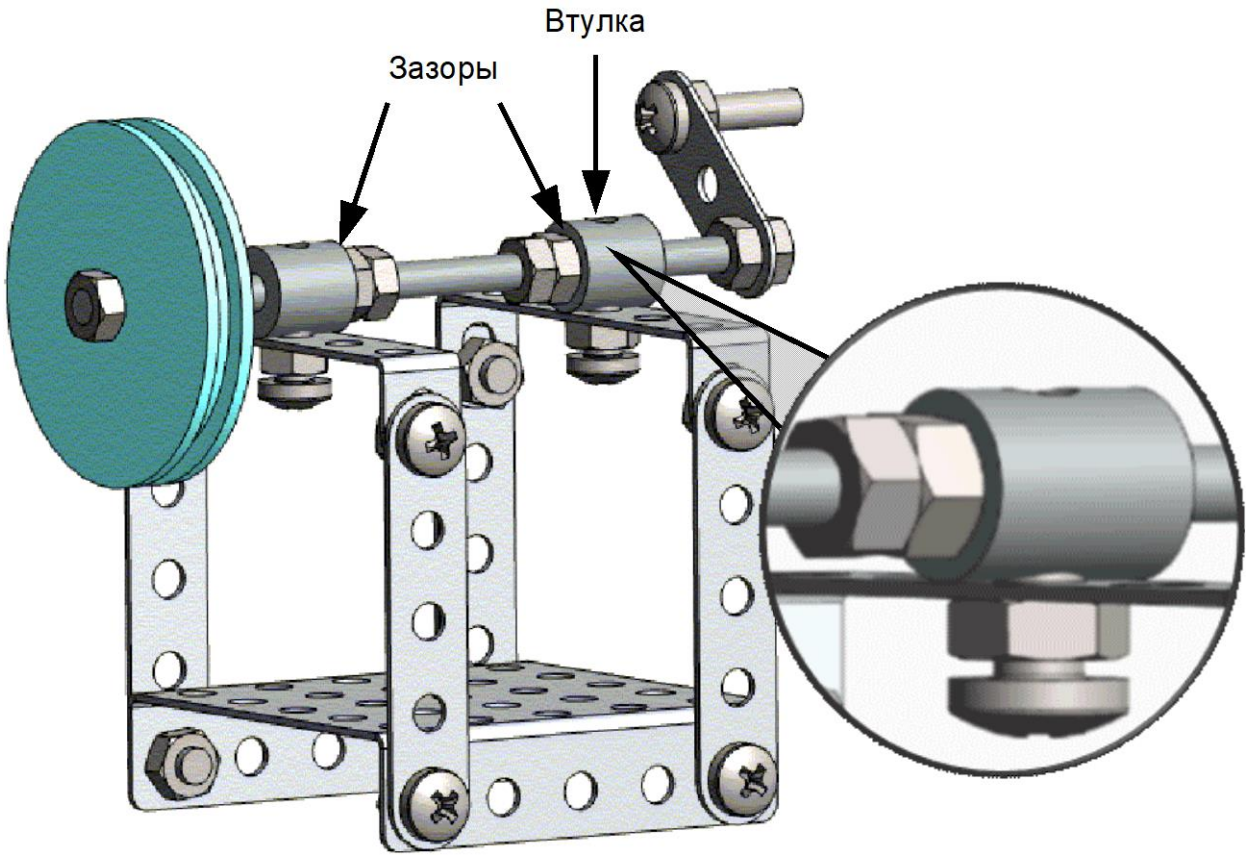


Рисунок 3.5 Выполнение подвижного соединения с применением втулок

Рисунок 3.5 демонстрирует сборку для подвижного соединения с использованием втулок. Гайка и винт жестко крепят втулку к детали, но при этом необходимо отрегулировать глубину вкручивания винта, избегая контакта с вращающейся шпилькой внутри втулки.

В отдельных случаях, для обеспечения свободного вращения или плавного перемещения узлов механизмов, допускается слегка подгибать плоские детали конструкции.

4. Виды механических передач

Механические передачи являются наиболее важными составляющими узлов различных транспортных средств, промышленного оборудования, строительной и бытовой техники.

Механическая передача служит для передачи и преобразования механической энергии от источника (двигателя) до исполнительного механизма, как правило, с изменением характера движения (изменения направления, сил, моментов и скоростей).

Механические передачи разделяют по способу передачи движения от ведущего звена к ведомому:

- на передачи трением (ременные и фрикционные);
- на передачи зацеплением (зубчатые);
- на замедляющие и ускоряющие передачи.

4.1. Шкиво-ременная передача

Шкиво-ременная передача также является одной из самых распространенных. Она состоит из двух закрепленных осях вращения шкивов, представляющих собой колеса или диски, и охватывающего приводного ремня. Ремень надевается на шкивы с натяжением, обеспечивающим трение с поверхностью паза шкивов, достаточное для передачи вращения от ведущего шкива к ведомому. Приводной ремень в небольших механизмах также называют пассиком.

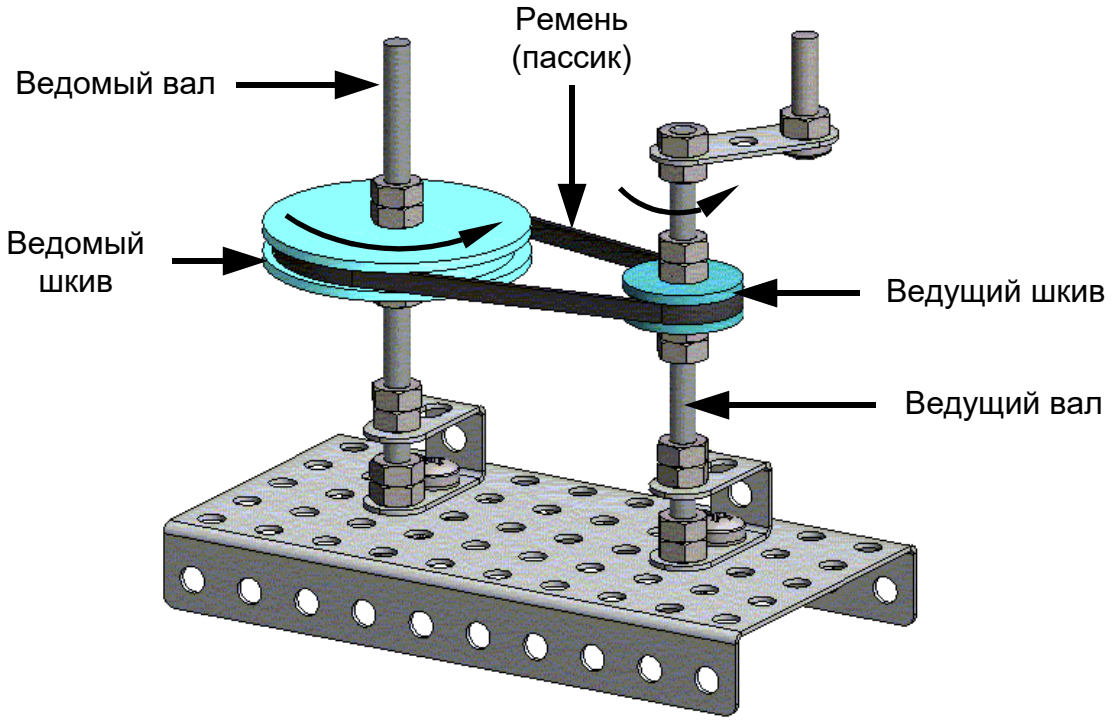


Рисунок 4.1 Модель шкиво-ременной передачи

При изменении размеров ведомого и ведущего шкивов скорость вращения ведомого шкива изменяется пропорционально размеру шкивов. Если ведомый шкив больше

ведущего, скорость уменьшается. Если ведомый шкив меньше ведущего, скорость увеличивается.

Соберите модель шкиво-ременной передачи (Рисунок 4.1) и самостоятельно исследуйте ее свойства.

4.2. Зубчатая передача

Зубчатая передача является наиболее распространенным типом механических передач. Вариантов исполнения зубчатых передач очень много. Их применяют в коробках скоростей автомобилей, станках, механических часах и многих других устройствах. Например, входящий в комплект конструктора мотор с редуктором также имеет зубчатую передачу.

Рисунок 4.2 Зубчатая передача мотор-редуктора

В зависимости от предъявляемых требований (нагрузка, скорость вращения) зубчатые колеса изготавливаются из пластика или металла (см. Рисунок 4.2).

Производство зубчатых колес довольно сложная задача, поэтому в средние века был распространен более простой вариант зубчатой передачи – вместо зубьев по краю колеса располагались цилиндрические штыри. Такого рода передачи широко представлены на рисунках Леонардо да Винчи.

Поскольку потребность в зубчатых передачах в технике очень велика, для изготовления колес использовали даже прочное дерево (например, в механизмах водяных и ветряных мельниц, башенных часов).

Вы можете построить модель зубчатой передачи Леонардо из деталей конструктора для изучения принципа действия.

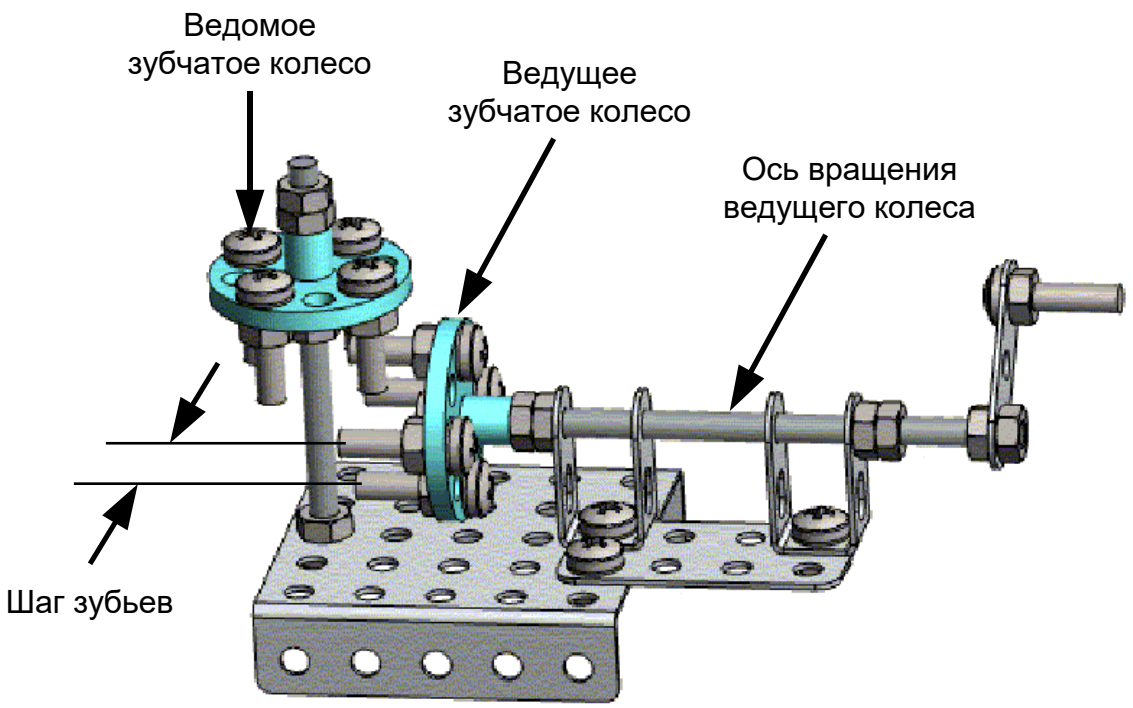


Рисунок 4.3 Модель зубчатой передачи Леонардо да Винчи

Посмотрите на Рисунок 4.3. Механическая энергия от рукоятки (двигателя) через ось вращения передается ведущему колесу с расположенными по его окружности заостренными элементами – зубьями. Аналогичные зубья имеет и ведомое колесо. Зацеплением зубьев ведущее колесо вращает ведомое.

Шаг зубьев в передаче в примере, изображенном на рисунке, одинаковый. При одинаковом диаметре колес скорость их вращения, которая обычно выражается в оборотах колеса за единицу времени (об/мин) будет также одинакова.

Если размер ведомого колеса больше ведущего (при одинаковом шаге зубьев), то скорость его вращения уменьшится, а если меньше, то увеличится.

Например, если диаметр ведущего колеса 20 мм и скорость вращения 100 об/мин, а диаметр ведомого колеса 40 мм, то скорость вращения последнего составит 50 об/мин.

Соберите приведенную на рисунке модель зубчатой передачи, используя контргайки. Не забудьте о зазорах! На этом примере вы увидите, как вращение из горизонтальной оси передается в вертикальную ось.

4.3. Винтовая передача

Данный вид передачи служит для преобразования вращательного движения в поступательное. Винт или шпилька с резьбой закрепляется на опорах и свободно вращается, но не имеет линейного перемещения. Свободное вращение обеспечивается контргайками путем создания зазоров.

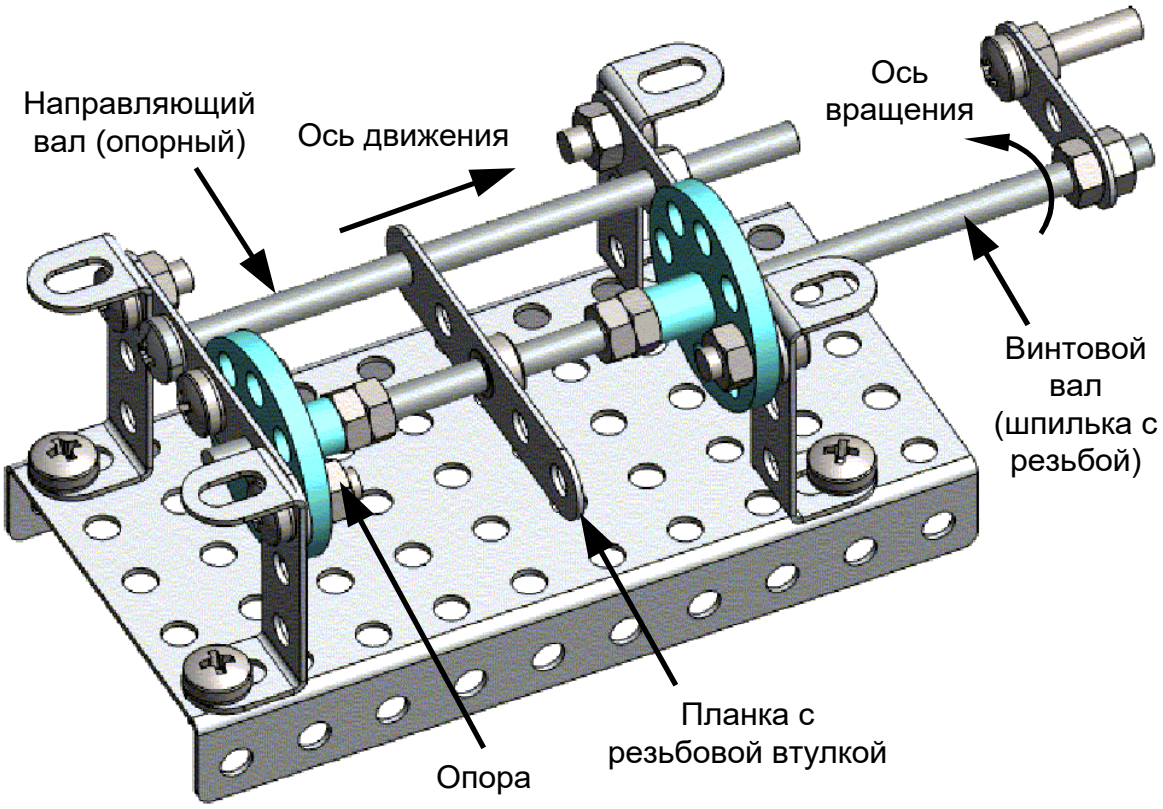


Рисунок 4.4 Модель винтовой передачи

Планка с резьбовой втулкой устанавливается на винт с резьбой и опорой на ось движения (Рисунок 4.4). Это исключает возможность поворота планки при вращении винта и обеспечивает ее линейное перемещение вдоль оси винта.

Винтовой вал приводится в движение рукояткой или двигателем. Вращаясь в одну или в другую сторону, винт обеспечивает соответствующее перемещение гайки по оси. Линейное перемещение гайки зависит от шага резьбы винта и скорости его вращения.

Соберите модель винтовой передачи. В нашем конструкторе устанавливается резьбовая шпилька с шагом 0,7 мм (шаг винта – это расстояние между соседними витками резьбы). Один оборот винта перемещает гайку на 0,7 мм. За десять оборотов винта гайка переместится на 7 мм. Проверьте это утверждение на практике.

4.4. Кулачковый механизм

Кулачковый механизм обеспечивает перемещение исполнительных узлов, выполняющих различные манипуляции с какими-либо объектами – подача, выталкивание, смещение и т.д.

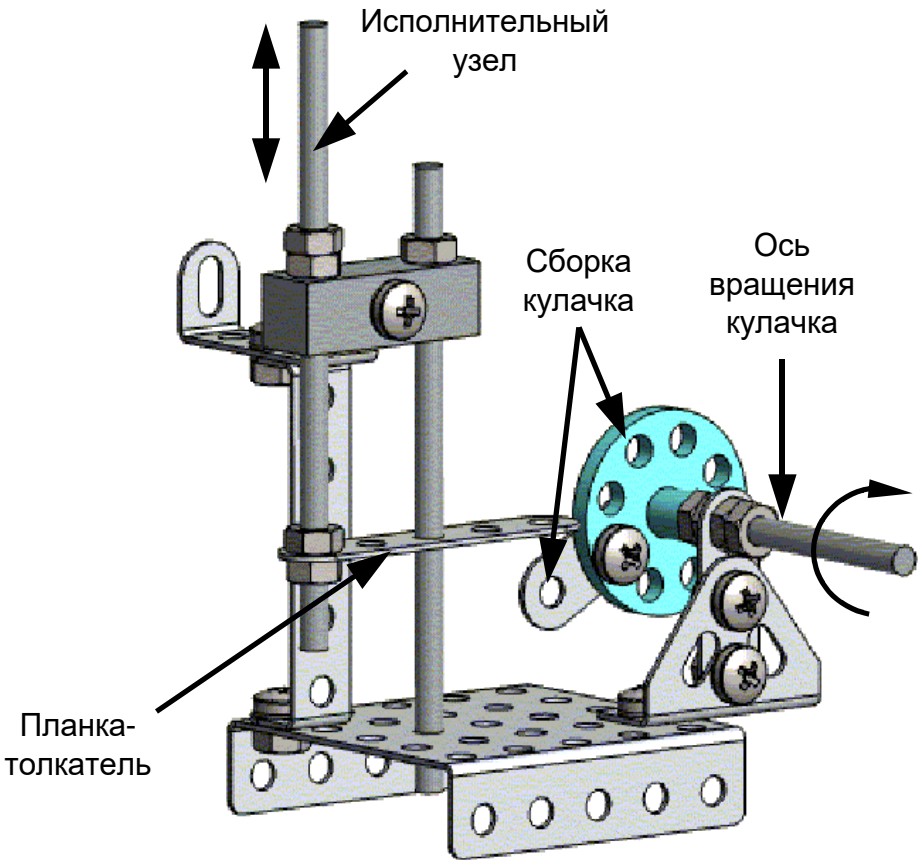


Рисунок 4.5 Модель кулачкового механизма

Кулачок через ось получает вращательное движение и поднимает планку-толкатель в верхнее положение, т.е. перемещает вверх исполнительный узел.

При дальнейшем повороте кулачок выходит из соприкосновения с планкой-толкателем и исполнительный узел под своим весом опускается в исходное положение.

Соберите модель кулачкового механизма (Рисунок 4.5) и добейтесь легкого хода исполнительного узла. Для устранения заеданий допускается небольшое подгибание планки-толкателя вверх.

4.5. Кривошипно-кулисный механизм

Кулисный механизм относится к категории рычажных механизмов, которые используются для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное и наоборот.

Кулисные механизмы широко применяются там, где необходимо совершать многократные линейные перемещения с возвратным ходом.

Простейший тип кулисного механизма демонстрирует Рисунок 4.6.

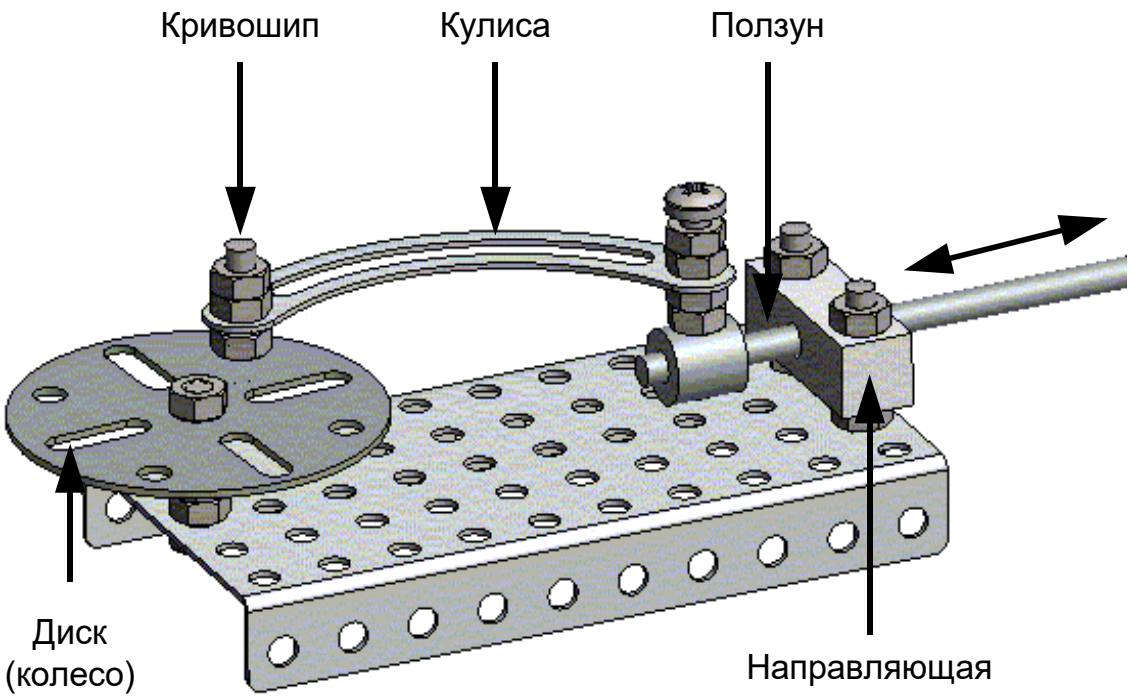


Рисунок 4.6 Модель кулисного механизма (тип 1)

Диск (колесо), с жестко закрепленным на нем кривошипе, совершает вращательные движения. Кулиса, закрепленная на кривошипе (с зазором), приводит в движение ползун, который совершает линейное возвратно-поступательное движение по направляющей.

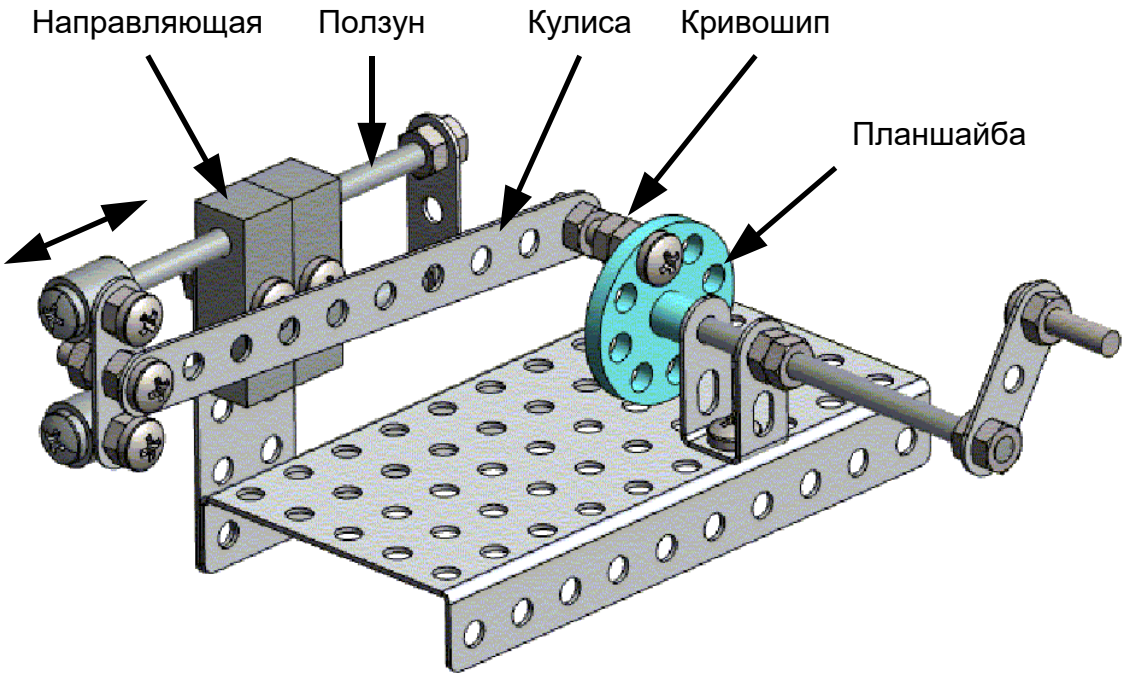


Рисунок 4.7 Модель кулисного механизма (тип 2)

Рассмотрим другой тип кулисного механизма (Рисунок 4.7).

План-шайба с жестко закрепленным на ней кривошипе, посредством рукоятки или двигателя, совершает вращательное движение. При этом кулиса, закрепленная на кривошипе (с зазором), приводит в движение ползуны, которые совершают линейное возвратно-поступательное движение по направляющим.

Прежде чем приступать к работе с более крупными моделями, рекомендуем провести сборку рассмотренных узлов, чтобы получить практические навыки и познакомится с работой механизмов на практике.

5. Электронные и электрические компоненты

5.1. Модуль управляющей ЭВМ

Для обеспечения автоматической работы наших моделей мы используем модуль управляющей ЭВМ типа AFMcustom-M2.10-T01 (или просто - Модуль AFM). К нему подключаются мотор, датчики, кабель для связи с персональным компьютером и батарейный отсек.

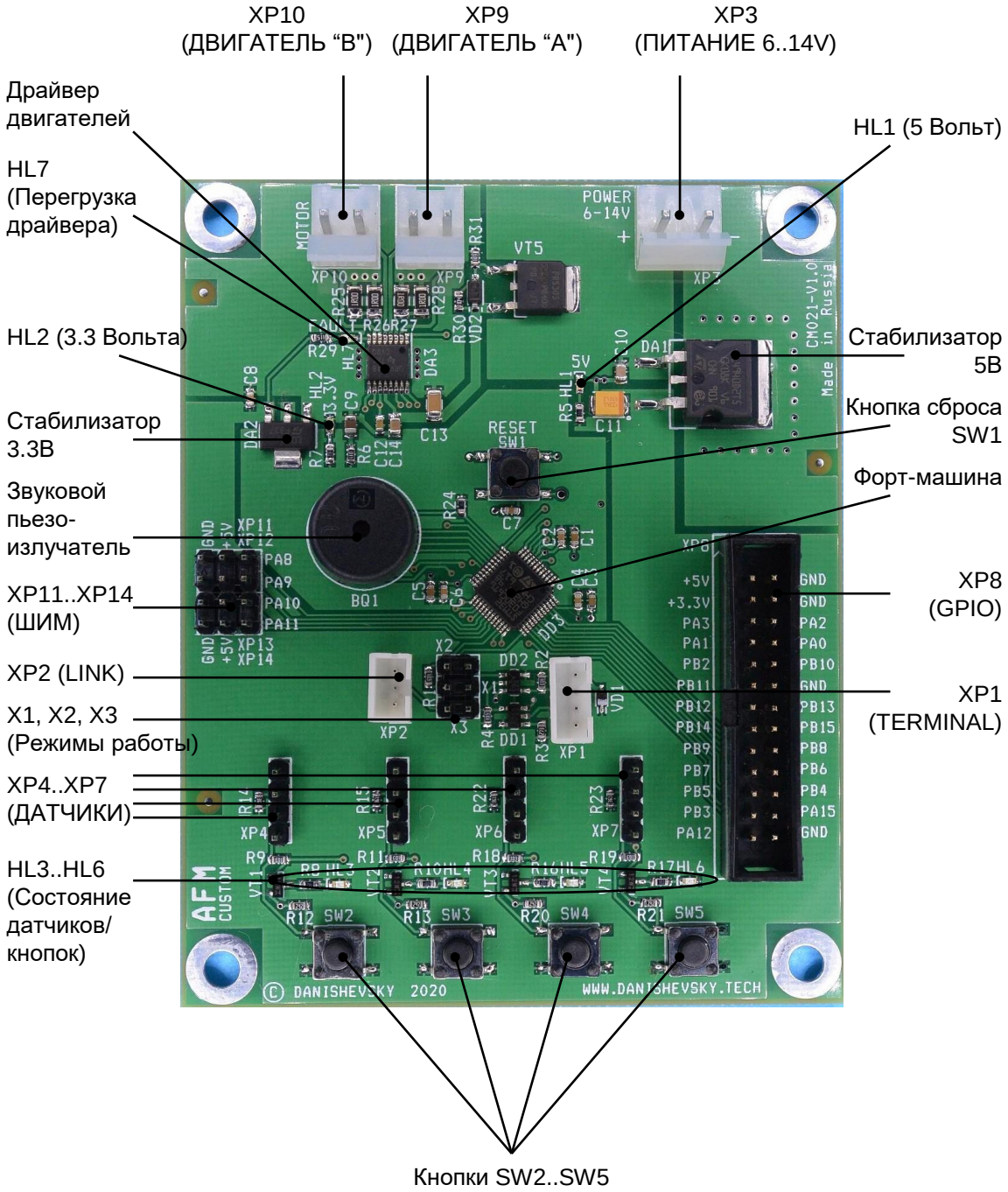


Рисунок 5.1 Модуль AFM

Модуль AFM выполнен на основе платы печатного монтажа. На плате установлены различные электронные компоненты, где основным элементом является микросхема микроконтроллера (расположена в центре платы).

Внутри микросхемы функционирует специальная система для создания и выполнения программ, которая называется AFS (Advanced Forth System). Все наши программы будут написаны на усовершенствованном языке Форт (Advanced Forth), являющимся основой этой системы.

Система AFS превращает микроконтроллер в довольно мощную вычислительную машину – Форт-машину (Advanced Forth Machine, AFM).

Вводный курс в язык Advanced Forth, систему AFS и основы Форт-машин AFM вы найдете на прилагаемом USB-Flash накопителе. Там же находится полное техническое описание модуля AFM.

Когда вы освоите простые приемы программирования и использования управляющей ЭВМ на моделях из конструктора, эта документация поможет использовать модуль AFM в ваших более сложных разработках.

Для начала изучим основные компоненты на плате модуля, необходимые для управления моделями из конструктора (см. Рисунок 5.1).

5.1.1. Разъём XP1 – подключение последовательного терминала

Разъём XP1 (TERMINAL) предназначен для подключения последовательного терминала. На разъём выведены сигнальные цепи интерфейса UART, встроенного в микроконтроллер. Для передачи текстовой информации на терминал (например, персональный компьютер), необходим преобразователь интерфейсов (см. 5.2. Преобразователь USB-UART).

Внимание! Перед подключением преобразователя к порту USB установите драйвер USB-UART на ваш персональный компьютер! Процедура установки драйвера описана в "путеводителе" по USB-Flash (файл index.html).

5.1.2. Разъём XP3 – основное питание 6..14V

Разъём XP3 используется для подключения основного источника питания, имеющего напряжение в диапазоне от 6V до 14V. От этого источника осуществляется питание драйвера и двигателей постоянного тока, а также стабилизатора напряжения 5V.

На рисунке показано расположение и назначение контактов разъема XP3.

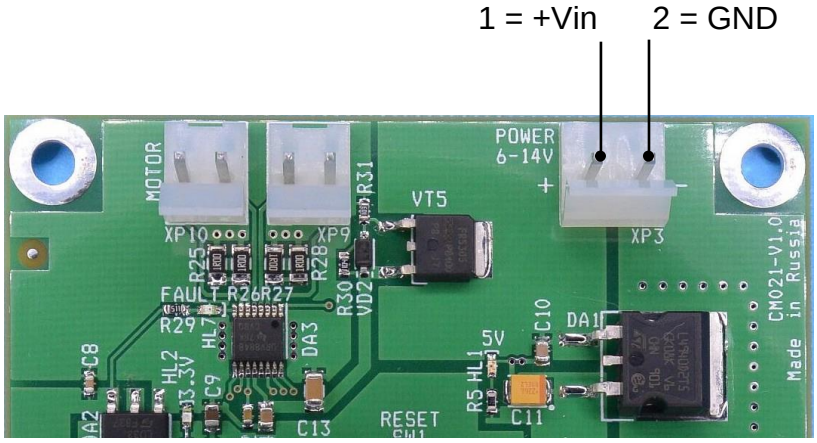


Рисунок 5.2 Контакты разъёма XP3 – основное питание 6..14V

5.1.3. Разъёмы XP4, XP5, XP6 и XP7 – подключение датчиков

Разъёмы XP4..XP7 предназначены для подключения дискретных датчиков различного типа – герконов, микропереключателей, оптических, индукционных и т.п. В нашем наборе используются оптические инфракрасные датчики. Для управления моделями используется не более двух датчиков, подключаемых к разъёмам XP4 и XP5.

На рисунке показано расположение и назначение контактов разъёмов.

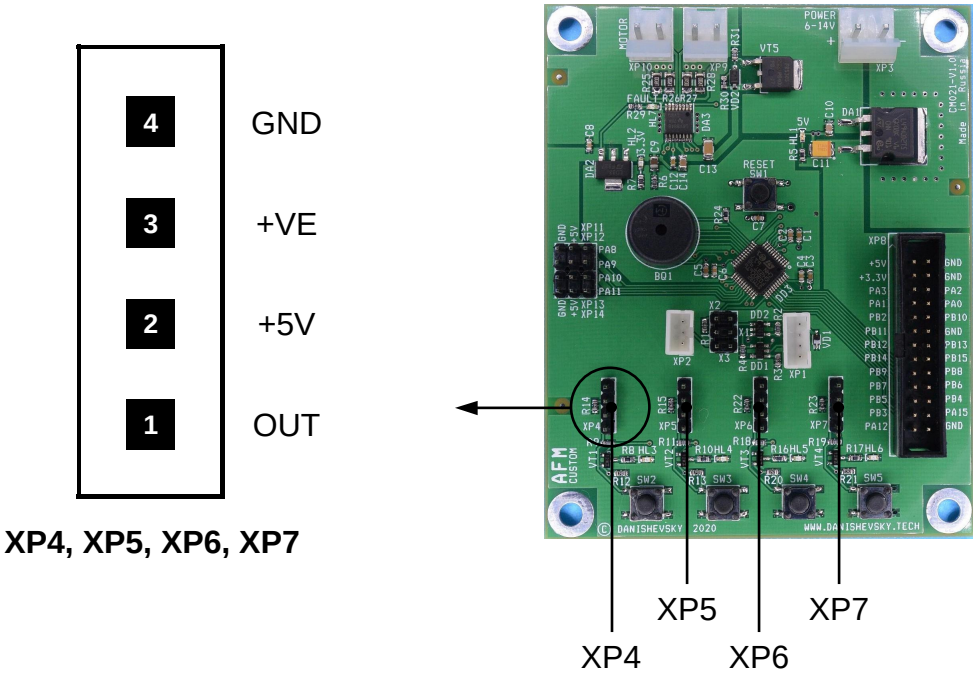


Рисунок 5.3 Контакты разъёмов XP4..XP7 – подключение датчиков

Вывод № 1 разъёмов XP4..XP7 – нижний при расположении модуля, показанном на рисунке.

5.1.4. Разъёмы XP9 и XP10 – подключение двигателей

Контакты разъёмов XP9 и XP10 соединены с выходами драйвера двигателей постоянного тока. Разъём XP9 предназначен для подключения двигателя "A", разъём XP10 – для подключения двигателя "B".

Для работы с моделями из конструктора двигатель всегда должен подключаться к разъёму XP9. Примеры программ осуществляют управление только двигателем "A".

В зависимости от режима работы, контакты разъёмов могут быть подключены драйвером к цепи напряжения основного питания +6..14V или к общему проводу питания (GND) в различных комбинациях, а также могут быть отключены от каких-либо электрических цепей.

Полярность напряжения на контактах разъёма определяет направление вращения подключенного двигателя. Микросхема драйвера также обеспечивает возможность управления скоростью вращения каждого двигателя.

На рисунке показано расположение и назначение контактов разъёмов. Полярность показана для режима вращения двигателей в условном направлении "вперёд".

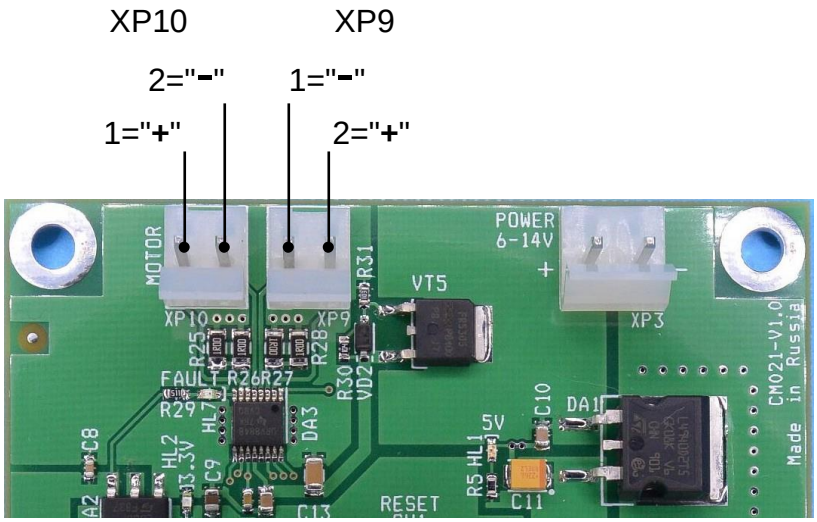


Рисунок 5.4 Контакты разъёмов XP9 и XP10 – подключение двигателей

5.1.5. Светодиодные индикаторы

Светодиодный индикатор HL1 показывает наличие напряжения в цепи питания +5V.

Светодиодный индикатор HL2 показывает наличие напряжения в цепи питания +3.3V.

Светодиодные индикаторы HL3-HL6 предназначены для контроля логических уровней в цепях ввода-вывода, подключаемых к датчикам и кнопкам.

Светодиодный индикатор HL7 показывает наличие перегрузки, перегрева или короткого замыкания в драйвере двигателей.

Индикатор HL7 может периодически включаться на короткое время (не более 1-2 секунд) при включении и выключении двигателя, изменении направления вращения, подключении и отключении основного питания.

Если индикатор HL7 светится непрерывно или более 2-3 секунд, отключите питание и проверьте, правильно ли собрана механическая часть модели. Проверьте, нет ли в сборке модели заклинивания, нет ли посторонних предметов в электронной части схемы или ошибки при подключении разъемов к плате.

5.1.6. Кнопки

Кнопка SW1 предназначена для формирования сигнала аппаратного сброса Форт-машины. При нажатии кнопки производится очистка памяти и перевод процессора в исходное состояние. Не используйте эту кнопку без необходимости.

Кнопки SW2-SW5 используются совместно с индикаторами HL3-HL6. Схема подключения выполнена таким образом, что для получения состояния кнопки или управления светодиодом используется одна дискретная линия ввода-вывода микроконтроллера. Состояние кнопки или датчика также индицируется соответствующим светодиодом (расположенным рядом).

5.1.7. Перемычки X1, X2, X3 – режимы работы Форт-машины

Перемычки X1, X2 и X3 используется для управления режимами работы Форт-машины.

На рисунке показано расположение и назначение перемычек.

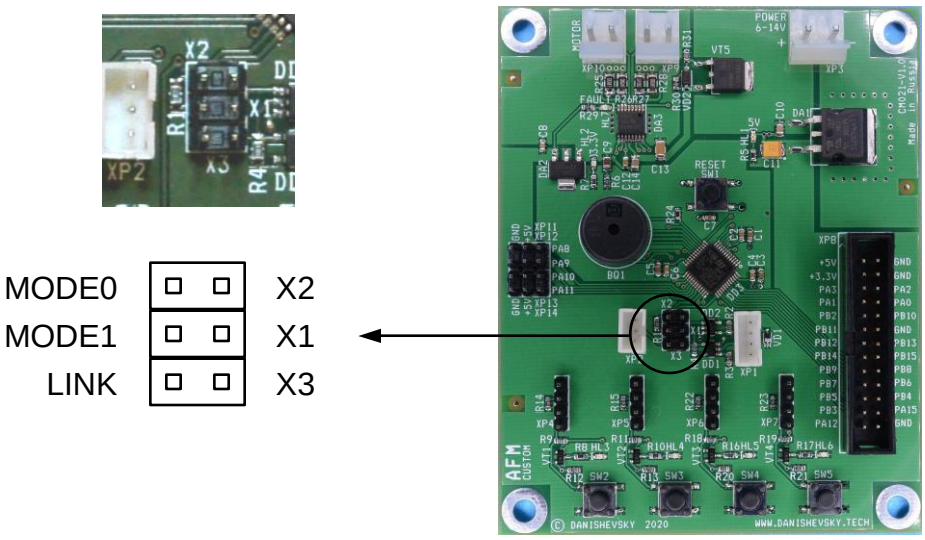


Рисунок 5.5 Перемычки X1, X2,X3 – управление режимами

Для работы с примерами программ и управления моделями из конструктора перемычки X2 и X3 должны быть всегда установлены, а перемычка X1 – снята.

5.2. Преобразователь USB-UART

Форт-машина модуля AFM использует для связи с оператором интерфейс UART. Сигнальные цепи интерфейса выведены на разъём XP1 (TERMINAL). Для подключения к вашему персональному компьютеру через порт USB необходимо использовать входящий в комплект преобразователь USB-UART с кабелем.

Возможны два варианта комплектации набора: преобразователем в виде модуля (печатной платы) с отсоединяемым кабелем (Рисунок 5.6) или неразборным кабелем-преобразователем (Рисунок 5.7).

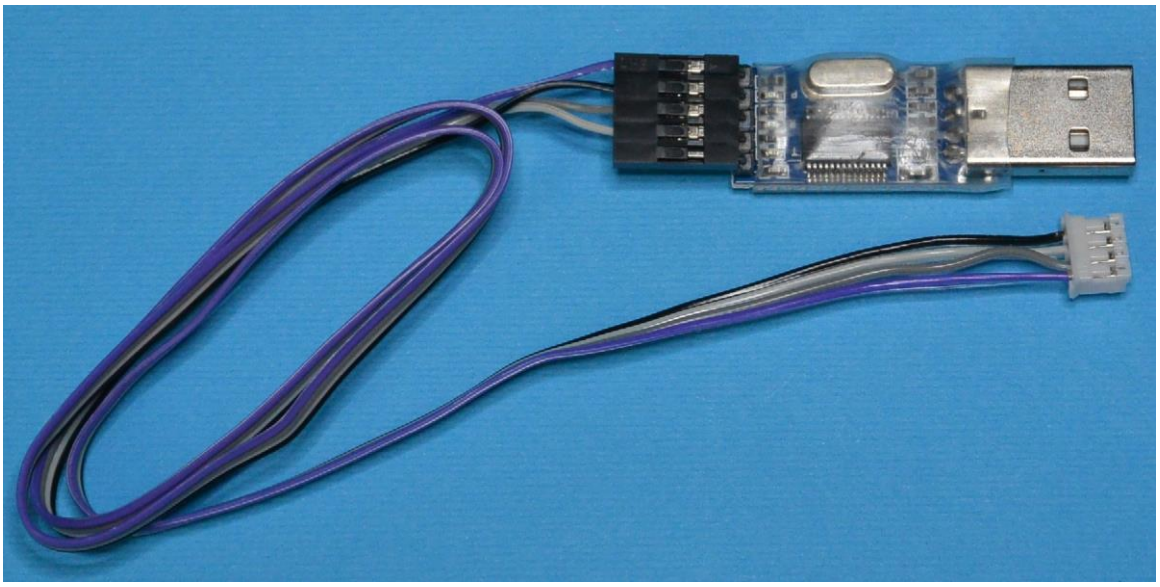


Рисунок 5.6 Модуль преобразователя USB-UART с кабелем

Не отсоединяйте кабель от модуля преобразователя USB-UART. Если по какой-то причине кабель был отсоединен, используйте Рисунок 5.6 для восстановления правильного соединения.

Рисунок 5.7 Кабель-преобразователь USB-UART

Соедините белый разъём кабеля преобразователя USB-UART с разъёмом XP1, а разъём USB подключите к порту USB вашего персонального компьютера.

Внимание! Перед подключением преобразователя к порту USB установите драйвер USB-UART на ваш персональный компьютер! Процедура установки драйвера описана в "путеводителе" по USB-Flash (файл index.html).

После подключения к порту USB модуль AFM начинает получать питание от шины USB. Вы можете использовать все функции модуля, кроме управления двигателем. Для питания двигателя требуется отдельный источник, подключенный к разъёму XP3.

Для разъединения разъёмов кабеля USB-UART и модуля AFM сожмите пальцами выступающие края корпуса разъёма *на кабеле* (не захватывая корпус разъёма *на плате*). Слегка покачивая из стороны в сторону корпус разъёма, потяните его вверх, придерживая плату модуля свободной рукой.

Никогда не тяните за провода! Это может привести к обрыву проводников внутри разъёма.

Не рекомендуется частое отключение кабеля преобразователя USB-UART от модуля AFM.

5.3. Электропитание

Для питания микросхемы AFM и датчиков достаточно подключения к порту USB через кабель-преобразователь. Для питания мотора необходим более мощный источник из четырех элементов типа AA, которые устанавливаются в батарейный отсек. Соблюдайте правильную полярность (положение контактов "+" и "-") при установке элементов питания в батарейный отсек. Используйте только алкалиновые элементы.

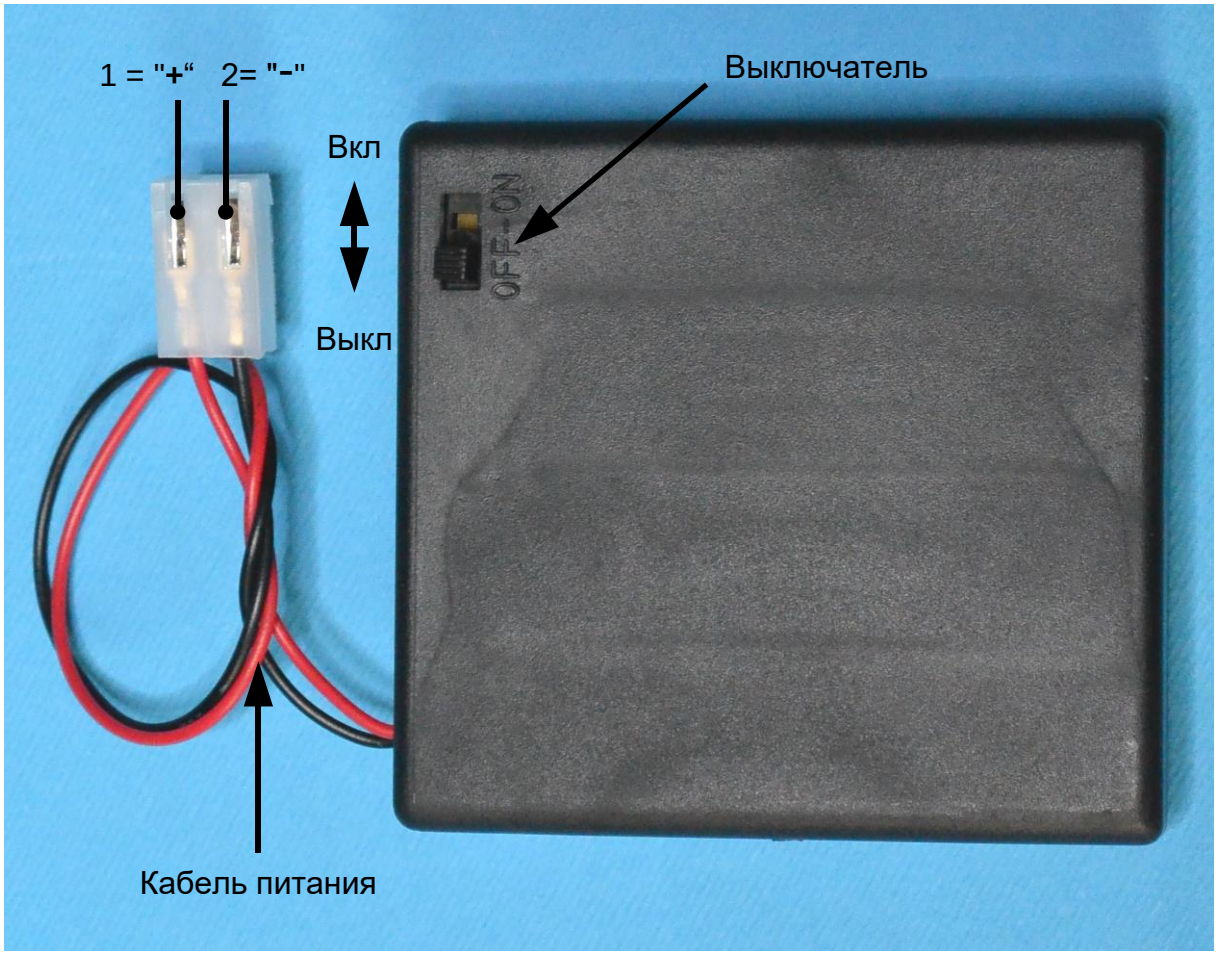


Рисунок 5.8 Батарейный отсек

Кабель батарейного отсека подключается к разъему XP3 модуля AFM. При включении питания от батареек питание от шины USB автоматически отключается.

Для удобства и безопасности работы на корпусе батарейного отсека установлен выключатель питания. Положение выключателя «ON»/«OFF» соответствует включенному и отключенному состоянию.

Со временем батарейки разрядятся и мотор перестанет вращаться. В этом случае элементы питания нужно заменить на новые.

5.4. Оптический датчик

В нашем конструкторе применяются оптические датчики, позволяющие определять положение подвижных частей механизмов в процессе их работы.

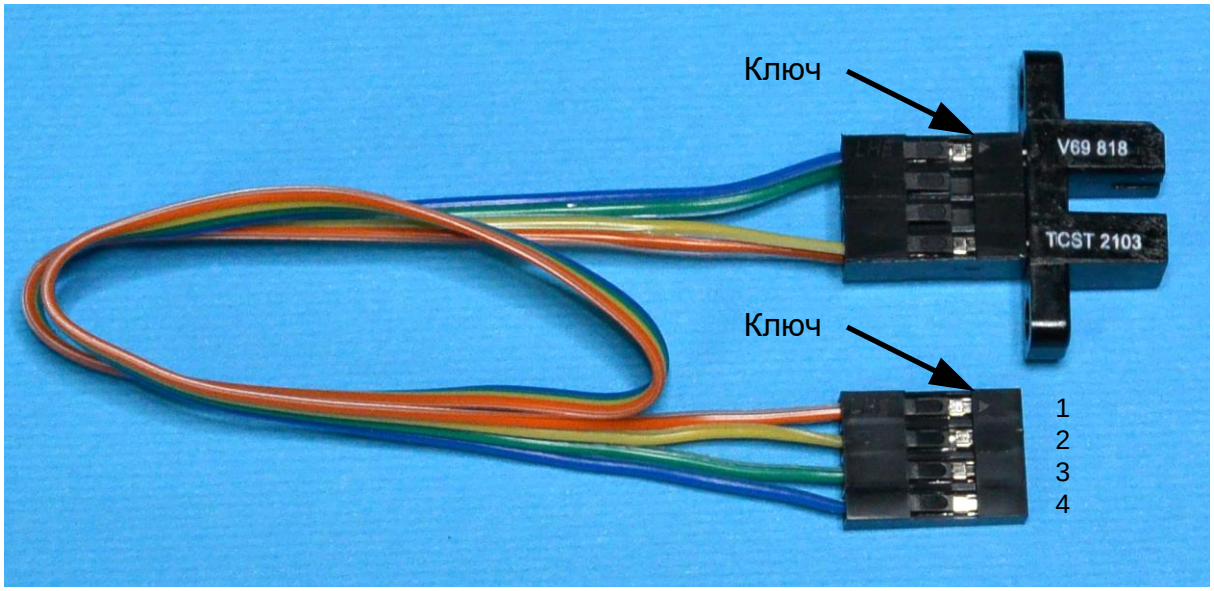


Рисунок 5.9 Оптический датчик

На выходе датчика формируется сигнал высокого логического уровня, если зазор датчика открыт. При помещении в зазор датчика тонкого непрозрачного предмета на выходе формируется низкий логический уровень. Логические уровни передаются в виде различных значений напряжения.

Датчики подключаются к модулю AFM кабелем из 4-х проводников с разъёмом. Контакт номер 1 отмечен ключом в виде треугольника на корпусе разъёма (Рисунок 5.9).

Соединительные кабели датчиков могут иметь различную окраску проводников. При подключении датчика к модулю AFM совместите вывод номер 1 разъёма на плате модуля (см. Рисунок 5.3) с контактом номер 1 разъёма кабеля датчика.

Программы для управления моделями из конструктора используют датчики, подключенные к разъёмам XP4, XP5 модуля AFM.

Если вы отсоединили кабель со стороны датчика, используйте ключ на корпусе разъёма и Рисунок 5.9 для восстановления правильного соединения.

5.5. Мотор с редуктором

Чаще всего механизмы приводятся в движение с помощью двигателей. В нашем конструкторе будет применяться мотор с редуктором (мотор-редуктор), который предназначен для преобразования электрической энергии во вращательное механическое движение.

Внутреннее устройство мотор-редуктора демонстрирует Рисунок 4.2. Внутри общего корпуса смонтированы электромотор и редуктор. Редуктор - это устройство в виде взаимодействующих друг с другом зубчатых передач, которые существенно уменьшают скорость вращения выходного вала по отношению к скорости вращения вала электромотора.

Выходной вал редуктора выходит с двух сторон корпуса (см. Рисунок 5.10). Для передачи вращения с вала редуктора на другие механизмы используется шкив (деталь № 29) и пассик. Шкив может быть установлен с любой стороны корпуса редуктора.

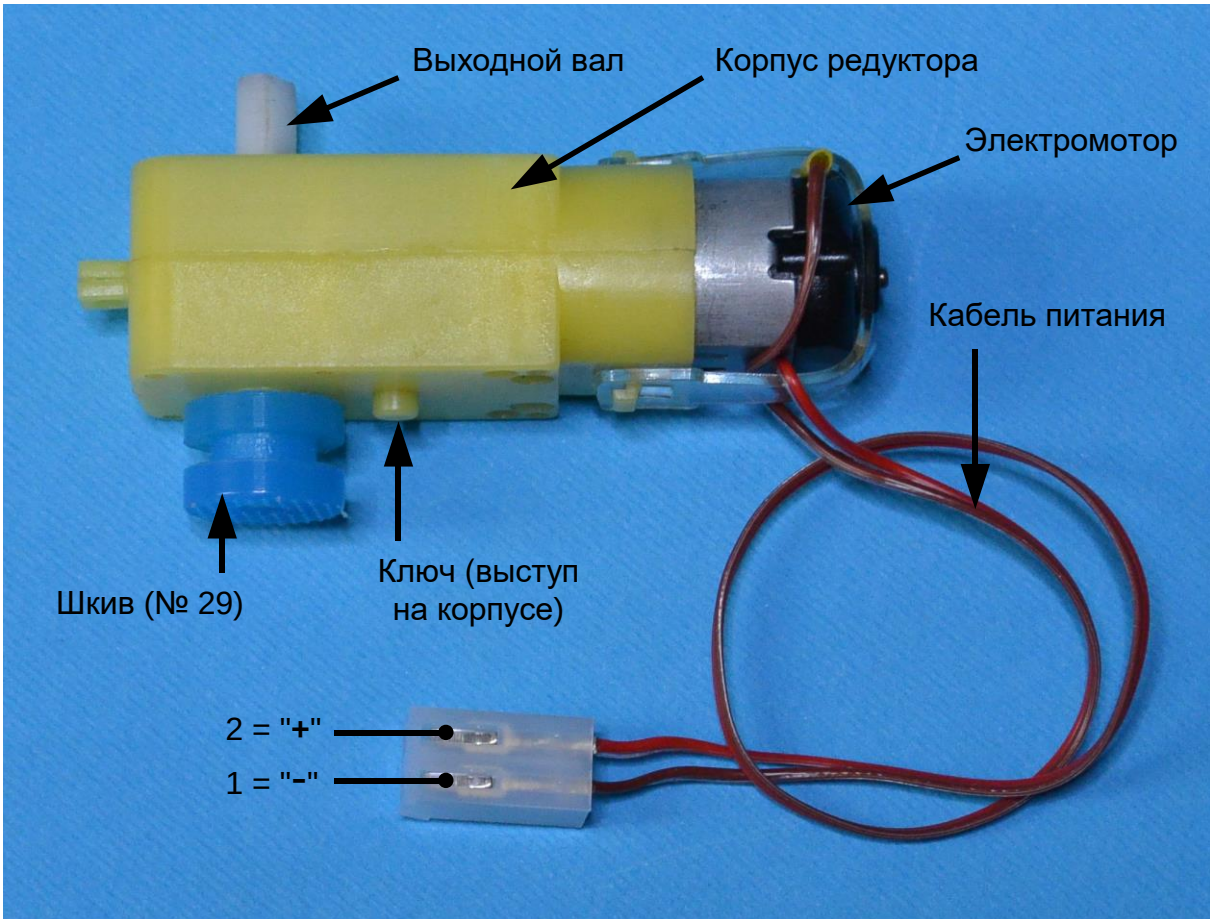


Рисунок 5.10 Мотор с редуктором

Подавать электроэнергию на двигатель мы будем через проводники кабеля, соединяющего мотор-редуктор и модуль AFM через разъем XP9. Используя модуль AFM, мы сможем управлять включением/отключением мотора, скоростью и направлением его вращения.

Для определения условного направления вращения "вперёд" выходного вала редуктора используется ключ – выступ на корпусе редуктора. При подаче напряжения питания прямой полярности (как показано на рисунке), шкив на валу со стороны ключа вращается против часовой стрелки (см. Рисунок 5.11). Будем считать это вращение условным направлением "вперёд".

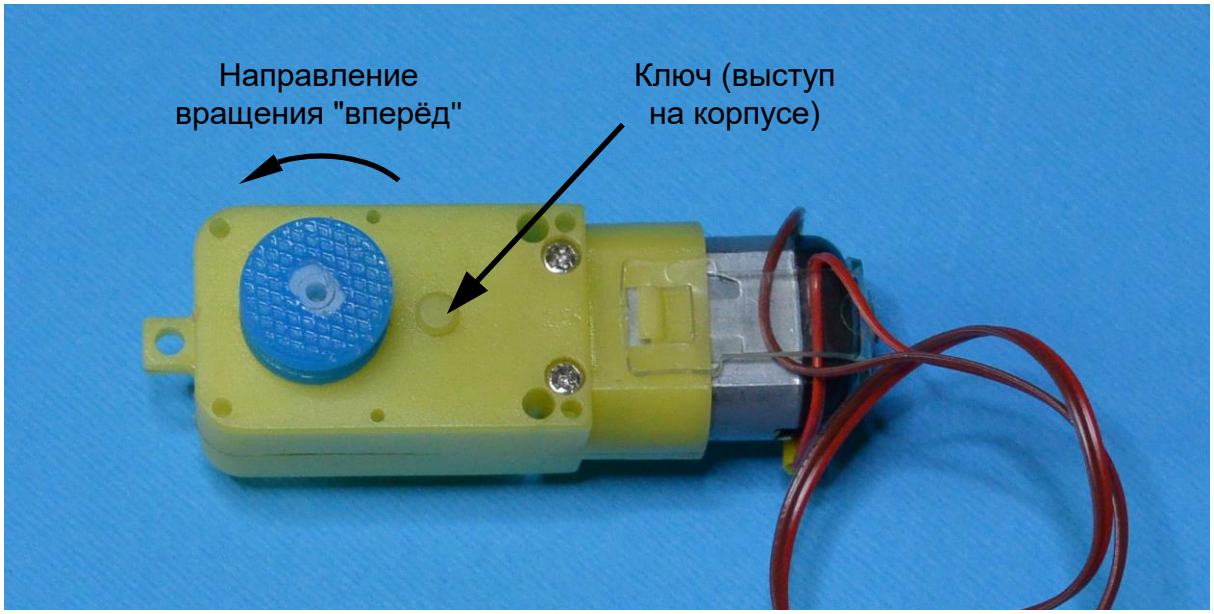


Рисунок 5.11 Направление вращения вала редуктора "вперёд"

При заклинивании механизмов моделей электрический ток, текущий в моторе, может увеличиться в несколько раз, что является опасным режимом работы, как для мотора, так и для модуля AFM.

Электронная схема управления мотором имеет защиту, но все же старайтесь избегать подобных ситуаций, т.к. частое превышение допустимых значений тока может привести к выходу из строя мотора.

Если вы обнаружили заклинивание, постарайтесь максимально быстро отключить питание мотора выключателем на батарейном отсеке.

5.6. Монтажная платформа

Для удобства сборки и демонстрации сложных электромеханических моделей с управлением от модуля AFM используйте монтажную платформу, входящую в комплект конструктора.

Монтажная платформа представляет собой металлическую пластину с отверстиями и резьбовыми втулками, на которой крепятся готовая модель, батарейный отсек и модуль AFM (Рисунок 5.12).

Батарейный отсек и модуль AFM могут находиться на платформе постоянно. Модели рекомендуется устанавливать на монтажную платформу после окончательной сборки и проверки работоспособности. Модели закрепляются с помощью винтов M4x6 и гаек.

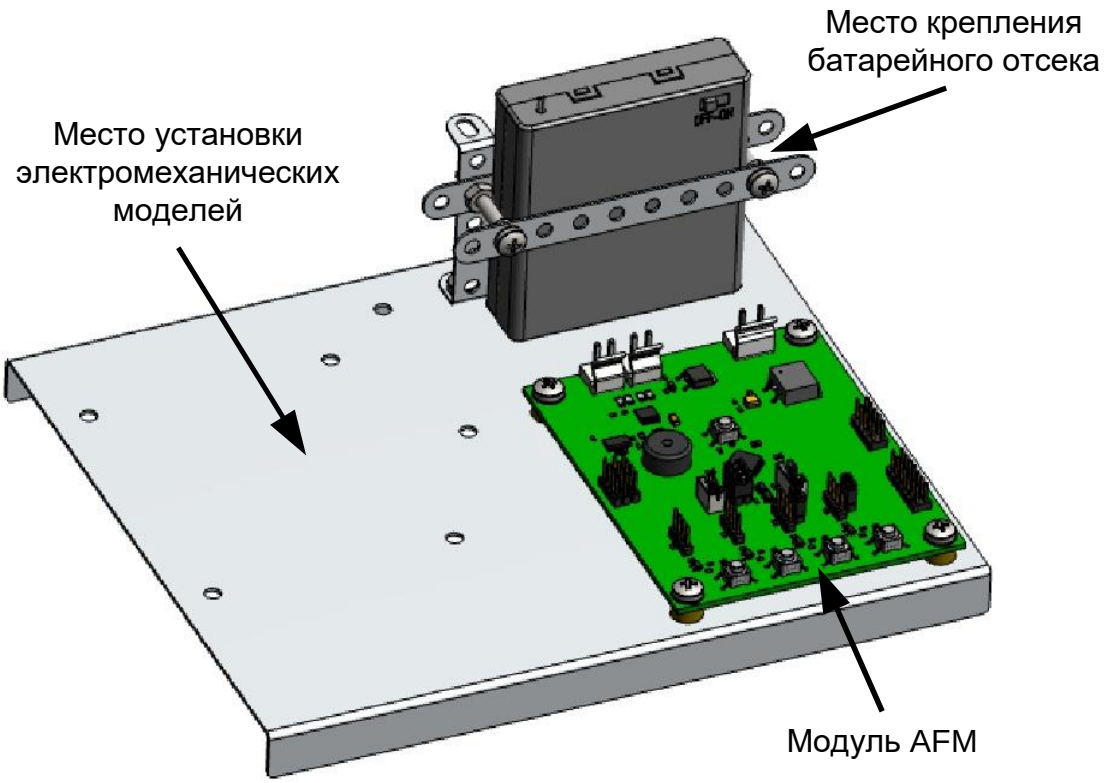
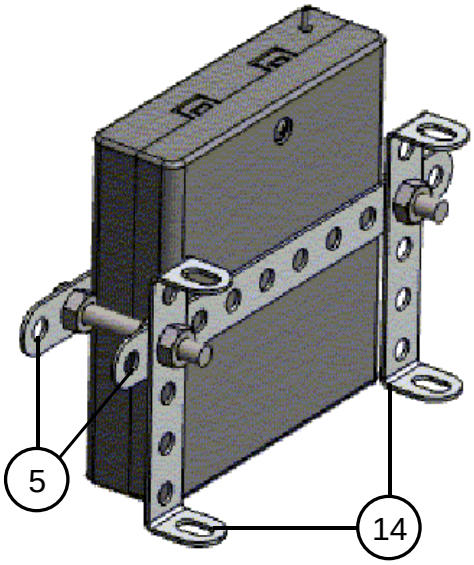


Рисунок 5.12 Монтажная платформа с установленным батарейным отсеком и модулем AFM

5.6.1. Установка батарейного отсека

До начала работы закрепите батарейный отсек (с установленными элементами питания) на монтажной платформе. Для крепления используйте детали конструктора (Рисунок 5.13).



№	Деталь	Кол-во
5	Планка 10 отв.	2
14	Скоба II	2
35	Винт М4х30	2
45	Гайка М4	6
53	Батарейный отсек	1

Рисунок 5.13 Крепление батарейного отсека

К монтажной платформе батарейный отсек крепится двумя винтами М4х6 с гайками.

5.6.2. Установка модуля AFM

Модуль AFM крепится винтами М4х6 с шайбами А4 через резьбовые втулки, установленные на монтажной панели. Для дополнительной защиты электронной схемы от коротких замыканий установите на нижней стороне модуля AFM изолирующую подложку №52.

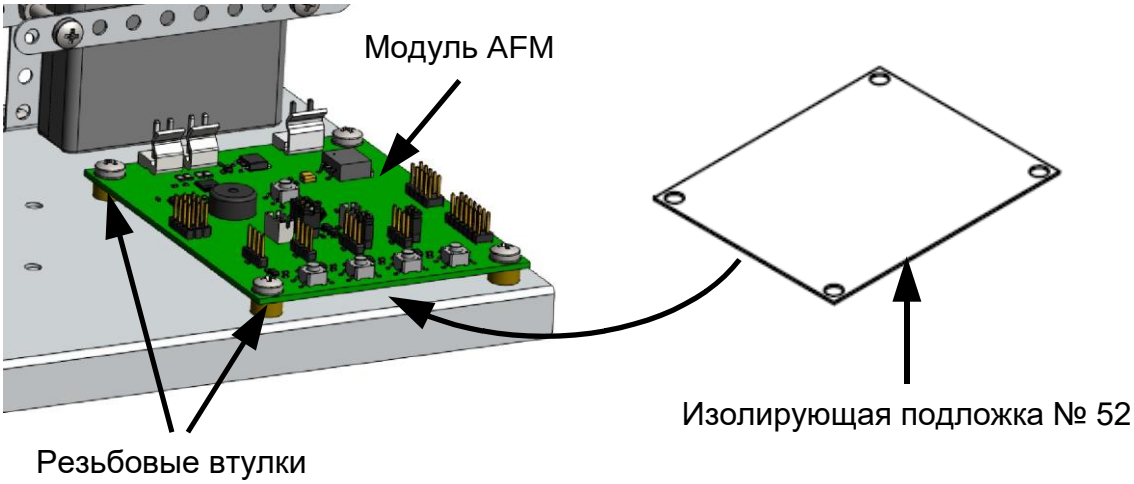


Рисунок 5.14 Крепление модуля AFM

6. Работа с модулем AFM

В этом разделе мы рассмотрим основные приемы программирования модуля AFM для управления моделями, собранными из конструктора.

Модули AFM программируются в интерактивном режиме на языке Advanced Forth. Простейшие навыки позволят вам загрузить небольшие готовые программы, управляющие представленными в этом руководстве моделями.

Для освоения всех возможностей системы и перехода к созданию более серьезных программ, вы можете изучить вводный курс, имеющийся на USB-Flash.

Все дальнейшие действия требуют наличия персонального компьютера и подключенного к нему модуля AFM.

Для общения с интерактивной системой программирования AFS, интегрированной в модуль, необходим последовательный терминал и кабель для подключения. Обычно это программный терминал для Windows или Unix (Linux), работающий с эмуляцией последовательного порта на USB. Преобразователь интерфейсов UART–USB входит в комплект конструктора, для его работы на вашем персональном компьютере необходимо установить драйвер.

Руководство по установке драйвера, программы терминала и установочные файлы вы найдете на USB-Flash.

6.1. Настройка программы терминала

Для работы с AFS/AFM подойдет любая программа терминала. Если вы пользуетесь UNIX (Linux) или MacOS то у вас, скорее всего, уже имеется нужное программное обеспечение.

Пользователям Windows рекомендуем свободно распространяемую программу Tera Term (имеется на USB-Flash накопителе).

Мы не будем здесь подробно разбирать все настройки Tera Term, остановимся лишь на главных параметрах, обеспечивающих работу с AFS/AFM.

В меню программы откройте пункт "Настройка" и найдите пункт "COM-порт…" (см. рисунок).

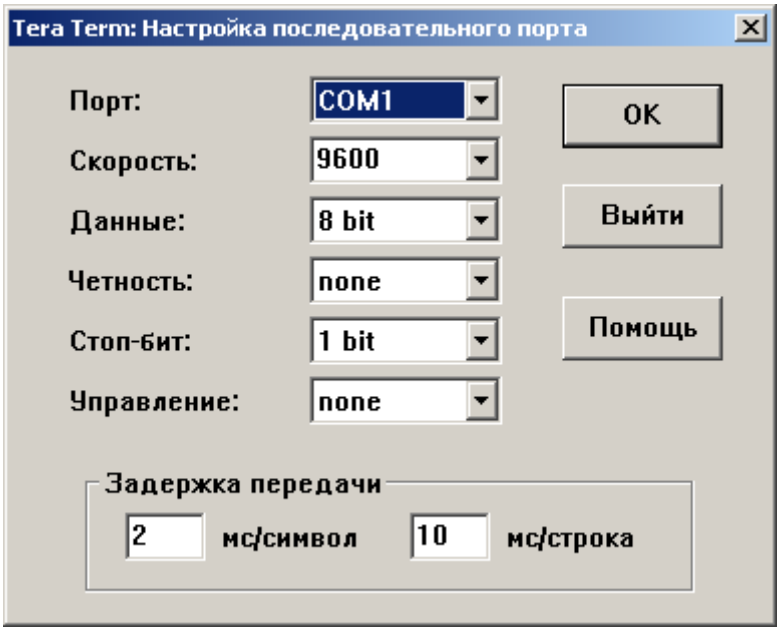


Рисунок 6.1 Настройка последовательного порта

В открывшемся окне выберите COM-порт, который вы будете использовать для связи с модулем AFM. Это должен быть тот же порт, который появился при установке драйвера преобразователя интерфейсов USB-UART. Установите параметры канала связи: скорость 9600 bps, данные 8 бит, четность – нет, стоп-бит 1, управление - нет (как на рисунке).

Установите параметры "Задержка передачи". Вы должны задать задержку передачи строки 10 мс (не менее). Задайте задержку передачи символа 2 мс (не менее).

Если вы не установите эти значения, возникнут проблемы с передачей текста от модуля AFM в терминал. Дело в том, что модули AFM используют полудуплексный однопроводный интерфейс, т.е. канал связи, в котором данные передаются только в одном направлении в выбранный момент времени.

Вы можете копировать строки программ из любого текстового файла в терминал, и AFS будет воспринимать информацию так же, как вводимый с клавиатуры текст. Если же в ответ возвращаются случайные символы или часто возникают ошибки, это говорит о том, что полудуплексный канал не успевает переключаться с приема на передачу. Если время задержки передачи установлено правильно, такая проблема не возникает.

Закройте окно параметров COM-порта кнопкой OK. В меню "Настройка" найдите пункт "Терминал…" (см. рисунок).

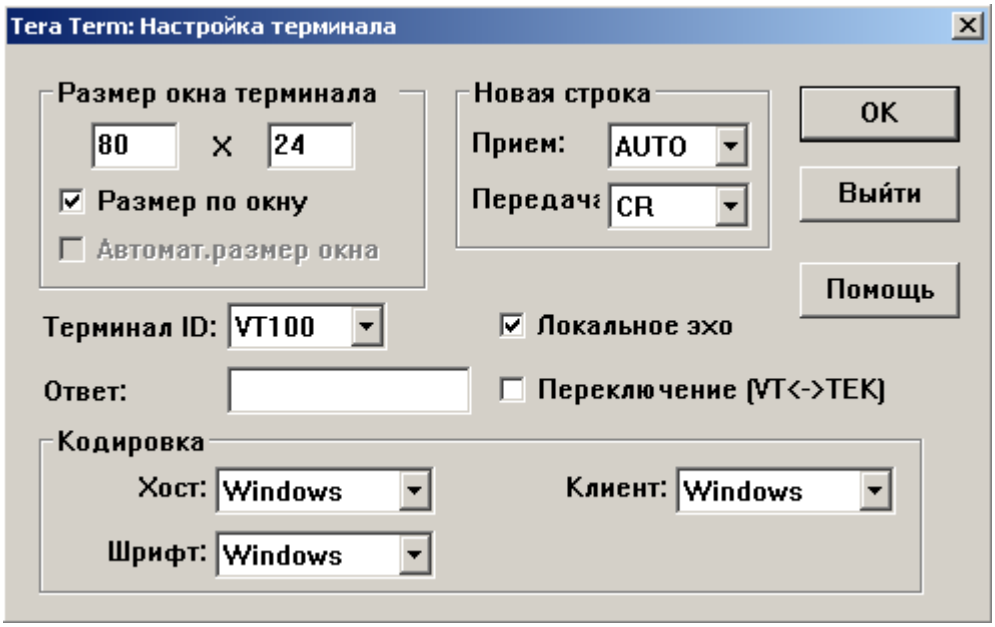


Рисунок 6.2 Настройка параметров терминала

Обязательно отметьте пункт "Локальное эхо" – это позволит видеть вам набираемые символы в полудуплексном канале связи с модулем AFM. Другие настройки можно выставить, как показано на рисунке.

Правильно заданные параметры надо сохранить, чтобы они загружались программой Tera Term при запуске автоматически.

Найдите в меню "Настройка" пункт "Сохранить настройки…". Программа Tera Term предлагает записать настройки в свой файл по умолчанию, что и требуется для нормальной работы. Просто нажмите кнопку "Сохранить" и подтвердите перезапись существующего файла.

Указанные настройки должны быть установлены обязательно, независимо от предпочитаемого вами программного обеспечения. Большинство терминалов имеют схожие пункты меню, вам не составит труда найти соответствующие разделы в используемой программе.

6.2. Загрузка исходного текста программы из файла

Создавая программу в среде Advanced Forth вы можете проверять ее слово за словом, нет необходимости компилировать весь исходный текст единовременно, как это происходит в большинстве других языков программирования.

Разумеется, исходный текст программы тоже где-то должен храниться. Программы для моделей, рассматриваемых в этом Руководстве, хранятся в текстовых файлах на USB-Flash в папке "Программы".

Вы можете использовать любой текстовый редактор, например, NotePad ("Блокнот") для редактирования файла, содержащего исходный текст программы.

Практически все программы терминала позволяют передавать текстовый файл полностью или копировать его части для передачи.

Если вы используете терминал Tera Term, для передачи текстового файла выберите пункт меню "Файл / Передать файл…" (см. рисунок).

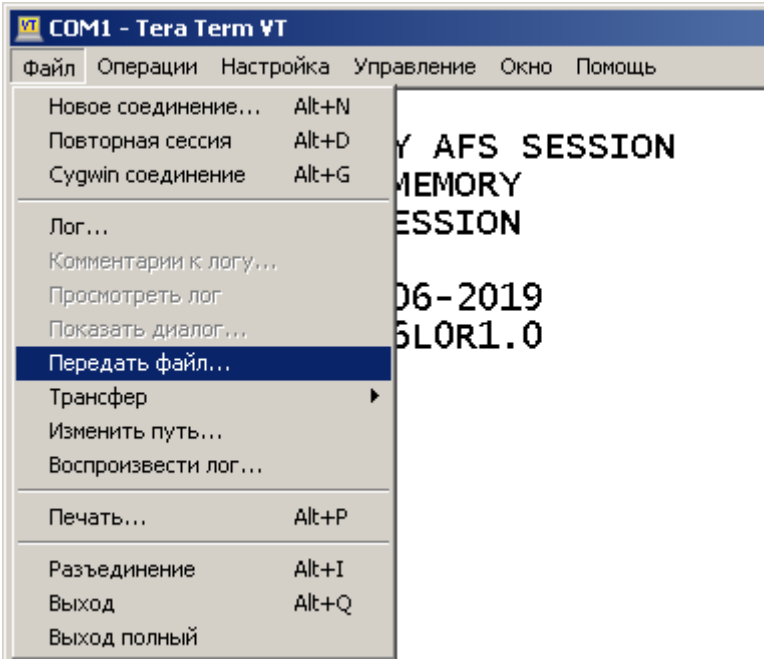


Рисунок 6.3 Передача тестового файла в Tera Term

В открывшемся окне выберите нужный файл и нажмите кнопку "Открыть". Программа терминала начнет передачу файла в AFS.

Поскольку интерактивная среда отвечает "Ok" на каждую введенную без ошибок строку, вы увидите столько сообщений "Ok", сколько строк было в текстовом файле. В зависимости от настроек, эти сообщения могут быть показаны терминалом после текста переданного файла.

В файлах с исходными текстами программ для моделей набора присутствуют команды включения "тихого" режима, поэтому сообщение "Ok" выводится только один раз после обработки всего файла.

Сообщения об ошибках поступают от AFS сразу после обнаружения, но текстовый файл при этом продолжает передаваться, что может привести к возникновению новых ошибок. По этой причине имеет смысл загружать только файлы уже проверенных исходных текстов.

Для отладки отдельных слов и загрузки частей исходного текста программы воспользуйтесь копированием текста: выделите фрагмент в открытом файле и скопируйте его через Ctrl-C или меню программы редактирования. Вы также можете копировать ранее набранный текст из окна терминала.

Для отправки фрагмента текста в Tera Term просто поместите курсор в окно терминала и нажмите правую кнопку мыши. Если текст короткий (1 строка), он будет немедленно передан в AFS. Если текст состоит из нескольких строк, откроется окно редактирования буфера обмена. Вы можете отредактировать текст перед отправкой (см. рисунок).

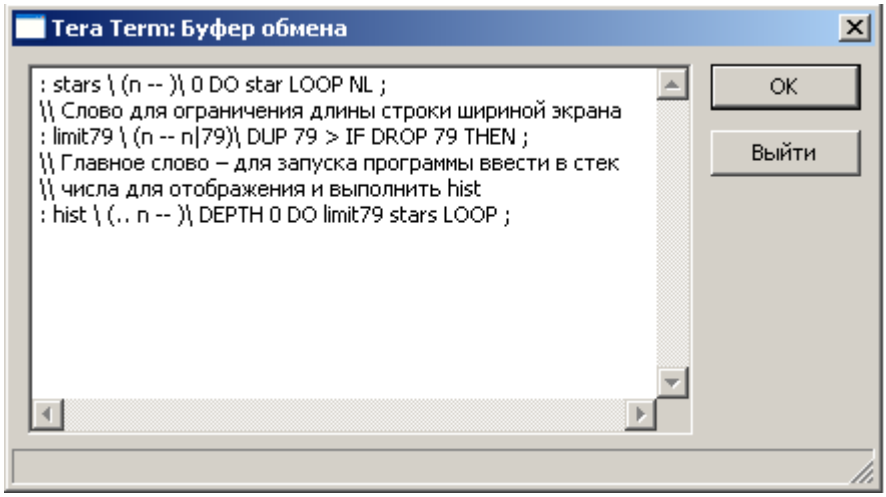


Рисунок 6.4 Редактирование буфера обмена в Tera Term

В других программах передача текста в окне терминала может потребовать нажатия клавиш Ctrl-V или выбора соответствующей команды из меню.

Если вы новичок в использовании терминала, рекомендуем изучить все возможности имеющейся в вашем распоряжении программы. Многие функции могут оказаться полезными при работе с AFS и Форт-машинами.

Например, многие программы терминала (в том числе и Tera Term) имеют функцию записи лога. Весь введенный вами текст и ответы Форт-системы будут автоматически сохраняться в текстовом лог-файле. Вы можете легко создать файл исходного текста вашей программы, обработав лог-файл в текстовом редакторе.

6.3. Включаем Форт-машину

Проверьте установку перемычек на модуле AFM. Они должны быть установлены для работы в интерактивном режиме программирования AFS, как показано на стр. 26.

Подключите преобразователь интерфейсов USB-UART к модулю AFM и порту USB вашего компьютера. Убедитесь, что драйвер последовательного порта работает, а номер порта правильно указан в настройках программы терминала.

Запустите программу терминала и установите связь с Форт-машиной – при нажатии кнопки сброса SW1 на модуле AFM в окне терминала должен появиться передаваемый Форт-машиной текст.

Если установить связь не удается, обратитесь к документации и еще раз проверьте все настройки.

6.3.1. Вход в сеанс интерактивного программирования AFS

При запуске AFS выдает на экран стартовое сообщение с данными о конфигурации AFM/AFS:

```
(c) DANISHEVSKY 2006-2021
```

```
AFMnanoM2.10 AFS16L1R1.01
```

Сообщение может отличаться в зависимости от модели AFM и версии AFS. Просто нажмите клавишу ввода (Enter) и на экране появится слово **Ok** .

Некоторые терминалы не показывают первое сообщение, выдаваемое Форт-машиной при подключении. Если на экране ничего нет, нажмите клавишу Enter – должно появиться слово **Ok** . Это означает, что сеанс интерактивного программирования AFS уже выполняется.

Если на экране вы видите что-то другое, для входа в сеанс могут потребоваться дополнительные действия.

6.3.2. Очистка памяти Форт-машины

Если вы пользуетесь модулем AFM, в котором уже сохранена программа пользователя или последний сеанс программирования, вам может потребоваться очистить память Форт-машины.

Если вы видите один из вариантов меню запуска

```
MEMORY OCCUPIED BY AFS SESSION
1= ERASE PROGRAM MEMORY
2= CONTINUE AFS SESSION
```

или

```
MEMORY OCCUPIED BY USER PROGRAM
1= ERASE PROGRAM MEMORY
2= COPY USER PROGRAM
```

выберите пункт 1.

Система запросит подтверждение:

```
ARE YOU SURE? [Y/N]:
```

Нажмите клавишу **Y**. Память будет очищена, произойдет перезагрузка Форт-системы и вы увидите сообщение

```
(c) DANISHEVSKY 2006-2020
AFMnanoM0.10 AFS16L0R1.00
```

Нажмите клавишу Enter – должно появиться слово **Ok** .

С этого момента мы будем считать, что все настроено правильно и вы готовы к программированию вашей Форт-машины.

6.4. Краткие сведения о языке Advanced Forth и AFS

Для каждой модели, представленной в следующем разделе, имеется готовая управляющая программа. Тексты программ и алгоритмы работы приводятся в описаниях моделей. Файлы с текстами программ также имеются на USB-Flash.

Вы можете просто загрузить программу из файла или перепечатать текст из Руководства вручную, но для устранения возможных ошибок и понимания принципа работы программы необходимо хотя бы начальное представление об используемом языке программирования.

Язык программирования Advanced Forth необычайно прост. Он является современным продвинутым потомком более старого языка Форт, поэтому для краткости в тексте также будет использоваться это название.

Синтаксис языка можно описать тремя основными правилами:

- программа записывается последовательностью слов;
- слова разделяются пробелами;
- слова состоят из любых символов.

Самое важное – не забывать отделять пробелами слова друг от друга.

Вот так выглядит программа, выводящая традиционное приветствие новичков-программистов:

```
: HELLO ." Hello, world!" ;
```

Процесс написания программы представляет собой определение новых слов с использованием ранее созданных слов.

Мы настоятельно рекомендуем ознакомиться с первыми главами вводного курса по программированию, имеющимся на USB-Flash.

6.5. Словарь пользователя и сеанс программирования

Когда вы включаете Форт-машину в интерактивном режиме, запускается сеанс программирования AFS. В памяти выделяется место для вашей программы и новых слов.

Слова в системе хранятся в двух словарях. Первый – это системный словарь Форт, второй – словарь пользователя, куда попадают все определенные вами слова.

6.6. Словарь пользователя и сеанс программирования

Когда вы включаете Форт-машину в интерактивном режиме, запускается сеанс программирования AFS. В памяти выделяется место для вашей программы и новых слов.

Слова в системе хранятся в двух словарях. Первый – это системный словарь Форт, второй – словарь пользователя, куда попадают все определенные вами слова.

6.6.1. Слово WORDS

Время от времени возникает необходимость посмотреть, какие слова уже известны системе. Для вывода списка всех слов, определенных в Форт-системе на текущий момент, используется слово **WORDS** .

Слово **WORDS** сначала показывает все слова, созданные пользователем, причем от последнего слова к первому, затем все слова системного словаря по алфавиту.

Введите

WORDS

и вы увидите словарь пользователя:

```
USER DICTIONARY

HELLO                                |----

PRESS 'ENTER' TO CONTINUE
```

Мы видим слово **HELLO**, которое мы только что создали, и его атрибуты (четыре прочерка справа), а также предложение нажать клавишу Enter для продолжения. С атрибутами слов мы разберемся позже.

Система ожидает нажатия клавиши Enter для продолжения вывода. Когда вы это сделаете, начнется вывод системного словаря:

```
SYSTEM DICTIONARY

!                                    |S---
#                                    |S---
#>                                   |S---
#S                                   |S---
*                                    |S---
```

Каждому слову словаря соответствует своя строка, справа выводятся атрибуты слова. Обратите внимание, появился атрибут S, что означает принадлежность слова к системному словарю.

Словарь выводится на экран страницами по 20 строк (мы не стали здесь перепечатывать весь экран), в конце выводится предложение нажать Enter для продолжения вывода.

Если вы уже нашли интересующее слово, можно прекратить вывод словаря, нажав вместо Enter комбинацию клавиш Ctrl+Z. Система вернется в интерактивный режим и напишет "Ok".

Если выводится словарь пользователя, занимающий более одной страницы, клавиши Ctrl+Z прекратят его вывод и начнется вывод системного словаря.

Заметим, что все слова выводятся заглавными буквами, независимо от того, как вы написали слово при создании. Для языка Форт размер букв в словах не имеет значения, при записи в словарь и поиске слов все символы приводятся к верхнему регистру.

Таким образом, слова **Hello**, **HELLO** и **hello** – для Форт-системы одно и то же слово.

6.6.2. Слово SMUDGE

Бывает, что уже после определения слова вы понимаете, что нужно было сделать все иначе, или просто видите опечатку в тексте. Причин избавиться от неудачного слова может быть много.

Чтобы удалить слово из словаря, используйте слово **SMUDGE** . Например, если вы хотите избавиться от слова **Hello** , введите

```
SMUDGE Hello
```

и вы больше никогда не увидите его в словаре. Это легко проверить с помощью слова **WORDS** . Теперь вы можете определить новое слово **Hello** .

Слово **SMUDGE** удаляет только слова пользователя. Если слово системное (в атрибутах присутствует S), попытка стереть его вызовет ошибку и вы увидите сообщение

```
CAN'T ERASE SYSTEM WORD: . . .
```

и слово, которое пытались удалить.

6.6.3. Слово SAVE-SESSION

Программы в Форте разрабатываются последовательным добавлением новых слов в словарь.

Вы можете тестировать различные варианты каждого следующего слова, удаляя неудачные и продвигаясь к цели методом проб и ошибок.

Чтобы результаты вашего труда не пропали даром, AFS предоставляет возможность сохранения проделанной работы во время сеанса программирования.

Введите

```
SAVE-SESSION
```

и система сохранит в постоянной памяти словарь пользователя, метакод созданных слов, переменные программы и другую информацию.

Если после этого вы выполните слово, приводящее к краху системы, после перезапуска AFS предложит вам восстановить сохраненный сеанс программирования (см. далее).

Точка сохранения остается в постоянной памяти Форт-машины до тех пор, пока вы не добавите хотя бы одно новое слово. Система видит изменение состояния словаря и удаляет предыдущую сохраненную информацию. Если в этот момент вы отключите питание, все данные будут потеряны и следующий сеанс начнется "с чистого листа".

6.6.4. Слово BYE

Слово BYE завершает текущий сеанс программирования с сохранением его результатов.

Поскольку вы попрощались с Форт-системой, если сохранение сеанса прошло успешно, AFS выходит в меню запуска. Теперь можно отключить питание Форт-машины.

При следующем включении вы снова увидите меню запуска:

```
MEMORY OCCUPIED BY AFS SESSION

1= ERASE PROGRAM MEMORY

2= CONTINUE AFS SESSION
```

Вам предлагается на выбор два варианта – очистить память и начать новый сеанс программирования, либо вернуться к сохраненному сеансу и продолжить работу с того места, где вы остановились накануне.

Для выбора введите 1 или 2 соответственно.

Сеанс программирования сохраняется только если вы закончили работу словом **BYE** . Если вы просто выключили питание, часть данных в памяти машины безвозвратно теряется. При старте AFS обнаруживает такое нарушение целостности программы и очищает всю память Форт-машины, чтобы начать работу с исходного состояния.

6.6.5. Слово SAVE-PROGRAM

Мы можем ввести программу на языке Форт из файла или с клавиатуры и можем выполнить ее в интерактивном режиме. Однако, конечной целью разработки программы является ее автономная работа в Форт-машине без участия оператора. Другими словами, программа должна выполняться сразу после включения питания.

При запуске в автономном режиме AFS начинает выполнение программы пользователя с последнего слова, определенного через двоеточие.

Если отладка программы завершена и вы хотите сохранить ее для выполнения в автономном режиме, введите

```
SAVE-PROGRAM
```

Как только вы нажмете Enter, Форт-система запишет вашу программу в постоянную память и выполнит другие необходимые действия, что приведет к завершению сеанса интерактивного программирования.

Вы увидите системное меню:

```
MEMORY OCCUPIED BY USER PROGRAM
1= ERASE PROGRAM MEMORY
2= COPY USER PROGRAM
```

Это меню выводится каждый раз, когда система включается в режиме интерактивного программирования, но память занята программой пользователя.

Для перехода в автономный режим отключите питание и снимите перемычку MODE0 (стр. 25). Теперь при включении питания будет сразу выполняться ваша программа.

6.7. Комментарии в тексте программы

К тексту программы желательно иметь *комментарии*. Некоторые программы становятся полной загадкой без пояснений.

В языке Advanced Forth используются два вида комментариев.

6.7.1. Слово \\

Первый вид комментария – строка, начинающаяся словом **** . Если вы введете

```
\\ Это строка комментария
```

то система просто ответит “Ok” и ничего не произойдет. Слово **** сообщает системе о необходимости игнорировать весь текст до конца строки. Комментарии, занимающие всю строку, обычно используются в тексте программ как заголовки и пояснения к словам:

```
\\ Слово, вычисляющее квадрат числа на вершине стека
: square DUP * ;
```

Комментарий не обязательно должен занимать всю строку:

```
: square DUP * ;  \\ Вычисляем квадрат числа
```

6.7.2. Слово \

Второй вид комментария – текст, заключенный между двумя символами **** . Слово **** используются для ввода в текст программы комментариев такого вида:

```
\ Это текст комментария\
```

Обратите внимание на пробелы: после первой косой черты пробел должен быть обязательно, так как **** является словом языка AF, а вот перед перед второй косой чертой пробел не обязателен. Второй символ **** используется только в качестве признака конца текста комментария (аналогично кавычке в тексте для слова **."**).

Если вы введете этот текст, система отреагирует на него так же, как и в предыдущем случае, за одним исключением: текст, следующий за комментарием до конца строки будет интерпретироваться системой как обычно.

6.8. Программирование моделей конструктора

Теперь, когда вы знакомы с основами программирования на языке Advanced Forth и работой с AFS, мы можем перейти к сборке сложных электромеханических моделей с программным управлением.

В следующих разделах мы рассмотрим шесть моделей промышленного оборудования различной сложности. Для каждой модели приводится описание алгоритма работы и текст программы.

Вы можете вводить текст программы вручную, либо передать его как файл через терминал. Файлы с текстами всех программ имеются на прилагаемом USB-flash накопителе.

Для упрощения программирования устройств, установленных на плате модуля AFM, в словарь Форт-системы добавлены специальные слова.

6.8.1. Слова BEEP-INIT и BEEP

Слово **BEEP-INIT** настраивает один из таймеров-счетчиков микроконтроллера для генерации звука с помощью установленного на плате модуля звукового излучателя.

Слово **BEEP** выдает короткий звуковой сигнал.

Оба слова не требуют передачи параметров в стеке и не возвращают никаких значений.

6.8.2. Слово MOT-INIT

Слово **MOT-INIT** настраивает один из таймеров-счетчиков микроконтроллера для формирования управляющих сигналов для драйвера моторов.

Слово не требует передачи параметров в стеке и не возвращает никаких значений.

6.8.3. Слово MOT-SPEED

Слово **MOT-SPEED** устанавливает скорость вращения мотора, подключенного к разъёму XP9 (мотор “A”).

Перед выполнением слова **MOT-SPEED** на вершине стека должно находиться число, определяющее устанавливаемую скорость в процентах от максимальной. Слово не возвращает каких-либо значений.

Например, следующая строка устанавливает среднюю скорость вращения мотора:

```
75 MOT-SPEED
```

Передаваемое значение может находиться в диапазоне от 0 до 100. Числу 100 соответствует максимальная скорость.

Не рекомендуется задавать скорость менее 50-60%. Для большинства моторов с редуктором такое снижение скорости вращения приводит к останову и нагреву обмоток. Для останова мотора используйте слово **MOT-STOP**.

6.8.4. Слова MOT-FWD, MOT-REV и MOT-STOP

Эти три слова предназначены для управления направлением вращения и остановом мотора, подключенного к разъёму XP9 (мотор “A”).

Слова не требуют передачи параметров в стеке и не возвращают никаких значений.

Слово **MOT-FWD** включает мотор для вращения в условном направлении вперёд, а слово **MOT-REV** включает мотор для вращения в условном направлении назад.

Слово **MOT-STOP** останавливает вращение мотора.

При включении мотора вращение осуществляется со скоростью, установленной при последнем выполнении слова **MOT-SPEED**.

Для изменения направления вращения мотора на противоположное рекомендуется сначала его остановить.

6.8.5. Слова SW2, SW3, SW4 и SW5

Группа из четырех слов, предназначенных для определения состояния кнопок SW2, SW3, SW4 и SW5, либо состояния датчиков, подключенных к разъёмам XP4, XP5, XP6 и XP7 соответственно.

Слова не требуют передачи параметров в стеке. Каждое слово возвращает на вершине стека значение, соответствующее текущему состоянию кнопки или датчика.

Для нажатой кнопки возвращаемое значение не равно нулю.

Обратите внимание: для используемых оптических датчиков не равное нулю значение соответствует открытому зазору датчика.

6.9. Некоторые правила оформления блок-схем алгоритмов

Для изучения управляющих программ необходимо вспомнить некоторые правила оформления алгоритмов.

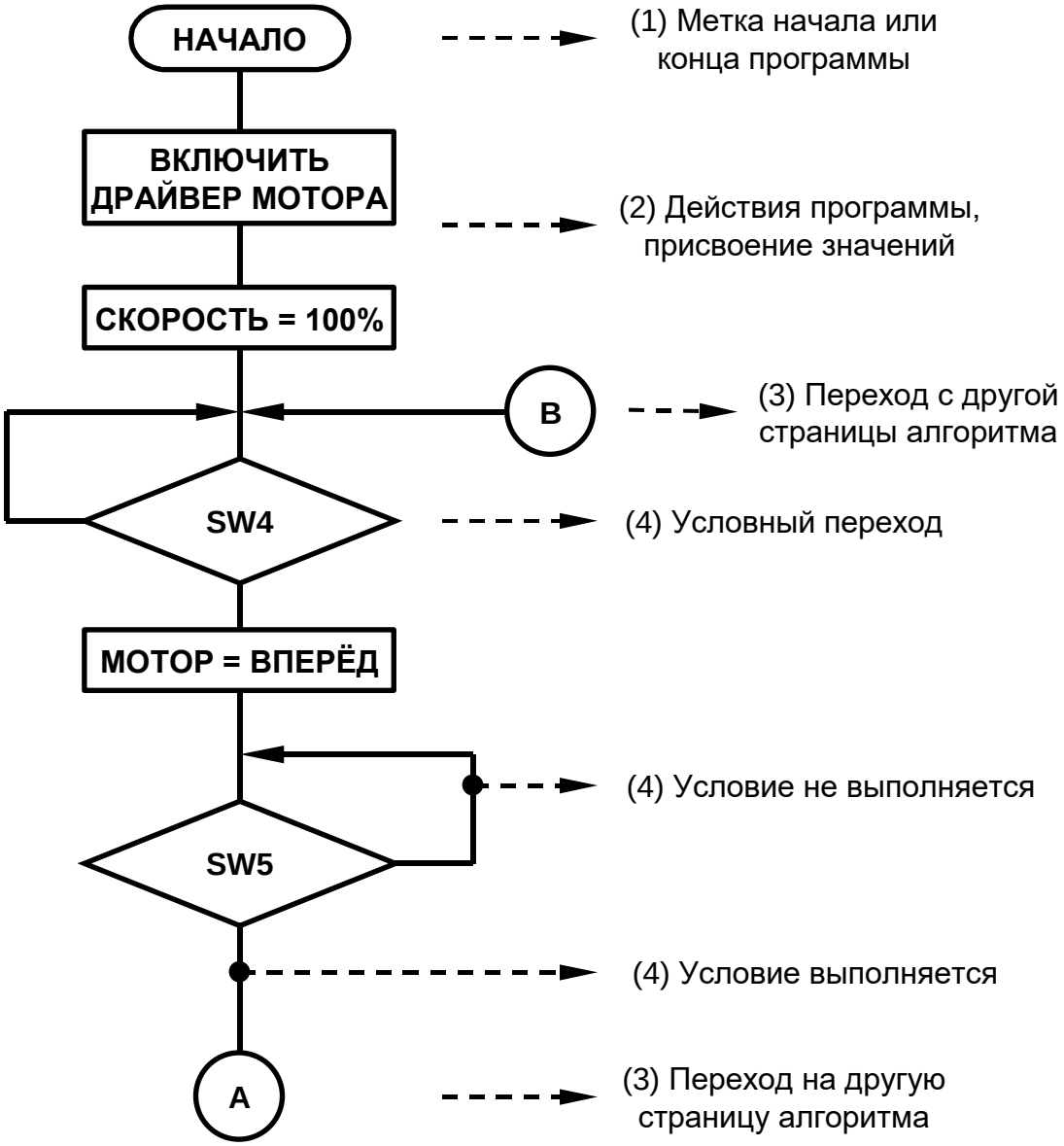


Рисунок 6.5 Элементы блок-схем алгоритмов

При описании алгоритма порядок выполнения программы обозначается прямыми линиями, соединяющими элементы блок-схемы. Программа выполняется сверху вниз по соединительным линиям.

Если порядок выполнения программы изменяется, используются стрелки, указывающие точки перехода. В точке примыкания стрелки к вертикальной линии выполнение программы всегда продолжается вниз.

Рассмотрим основные элементы блок-схем алгоритмов (Рисунок 6.5):

(1) Метки начала и конца программы обозначаются овалами со словами "начало" и "конец". Если программа выполняется бесконечно, метка конца не используется.

(2) Прямоугольники обозначают выполняемые программой действия и присвоение значений различным параметрам и переменным.

(3) Если алгоритм не помещается на одной странице, его разделяют на несколько частей. Точки перехода с одной страницы на другую обозначаются окружностью с литерой внутри. Точки с одинаковыми литерами считаются соединенными между собой.

(4) Условные переходы обозначаются ромбами. Внутри ромба указывается проверяемое условие, например, вычисляемое выражение или переменная, значение которых определяет дальнейший ход выполнения программы. Если условие выполняется (значение "истина" или не равно нулю), выполнение программы продолжается от нижнего угла ромба. Если условие не выполняется (значение "ложь" или ноль), выполнение программы продолжается от бокового угла ромба (правого или левого, но только в одном из направлений).

7. Модели, управляемые ЭВМ

В этом разделе мы рассмотрим простые модели промышленного оборудования, управляемые программой ЭВМ. Описания моделей представлены по возрастанию сложности программы управления.

Со временем, накопив опыт в конструировании и программировании, вы сможете создавать собственные электромеханические устройства и сложные управляющие программы.

Модуль AFM имеет возможность соединяться с другими Форт-машинами и согласовано управлять группой механизмов. Собрав несколько моделей из двух, трех или большего числа наборов “Технолидер” вы сможете построить действующую модель автоматизированного производства. Разумеется, для управления такой сложной моделью потребуется хорошее владение программированием в среде AFS.

Дополнительную информацию о возможностях модулей AFM и примеры более сложных программ вы найдете на USB-Flash.

7.1. Поворотный стол

Поворотные столы используются в составе транспортных систем автоматизированных производств для изменения направления подачи заготовок и деталей, в основе устройств загрузки и разгрузки автоматических станков.

Поворотные столы также являются базовой конструкцией некоторых видов автоматических станков, например, сварочного автомата для соединения деталей швом, расположенным по окружности. Модель подобного автомата мы и предлагаем собрать для начала.

Программа управления поворотного стола самая простая. Стол вращается в одном направлении с постоянной скоростью. Для управления используются всего две кнопки:

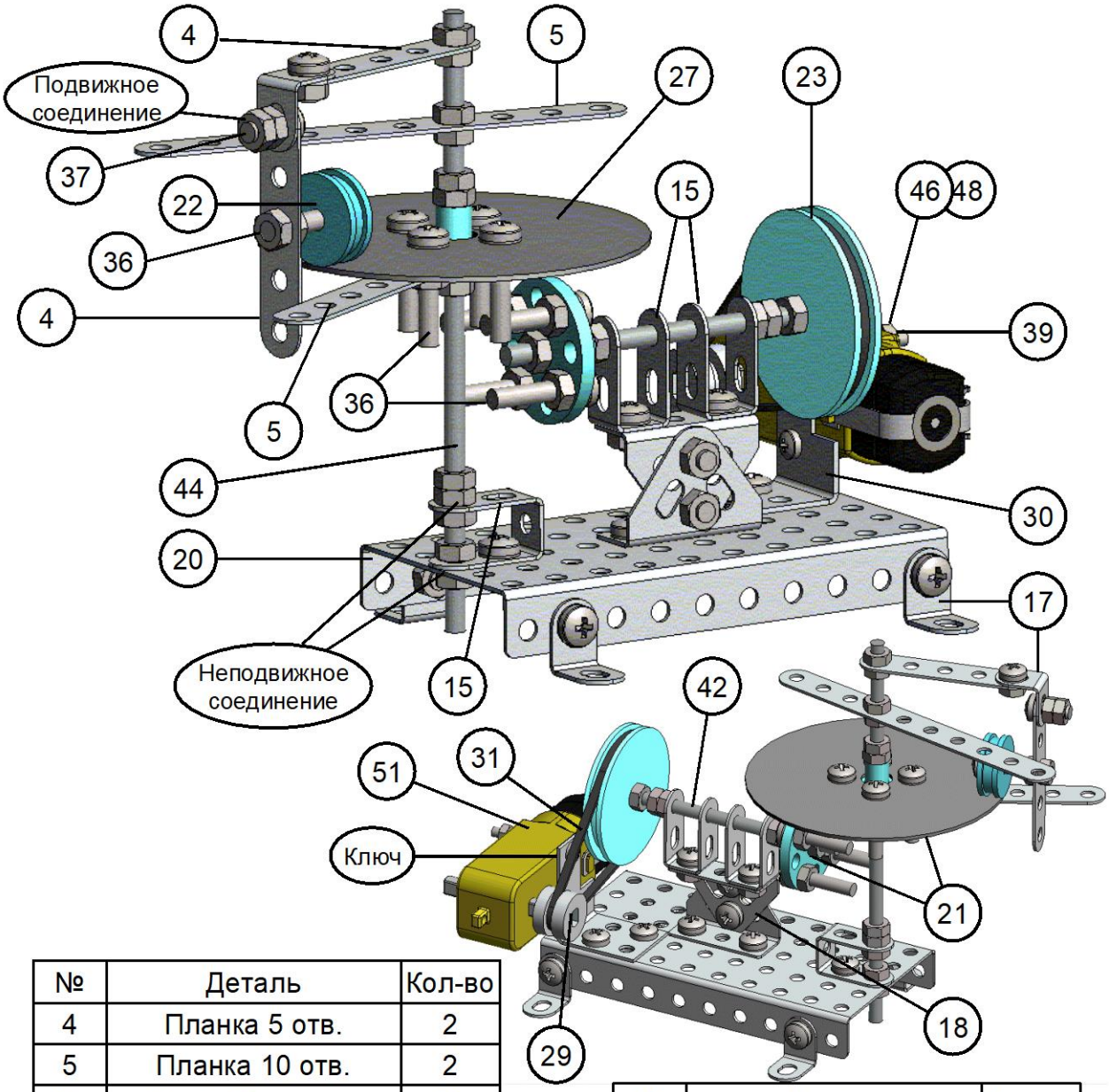
- кнопка SW5 останавливает вращение;
- кнопка SW4 включает вращение стола.

(Кнопки SW2 и SW3 не используются).

Для сборки используйте Рисунок 7.1 и трехмерную модель, которую вы найдете на USB-Flash. Обратите внимание на подвижные и неподвижные соединения деталей.

Для обеспечения правильного направления вращения стола установите шкив № 29 на вал со стороны ключа на корпусе мотор-редуктора (см. Рисунок 5.11).

Ознакомьтесь с алгоритмом работы управляющей программы модели поворотного стола на стр. 50 (Рисунок 7.2), текст программы приведен на странице 51 и также имеется в текстовом файле на USB-Flash.



№	Деталь	Кол-во
4	Планка 5 отв.	2
5	Планка 10 отв.	2
15	Скоба большая	3
17	Уголок I	5
18	Уголок II	2
20	Панель большая	1
21	Планшайба	2
22	Шкив Ø18	1
23	Шкив Ø40	1
27	Диск Ø75	1
29	Шкив мотора	1
30	Кронштейн мотора	1
31	Пассик Ø40	1

№	Деталь	Кол-во
36	Винт М4х16	9
37	Винт М4х10	1
38	Винт М4х6	*
39	Винт М3х25	2
42	Шпилька М4х80	1
44	Шпилька М4х120	1
45	Гайка М4	*
46	Гайка М3	2
48	Шайба А3	2
51	Мотор с редуктором	1

* - используйте необходимое количество деталей

Рисунок 7.1 Модель поворотного стола

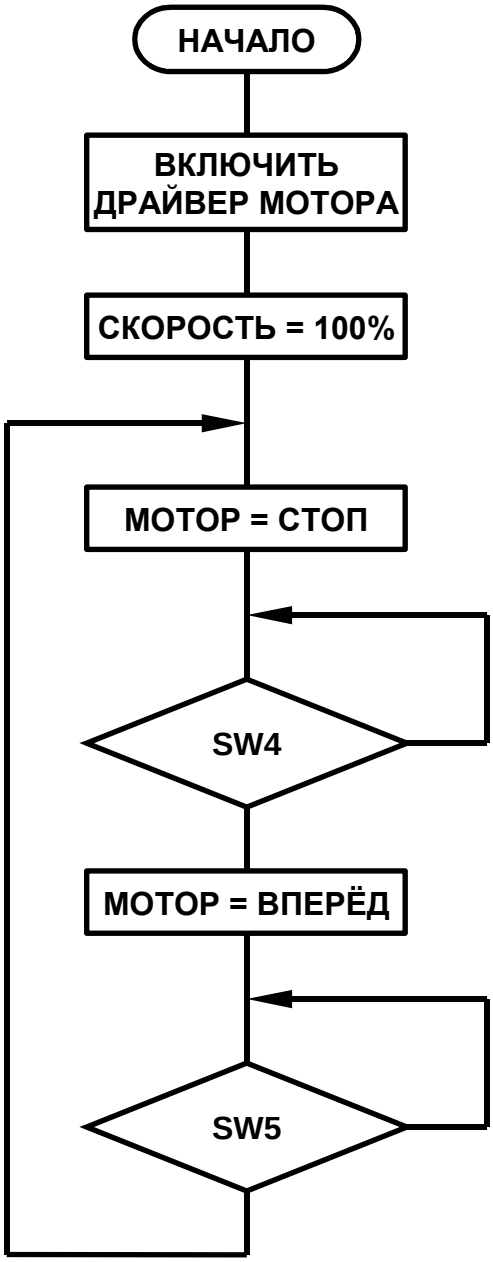


Рисунок 7.2 Алгоритм управляющей программы модели поворотного стола

7.1.1. Текст управляющей программы модели поворотного стола

Текст программы также имеется на USB-Flash (файл ROTARY.AF). Если вы набираете текст самостоятельно, комментарии вводить не нужно.

```
: ROTARY
  1 1 SYS-CFG!                \\ Выбираем конфигурацию
  MOT-INIT                    \\ Включаем драйвер мотора

  BEGIN                       \\ Начало рабочего цикла
   MOT-STOP                   \\ Остановить мотор
   BEGIN SW4 UNTIL            \\ Ждем нажатия кнопки SW4
   MOT-FWD                    \\ Включаем мотор, вращение вперед
   BEGIN SW5 UNTIL            \\ Ждем нажатия кнопки SW5
  AGAIN                       \\ В начало рабочего цикла
;
```

После успешного ввода текста программы выполните слово **SAVE-SESSION**, чтобы программа сохранилась для последующих запусков.

Для старта программы подключите кабель питания мотора к разъёму XP9 на плате модуля AFM и убедитесь, что разъём батарейного отсека также подключен, а выключатель находится в положении “ON”.

Введите слово **ROTARY** и нажмите кнопку SW4. Поворотный стол должен начать вращаться против часовой стрелки. При нажатии на кнопку SW5 стол останавливается.

Если стол вращается в противоположную сторону, проверьте правильность установки шкива (№29) – он должен быть установлен со стороны ключа на корпусе мотор-редуктора.

Программа выполняется в бесконечном цикле, поэтому для возврата в интерактивный режим программирования потребуется сброс системы с помощью кнопки SW1.

7.2. Рольганг

Рольганг, роликовый транспортер, является разновидностью конвейера, машины для транспортировки заготовок и готовых деталей внутри промышленного предприятия. Название происходит от немецких слов Rolle (ролик) и Gang (ход).

Рольганг широко применяется в автоматизированных производствах для передачи заготовок и готовых деталей между обрабатывающими станками, сборочными роботами и местами хранения.

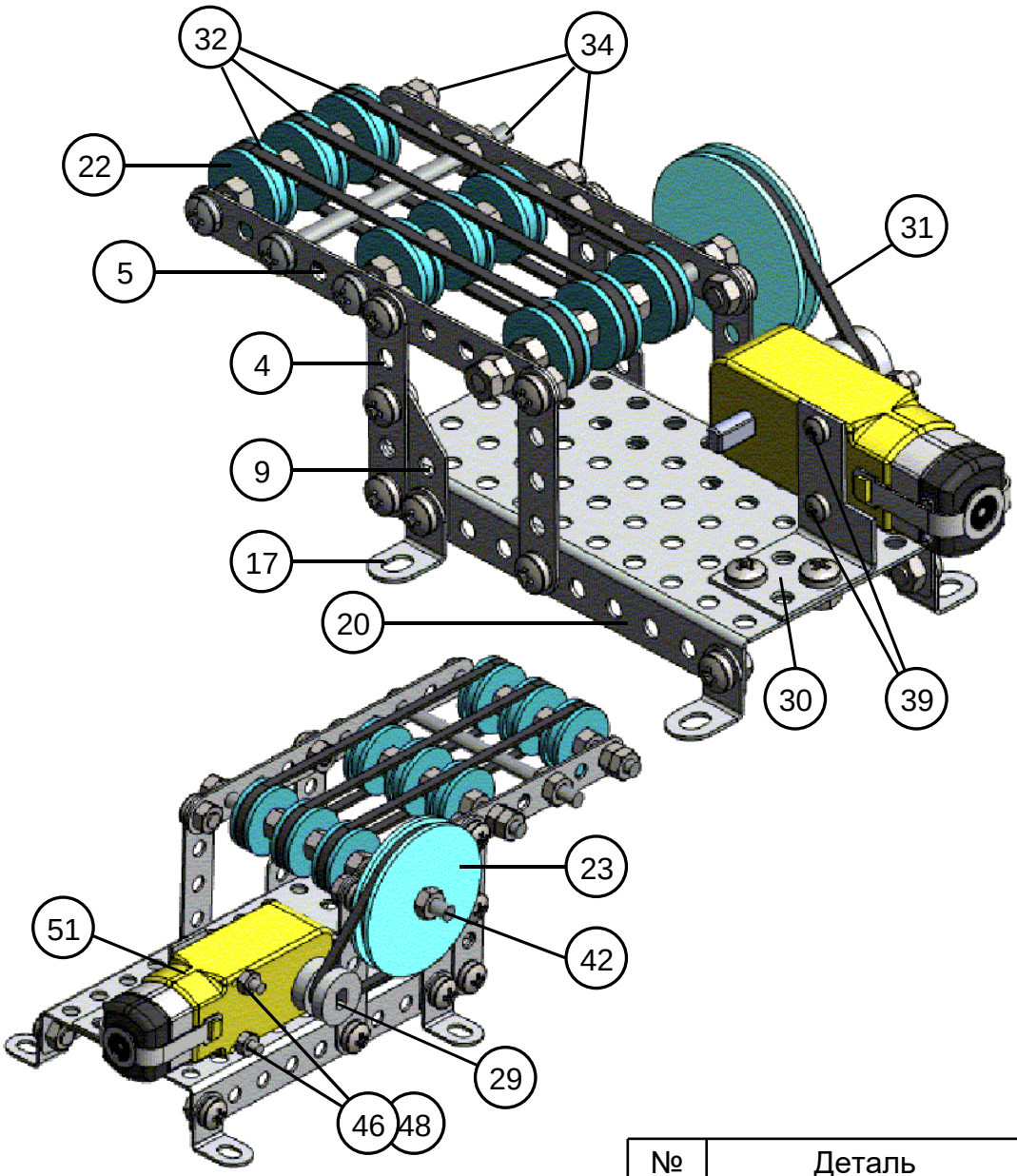
Предлагаемая модель имеет простое управление. Конвейер движется с постоянной скоростью, для пуска, останова и изменения направления движения используются три кнопки:

- кнопка SW5 останавливает конвейер;
- кнопка SW4 включает движение вперед;
- кнопка SW3 включает движение назад.

(Кнопка SW2 не используется).

Для сборки используйте Рисунок 7.3 и трехмерную модель, которую вы найдете на USB-накопителе.

Алгоритм работы управляющей программы модели рольганга раскрывает Рисунок 7.4, текст программы приведен на странице 55 и также имеется в текстовом файле на USB-Flash. Вы можете набрать текст программы самостоятельно или передать файл через терминал.



№	Деталь	Кол-во
4	Планка 5 отв.	4
5	Планка 10 отв.	2
9	Косынка II	2
17	Уголок I	4
20	Панель большая	1
22	Шкив Ø18	9
23	Шкив Ø40	1
29	Шкив мотора	1
30	Кронштейн мотора	1

№	Деталь	Кол-во
31	Пассик Ø40	1
32	Пассик Ø60	3
34	Винт М4х60	3
38	Винт М4х6	*
39	Винт М3х25	2
42	Шпилька М4х80	1
45	Гайка М4	*
46	Гайка М3	2
48	Шайба А3	2
51	Мотор с редуктором	1

*- используйте необходимое количество деталей

Рисунок 7.3 Модель рольганга

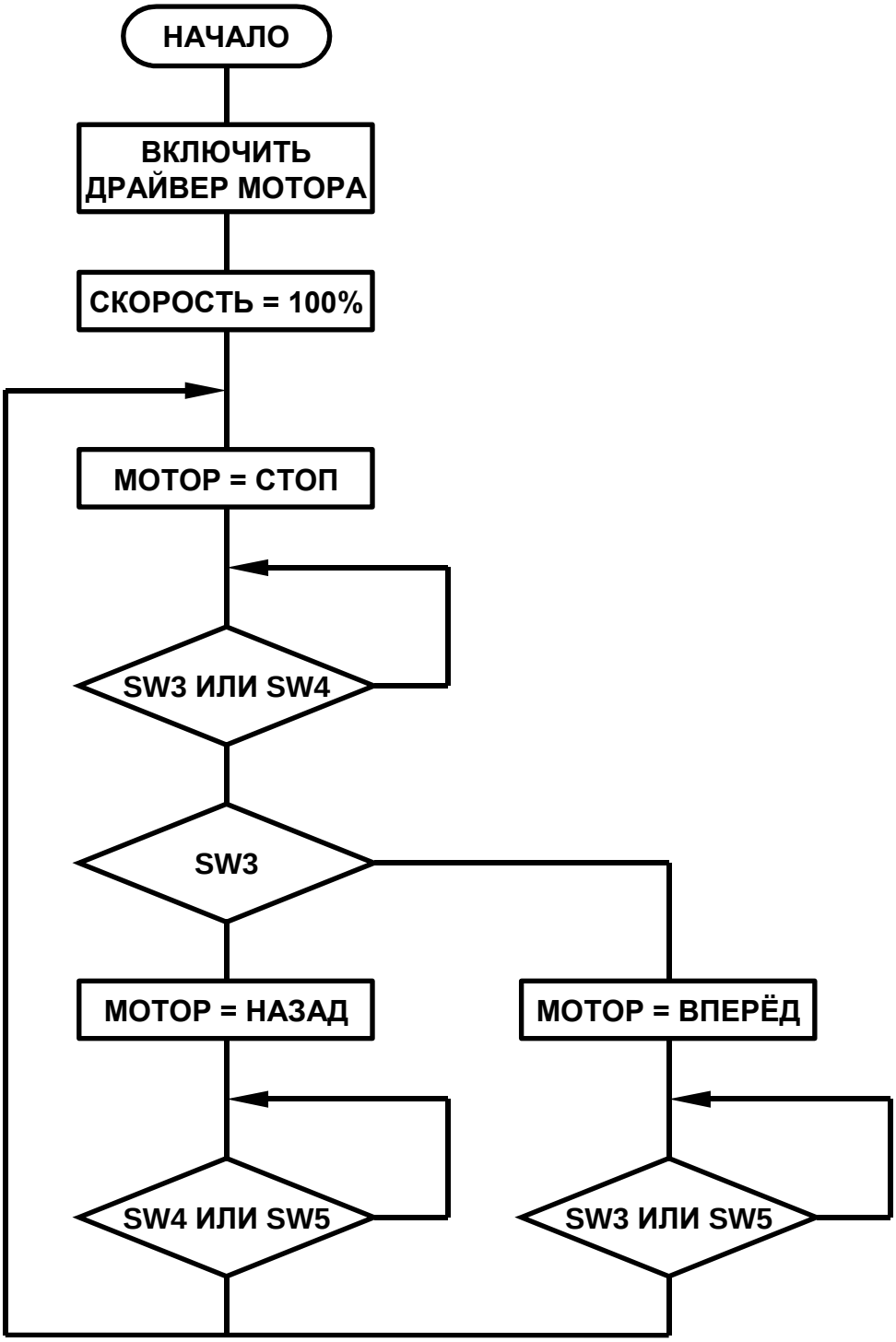


Рисунок 7.4 Алгоритм управляющей программы модели рольганга

7.2.1. Текст управляющей программы модели рольганга

Текст программы также имеется на USB-накопителе (файл ROLLGANG.AF). Если вы набираете текст самостоятельно, комментарии вводить не нужно.

```
: ROLLGANG
  1 1 SYS-CFG!                  \\ Выбираем конфигурацию
  MOT-INIT                      \\ Включаем драйвер мотора

  BEGIN                         \\ Начало рабочего цикла
   MOT-STOP                     \\ Остановить мотор
   BEGIN SW3 SW4 OR UNTIL       \\ Ждем нажатия кнопки SW3 или SW4

   SW3 IF                       \\ Если нажата кнопка SW3:
    MOT-REV                     \\ -включить мотор, вращение назад
    BEGIN SW4 SW5 OR UNTIL      \\ -ждем нажатия кнопки SW4 или SW5
   ELSE                         \\ Если нажата кнопка SW4:
    MOT-FWD                     \\ -включить мотор, вращение вперед
    BEGIN SW3 SW5 OR UNTIL      \\ -ждем нажатия кнопки SW3 или SW5
   THEN

  AGAIN                         \\ В начало рабочего цикла
;
```

После успешного ввода текста программы выполните слово **SAVE-SESSION**, чтобы программа сохранилась для последующих запусков.

Для старта программы подключите кабель питания мотора к разъёму XP9 на плате модуля AFM и убедитесь, что разъём батарейного отсека также подключен, а выключатель находится в положении “ON”.

Введите слово **ROLLGANG** и нажмите кнопку SW4. Конвейер должен начать движение. Убедитесь, что при нажатии на кнопки управления программа реагирует в соответствии с алгоритмом.

Программа выполняется в бесконечном цикле, поэтому для возврата в интерактивный режим программирования потребуется сброс системы с помощью кнопки SW1.

7.3. Механическая пила

Механические пилы, приводимые в движение электромотором, широко применяются в производстве для нарезки заготовок из металлопроката – прутков, уголков и т.п.

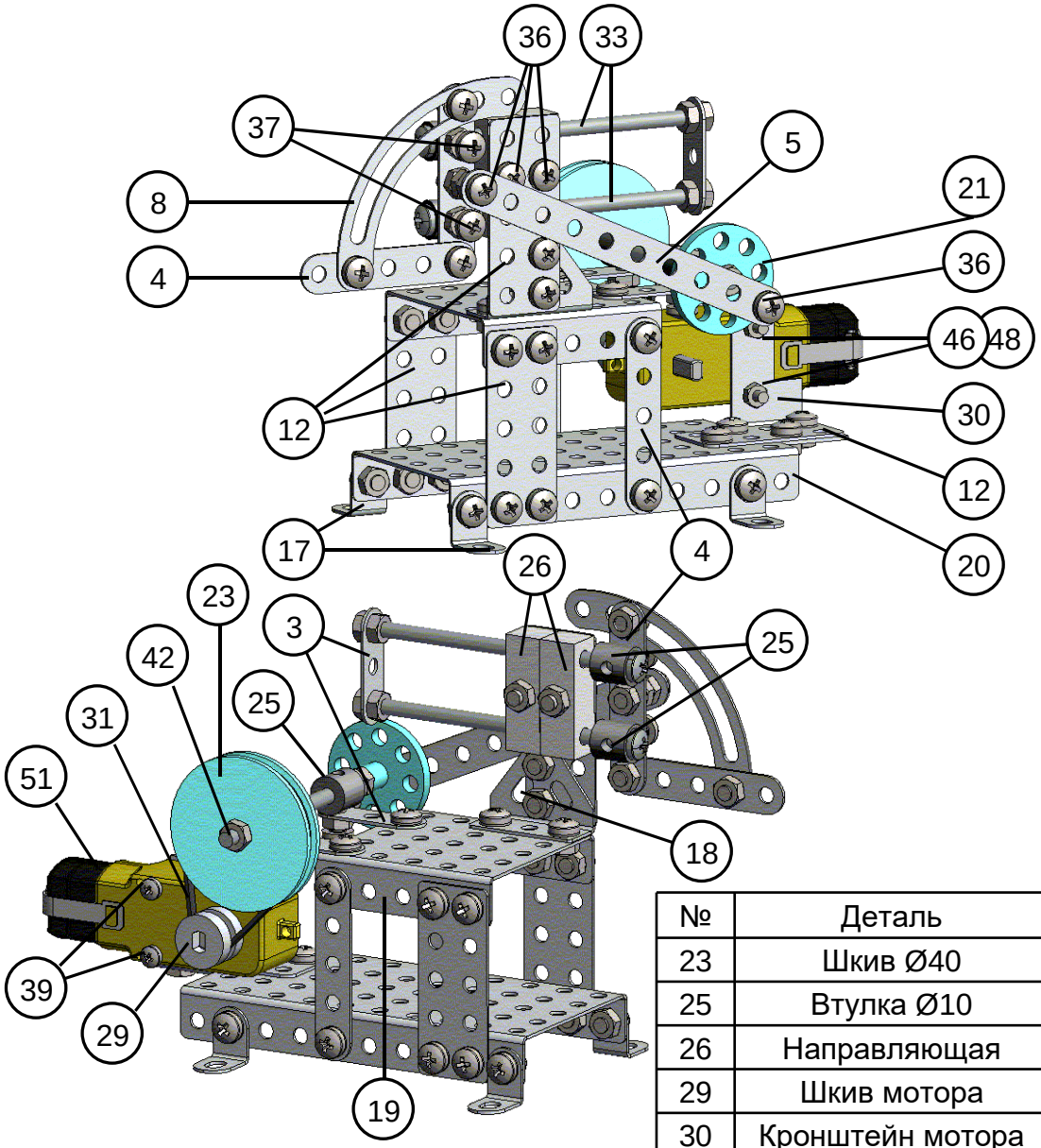
Модель механической пилы выполняет более сложные функции, чем предыдущая модель. Скорость движения пилы может изменяться во время работы. Для управления задействованы все кнопки:

- кнопка SW5 останавливает пилу;
- кнопка SW4 включает пилу, движение со средней скоростью;
- кнопка SW3 увеличивает скорость движения пилы;
- кнопка SW2 уменьшает скорость движения пилы.

Для сборки используйте Рисунок 7.5 и трехмерную модель, которую вы найдете на USB-Flash.

Программа для этой модели приведена на странице 60 и также имеется в текстовом файле на USB-Flash.

Для лучшего понимания текста программы изучите также алгоритм работы (Рисунок 7.6 и Рисунок 7.7).



№	Деталь	Кол-во
3	Планка 3 отв.	3
4	Планка 5 отв.	4
5	Планка 10 отв.	1
8	Планка сегментная II	1
12	Пластина 5х20	4
17	Уголок I	4
18	Уголок II	1
19	Панель	1
20	Панель большая	1
21	Планшайба	1

№	Деталь	Кол-во
23	Шкив Ø40	1
25	Втулка Ø10	4
26	Направляющая	2
29	Шкив мотора	1
30	Кронштейн мотора	1
31	Пассик Ø40	1
33	Винт М4х80	2
36	Винт М4х16	4
37	Винт М4х10	4
38	Винт М4х6	*
39	Винт М3х25	2
42	Шпилька М4х80	1
45	Гайка М4	*
46	Гайка М3	2
48	Шайба А3	2
51	Мотор с редуктором	1

* - используйте необходимое количество деталей

Рисунок 7.5 Модель механической пилы

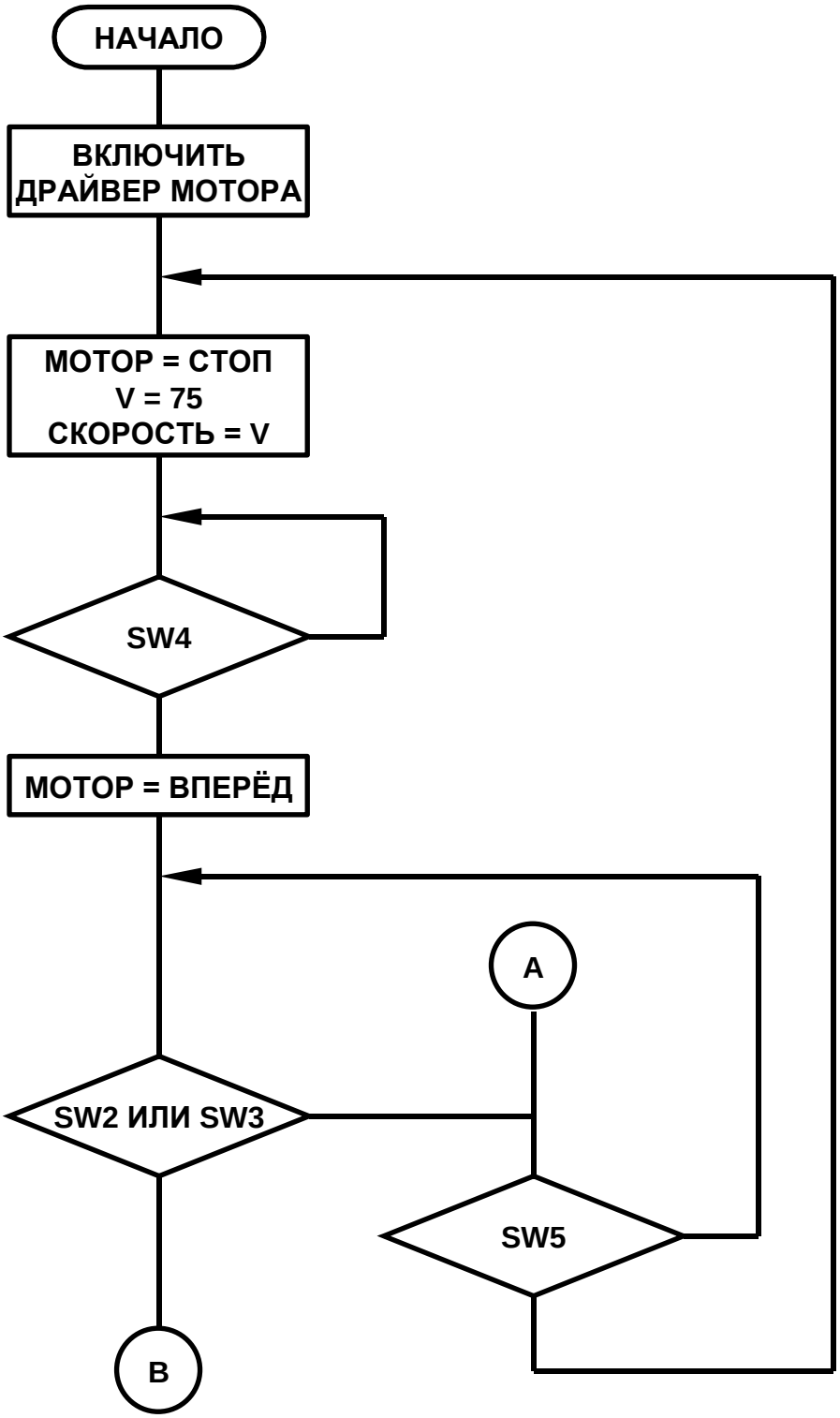


Рисунок 7.6 Алгоритм управляющей программы модели пилы

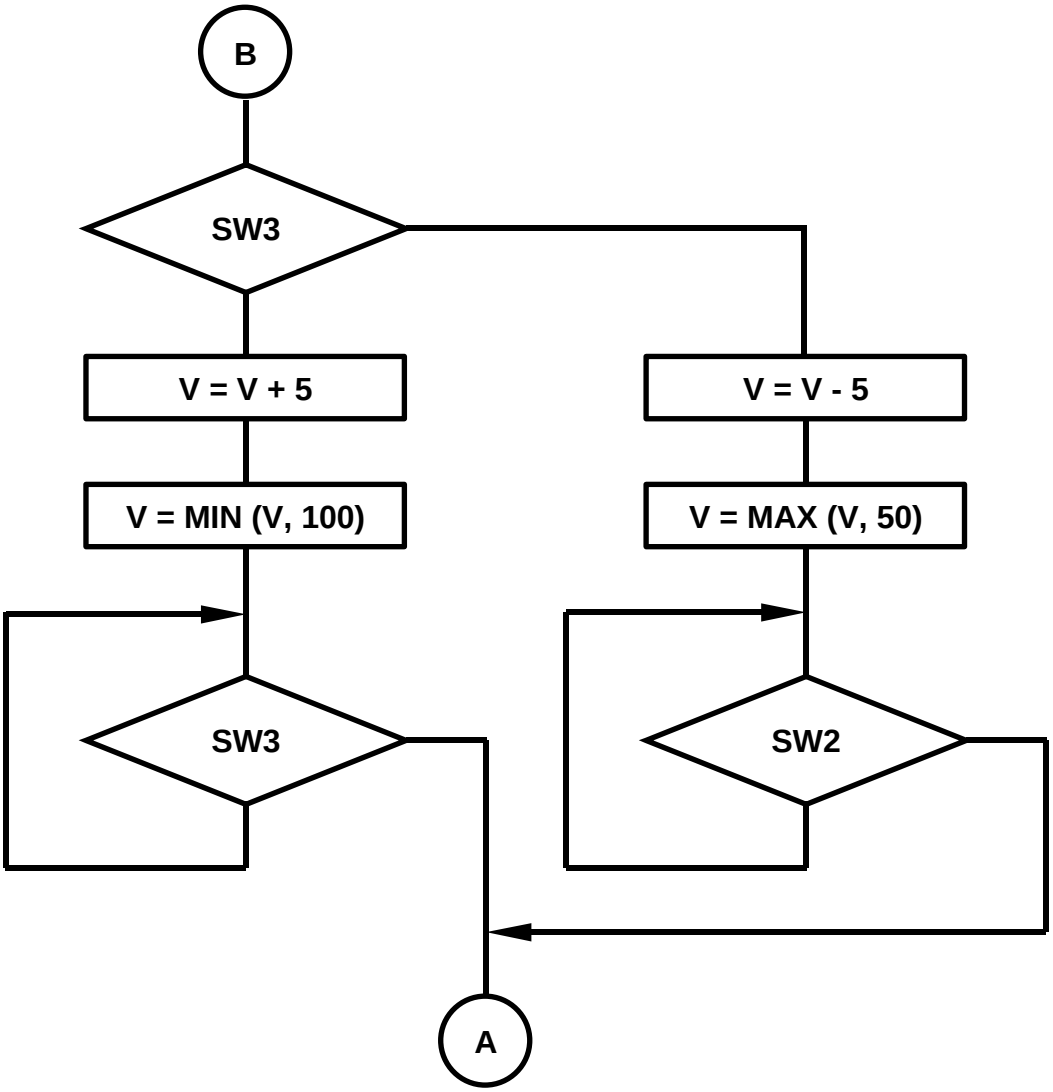


Рисунок 7.7 Алгоритм управляющей программы модели пилы (окончание)

Обратите внимание: для ограничения скорости вращения мотора допустимыми значениями, в алгоритме использованы функции MIN (x, y) и MAX (x, y), которые возвращают меньшее и большее из двух чисел соответственно. В языке Форт этим функциям соответствуют слова **`MIN`** и **`MAX`**.

7.3.1. Текст управляющей программы модели пилы

Текст программы также имеется на USB-Flash (файл SAW.AF). Если вы набираете текст самостоятельно, комментарии вводить не нужно.

```
DECIMAL                          \\ Все числа в программе десятичные

: SAW
  1 1 SYS-CFG!                   \\ Выбираем конфигурацию
  MOT-INIT                       \\ Включаем драйвер мотора
  BEGIN                          \\ Начало главного цикла программы
   MOT-STOP                      \\ Остановить мотор
   75                            \\ Текущее значение скорости
   DUP MOT-SPEED                 \\ Устанавливаем скорость
   BEGIN SW4 UNTIL               \\ Ждем нажатия кнопки SW4
   MOT-FWD                       \\ Включить мотор, вращение вперед

   BEGIN              \\ Начало рабочего цикла пилы
    SW2 SW3 OR        \\ Проверяем состояние кнопок SW2 и SW3
    IF                \\ Если нажата одна из кнопок...
     SW3 IF           \\ Если нажата кнопка SW3:
      5 + 100 MIN     \\ -увеличиваем значение скорости на 5%
       BEGIN SW3 WHILE 100 MS REPEAT   \\ -ждем отпускания SW3
     ELSE             \\ Если нажата кнопка SW2:
      5 - 50 MAX      \\ -уменьшаем значение скорости на 5%
       BEGIN SW2 WHILE 100 MS REPEAT   \\ -ждем отпускания SW2
     THEN
     DUP MOT-SPEED    \\ Устанавливаем новое значение скорости
    THEN
    SW5               \\ Проверяем состояние кнопки SW5:
   UNTIL              \\ -если не нажата, в начало рабочего цикла
                      \\ -если нажата выходим из цикла
   DROP               \\ Удаляем текущее значение скорости из стека
  AGAIN               \\ Возвращаемся в начало главного цикла
;
```

После успешного ввода текста программы выполните слово **SAVE-SESSION**, чтобы программа сохранилась для последующих запусков.

Для старта программы подключите кабель питания мотора к разъёму XP9 на плате модуля AFM и убедитесь, что разъём батарейного отсека также подключен, а выключатель находится в положении “ON”.

Введите слово **SAW** и нажмите кнопку SW4. Пила должна начать возвратно-поступательное движение со средней скоростью.

При каждом нажатии и отпускании кнопки SW3 скорость движения пилы слегка увеличивается, пока не достигнет максимальной. Каждое нажатие и отпускание кнопки SW2 уменьшает скорость. При удержании кнопок в нажатом положении скорость не меняется.

При нажатии на кнопку SW5 пила останавливается. Для возобновления работы следует нажать кнопку SW4.

Программа выполняется в бесконечном цикле, поэтому для возврата в интерактивный режим программирования потребуется сброс системы с помощью кнопки SW1.

7.4. Механический молот

Механический молот – один из первых промышленных станков. Механический молот имитирует работу кузнеца: тяжелый рабочая часть из прочного металла поднимается над заготовкой, после чего падает вниз под собственным весом, нанося удар по обрабатываемой детали.

Первые молоты приводились в действие паровыми машинами, современный механический молот обычно имеет гидравлический привод, но небольшие молоты могут подниматься электромотором.

Модель механической молота имеет более сложное управление – для определения верхнего положения молота используется оптический датчик. Модель имеет два режима работы – ручной и автоматический.

В автоматическом режиме кулачковый механизм поднимает и сбрасывает рабочую часть молота непрерывно, на максимальной скорости.

В ручном режиме для работы привода необходимо удерживать нажатой одну из кнопок. При отпускании кнопки мотор немедленно останавливается. Скорость движения в этом режиме средняя.

В обоих режимах подается короткий звуковой сигнал при прохождении рабочей части молота через верхнюю точку.

Управление осуществляется следующим образом:

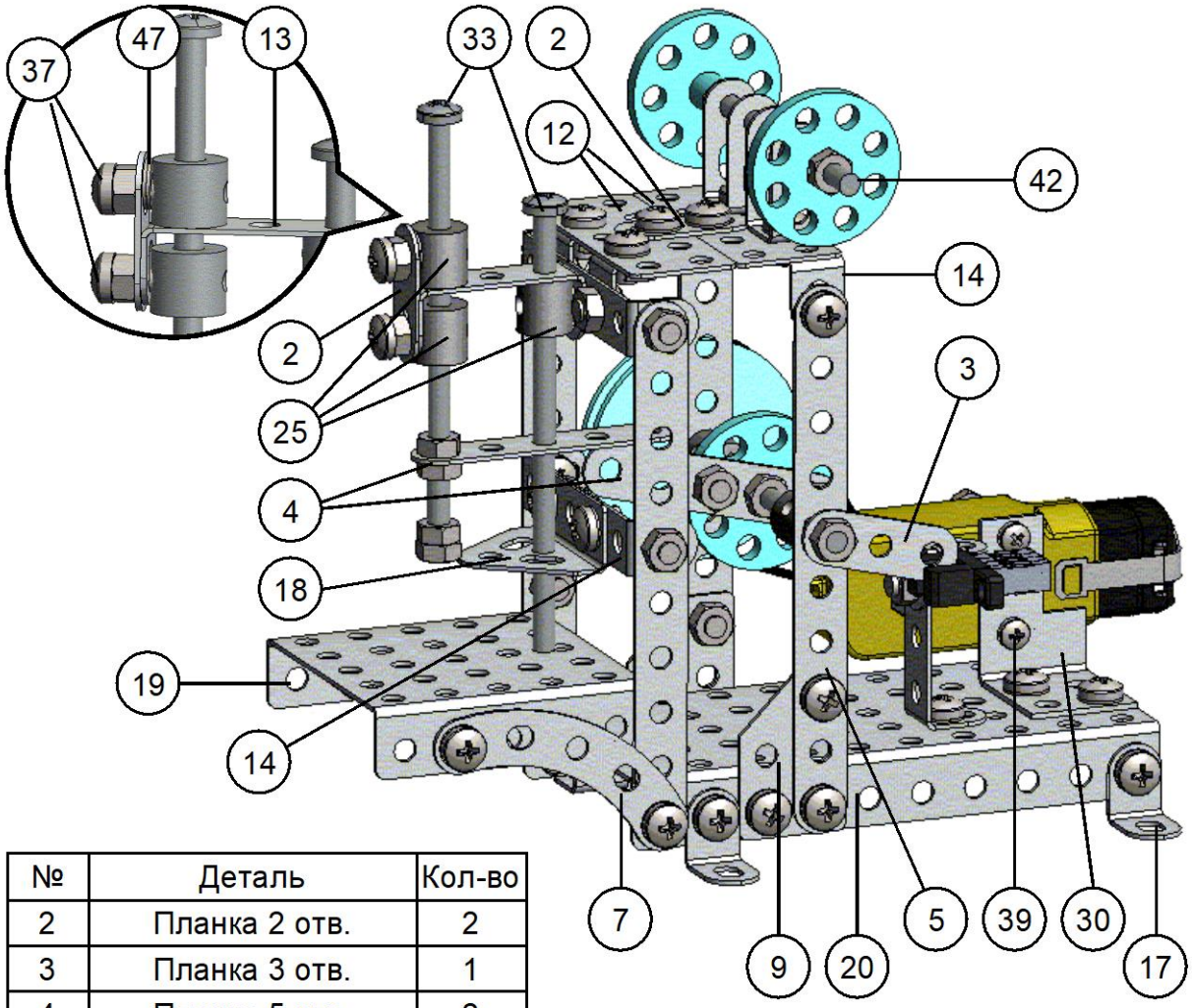
- кнопка SW5 останавливает мотор в автоматическом режиме;
- кнопка SW4 включает автоматический режим, движение с большой скоростью;
- кнопка SW3 включает ручной режим, движение со средней скоростью;
- кнопка SW2 не используется, но к разъёму XP4 подключен датчик верхней точки.

Для сборки используйте Рисунок 7.11, Рисунок 7.12 и трехмерную модель, которую вы найдете на USB-Flash.

Для обеспечения свободного хода бойка молота отрегулируйте положение втулок № 25 с помощью двух шайб № 47 (см. Рисунок 7.8, на врезке).

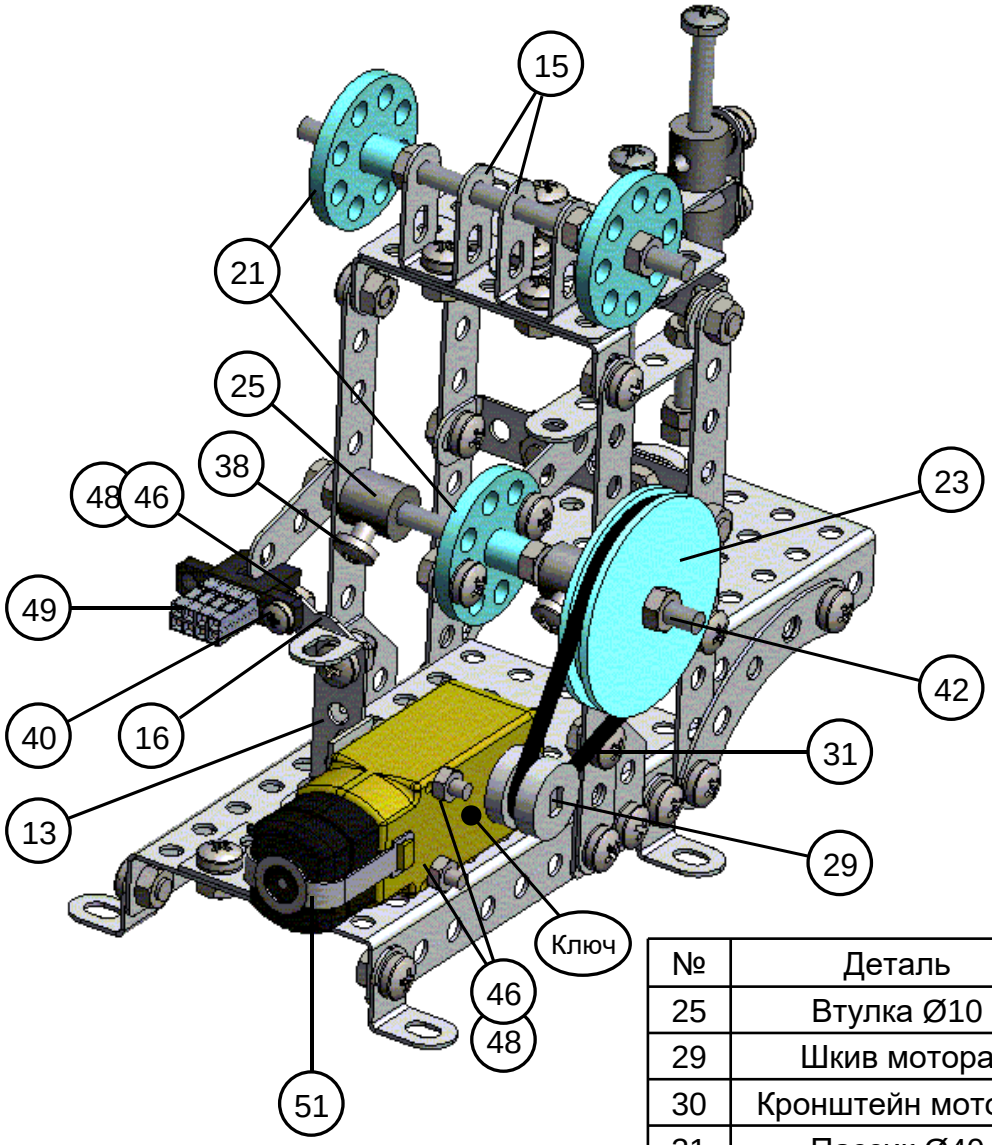
Для обеспечения правильного направления движения кулачка установите шкив № 29 на вал со стороны ключа на корпусе мотор-редуктора (см. Рисунок 5.11).

Для лучшего понимания текста программы изучите также алгоритм работы (Рисунок 7.13). Программа для этой модели приведена на странице 66 и также имеется в текстовом файле на USB-Flash.



№	Деталь	Кол-во
2	Планка 2 отв.	2
3	Планка 3 отв.	1
4	Планка 5 отв.	2
5	Планка 10 отв.	4
7	Планка сегментная	2
9	Косынка II	2
12	Пластина 50х20	2
13	Скоба I	2
14	Скоба II	3
15	Скоба большая	2
16	Планка датчика	1
17	Уголок I	6
18	Уголок II	1
19	Панель	1
20	Панель большая	1
21	Планшайба	3
23	Шкив Ø40	1

Рисунок 7.8 Модель механического молота



№	Деталь	Кол-во
25	Втулка Ø10	5
29	Шкив мотора	1
30	Кронштейн мотора	1
31	Пассик Ø40	1
33	Винт М4х80	2
37	Винт М4х10	3
38	Винт М4х6	*
39	Винт М3х25	2
40	Винт М3х8	1
42	Шпилька М4х80	2
45	Гайка М4	*
46	Гайка М3	3
47	Шайба А4	2
48	Шайба А3	3
49	Датчик оптический	1
51	Мотор с редуктором	1

* - используйте необходимое количество деталей

Рисунок 7.9 Модель механического молота (окончание)

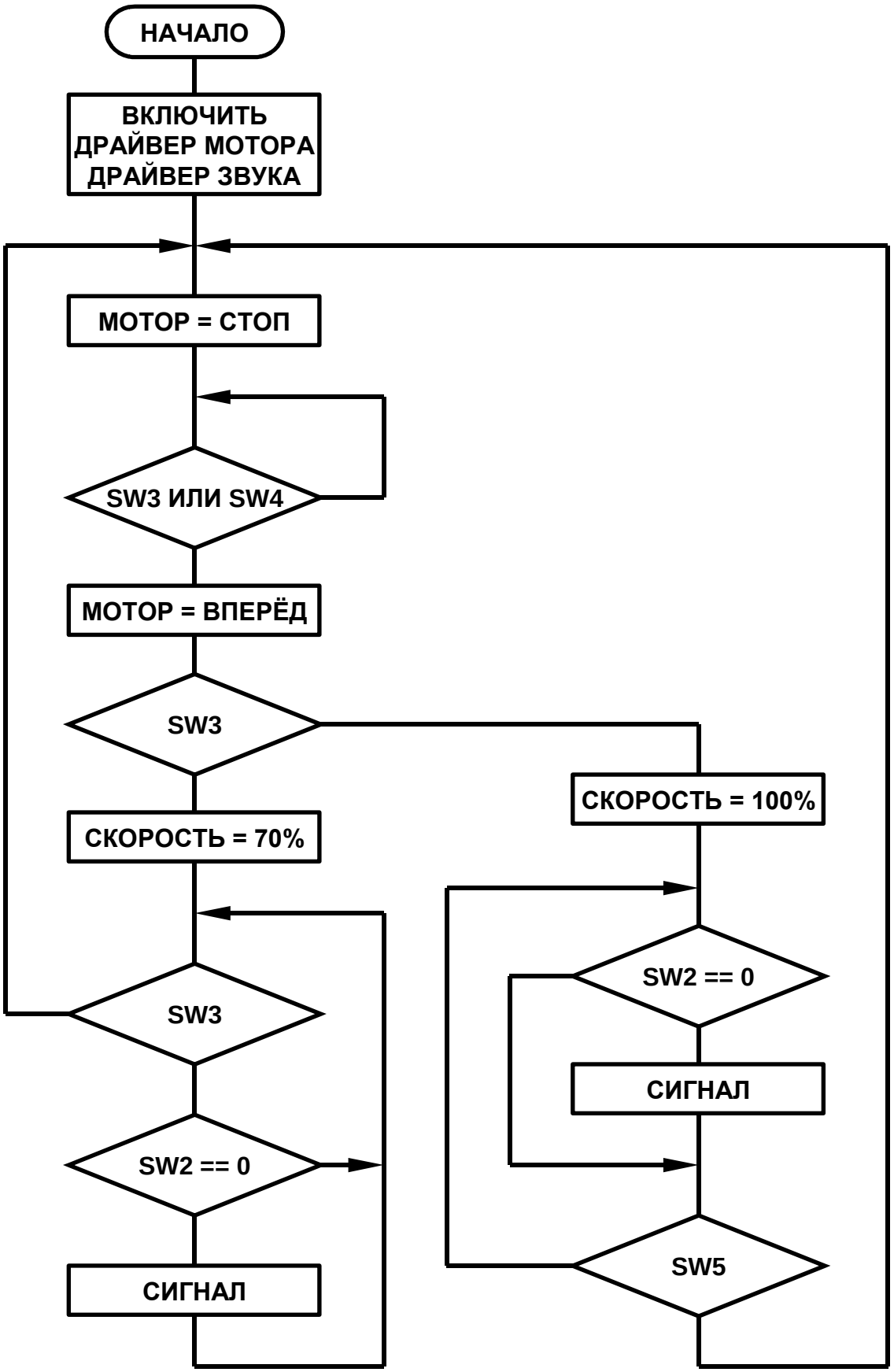


Рисунок 7.10 Алгоритм управляющей программы модели молота

7.4.1. Текст управляющей программы модели молота

Текст программы также имеется на USB-Flash (файл HAMMER.AF). Если вы набираете текст самостоятельно, комментарии вводить не нужно.

```
DECIMAL                          \\ Все числа в программе десятичные

: HAMMER
  1 1 SYS-CFG!                   \\ Выбираем конфигурацию
  BEEP-INIT MOT-INIT             \\ Включаем драйверы звука и мотора

  BEGIN                      \\ Начало главного цикла программы
   MOT-STOP                      \\ Остановить мотор
   BEGIN SW3 SW4 OR UNTIL        \\ Ждем нажатия на одну из кнопок
   MOT-FWD                       \\ Включить мотор, вращение вперед

   SW3 IF                        \\ Если нажата кнопка SW3:
    70 MOT-SPEED                 \\ -установить скорость 70%
    BEGIN SW3 WHILE              \\ Пока нажата кнопка SW3,
     SW2 0= IF BEEP THEN         \\ проверяем состояние датчика
    REPEAT                       \\ Сигнал, если датчик сработал
   ELSE                          \\ Если нажата кнопка SW4:
    100 MOT-SPEED                \\ -установить скорость 100%
    BEGIN                      \\ Начало цикла автоматического режима
     SW2 0= IF BEEP THEN         \\ Сигнал, если датчик сработал
     SW5                         \\ Проверяем состояние кнопки SW5
    UNTIL                        \\ Выходим из цикла, если нажата
   THEN

  AGAIN                      \\ Возвращаемся в начало главного цикла
;
```

После успешного ввода текста программы выполните слово **SAVE-SESSION**, чтобы программа сохранилась для последующих запусков.

Для старта программы подключите датчик к разъёму XP4, мотор к разъёму XP9 на плате модуля AFM и убедитесь, что разъём батарейного отсека также подключен, а выключатель находится в положении “ON”.

При открытом зазоре датчика должен светится светодиод HL3. При прохождении металлической планки через зазор светодиод должен гаснуть. При необходимости отрегулируйте положение оптического датчика на модели.

Введите слово **HAMMER** и нажмите кнопку SW3. Мотор должен начать вращаться со средней скоростью. При отпускании кнопки SW3 мотор должен остановиться.

Убедитесь, что при включении мотора кулачок приближается к планке-толкателю снизу, а не сверху.

Если кулачковый механизм движется в противоположную сторону, проверьте правильность установки шкива (№29) – он должен быть установлен со стороны ключа на корпусе мотор-редуктора.

Для старта молота в автоматическом режиме нажмите кнопку SW4. Для останова нажмите кнопку SW5.

При правильно настроенном положении датчика каждое прохождении молотом верхней точки должно сопровождаться звуковым сигналом и кратковременным отключением светодиода HL3.

Программа выполняется в бесконечном цикле, поэтому для возврата в интерактивный режим программирования потребуется сброс системы с помощью кнопки SW1.

7.5. Пресс

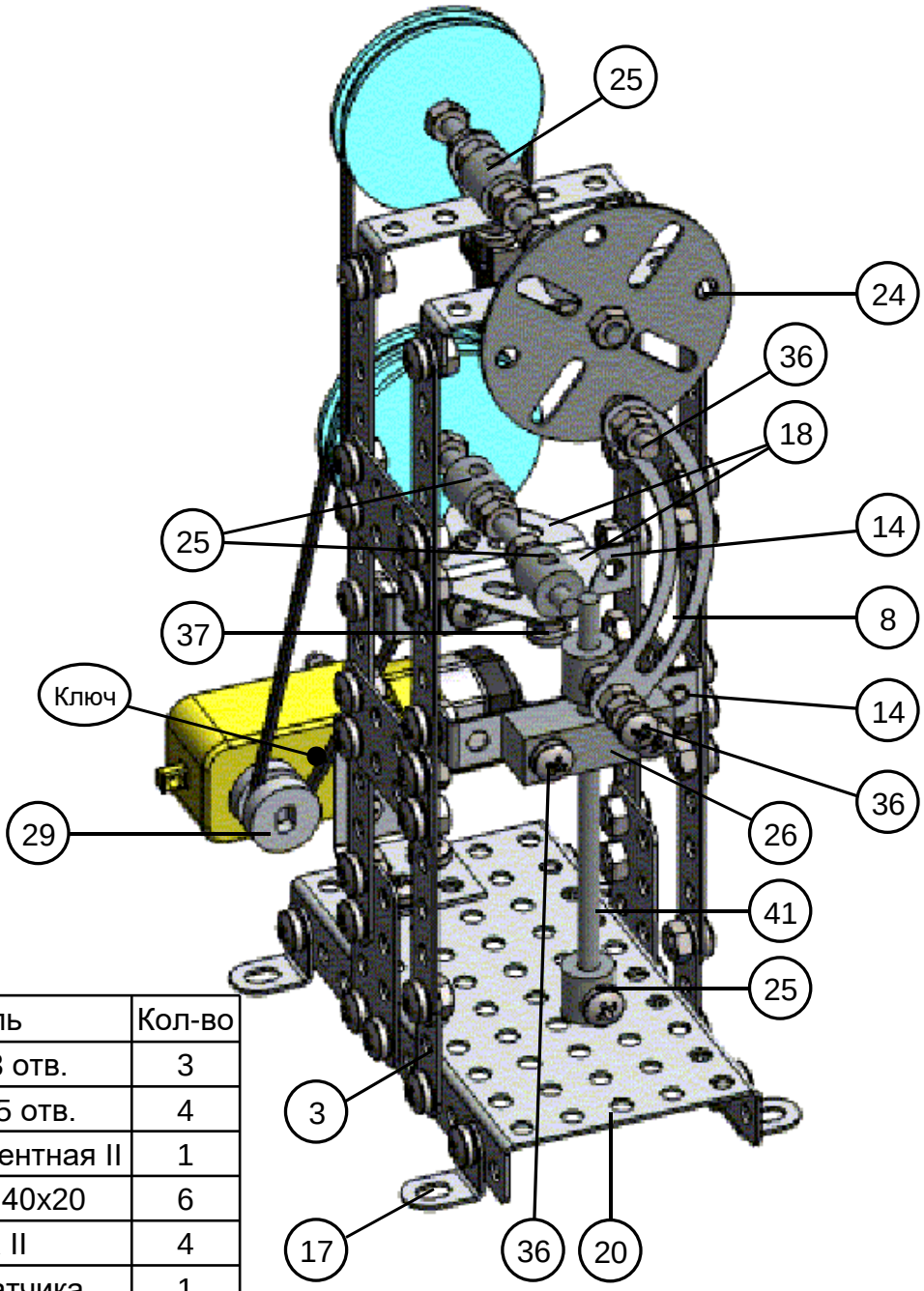
Модель пресса работает в автоматическом режиме. При подъеме рабочей части пресса движение замедляется. Для определения верхнего положения используется оптический датчик. При прохождении рабочей части пресса через верхнюю точку раздается звуковой сигнал, пресс останавливается примерно на полсекунды, после чего рабочая часть устремляется вниз.

Для управления используются только две кнопки:

- кнопка SW5 останавливает мотор;
- кнопка SW4 включает мотор;
- кнопка SW3 не используется;
- кнопка SW2 не используется, но к разъёму XP4 подключен датчик верхней точки.

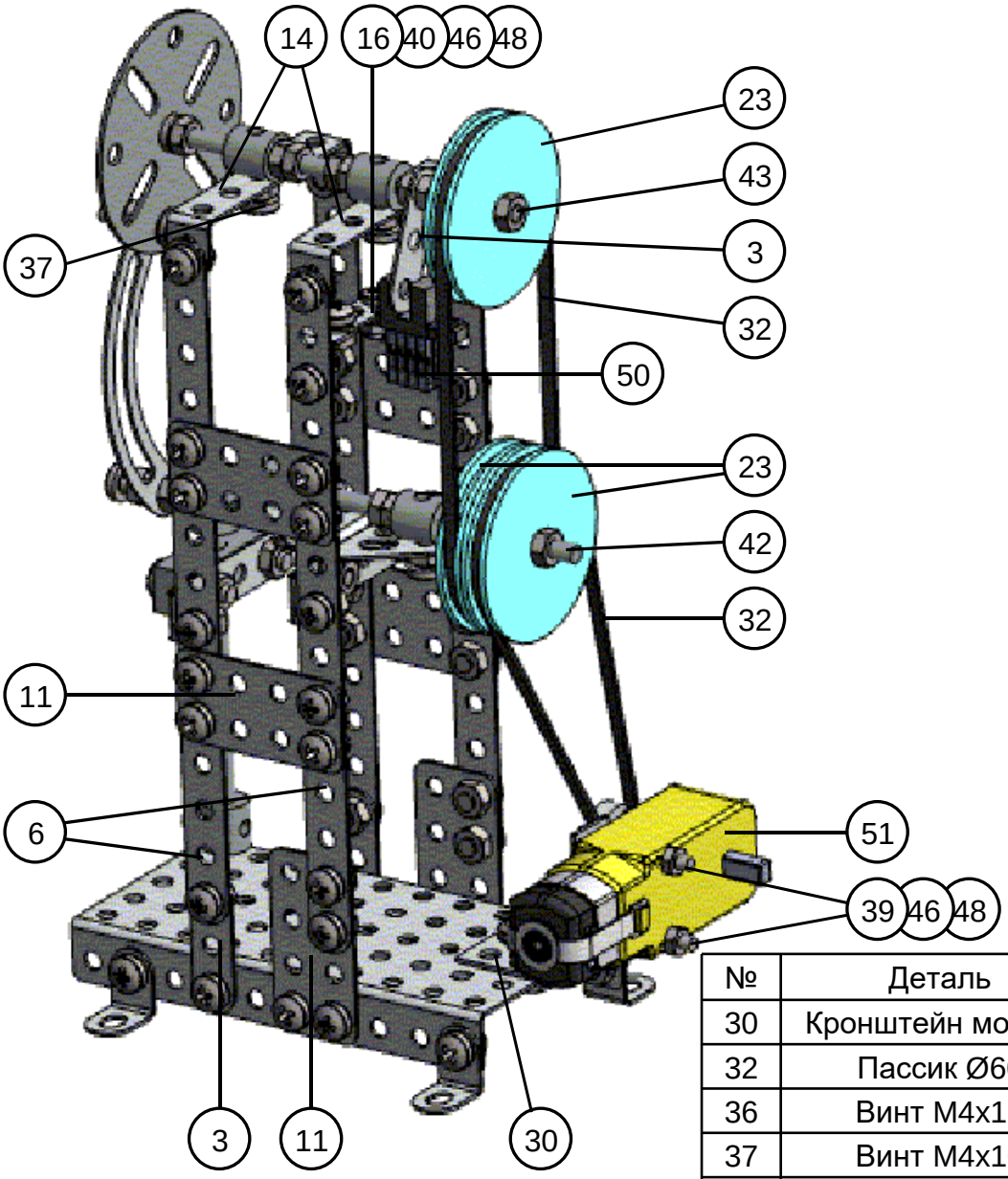
Для сборки используйте Рисунок 7.11, Рисунок 7.12 и трехмерную модель, которую вы найдете на USB-Flash.

Изучите алгоритм работы управляющей программы (Рисунок 7.13). Текст программы приведен на странице 72 и также имеется в текстовом файле на USB-Flash.



№	Деталь	Кол-во
3	Планка 3 отв.	3
6	Планка 15 отв.	4
8	Планка сегментная II	1
11	Пластина 40х20	6
14	Скоба II	4
16	Планка датчика	1
17	Уголок I	5
18	Уголок II	2
20	Панель большая	1
23	Шкив Ø40	3
24	Диск Ø50	1
25	Втулка Ø10	6
26	Направляющая	1
29	Шкив мотора	1

Рисунок 7.11 Модель пресса



№	Деталь	Кол-во
30	Кронштейн мотора	1
32	Пассик Ø60	2
36	Винт М4х16	4
37	Винт М4х10	4
38	Винт М4х6	*
39	Винт М3х25	2
40	Винт М3х8	1
41	Ось 4х90	1
42	Шпилька М4х80	1
43	Шпилька М4х90	1
45	Гайка М4	*
46	Гайка М3	3
48	Шайба А3	3
50	Датчик оптический	1
51	Мотор с редуктором	1

* - используйте необходимое количество деталей

Рисунок 7.12 Модель пресса (окончание)

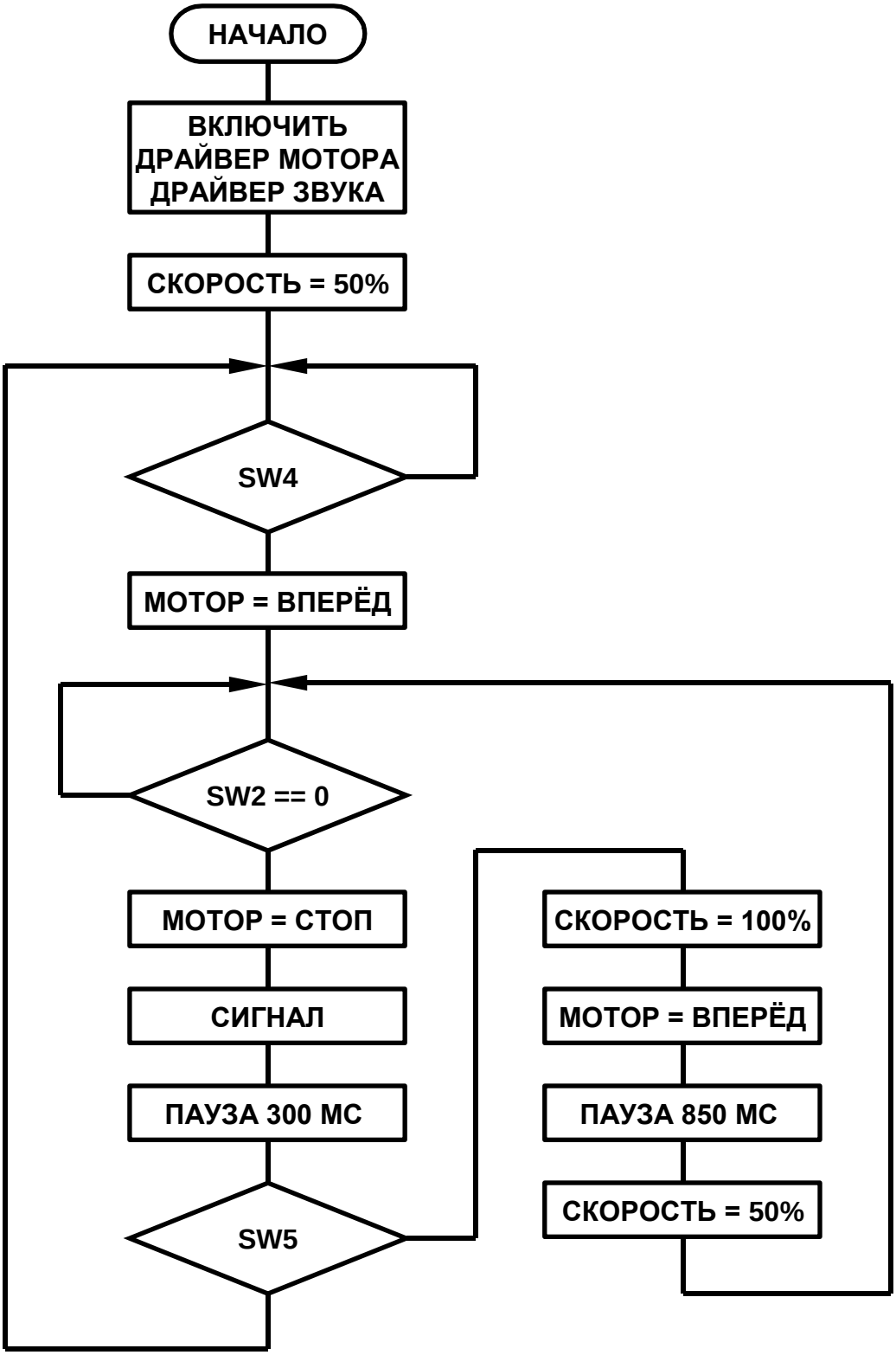


Рисунок 7.13 Алгоритм управляющей программы модели пресса

7.5.1. Текст управляющей программы пресса

Текст программы также имеется на USB-Flash (файл PRESS.AF). Если вы набираете текст самостоятельно, комментарии вводить не нужно.

```
DECIMAL                        \\ Все числа в программе десятичные

: PRESS
  1 1 SYS-CFG!                 \\ Выбираем конфигурацию
  BEEP-INIT MOT-INIT           \\ Включаем драйверы звука и мотора
  50 MOT-SPEED                 \\ Устанавливаем малую скорость
  BEGIN                    \\ Начало главного цикла программы

   BEGIN SW4 UNTIL             \\ Ждем нажатия на кнопоку SW4
   MOT-FWD                     \\ Включить мотор, вращение вперед
   BEGIN                       \\ Начало рабочего цикла пресса
    BEGIN SW2 0= UNTIL         \\ Ждем срабатывания датчика
                               \\ Когда датчик сработал:
    MOT-STOP BEEP              \\ -останов мотора, звуковой сигнал
    300 MS                     \\ -ждем 0.3 секунды
    SW5 0=                     \\ Проверяем кнопку SW5
   WHILE                       \\ Если SW5 не нажата:
    100 MOT-SPEED              \\ -максимальная скорость
    MOT-FWD                    \\ -включаем мотор
    850 MS                     \\ -ждем 0.85 секунды
    50 MOT-SPEED               \\ -снижаем скорость до минимума
   REPEAT                      \\ В начало рабочего цикла
                           \\ Если нажата кнопка SW5,
  AGAIN                    \\ возвращаемся в начало главного цикла
;
```

После успешного ввода текста программы выполните слово **SAVE-SESSION**, чтобы программа сохранилась для последующих запусков.

Для старта программы подключите датчик к разъёму XP4, мотор к разъёму XP9 на плате модуля AFM и убедитесь, что разъём батарейного отсека также подключен, а выключатель находится в положении “ON”.

При открытом зазоре датчика должен светится светодиод HL3. При прохождении металлической планки через зазор светодиод должен гаснуть. При необходимости отрегулируйте положение оптического датчика на модели.

Введите слово **PRESS** и нажмите кнопку SW4. Мотор должен начать вращаться с малой скоростью. Для останова нажмите и удерживайте кнопку SW5. Пресс автоматически остановится в верхней рабочей точке

Программа выполняется в бесконечном цикле, поэтому для возврата в интерактивный режим программирования потребуется сброс системы с помощью кнопки SW1.

7.6. Винтовой пресс

Винтовой пресс, приводимый в движение электромотором, может создавать большее усилие, чем предыдущая модель, но работает с меньшей скоростью.

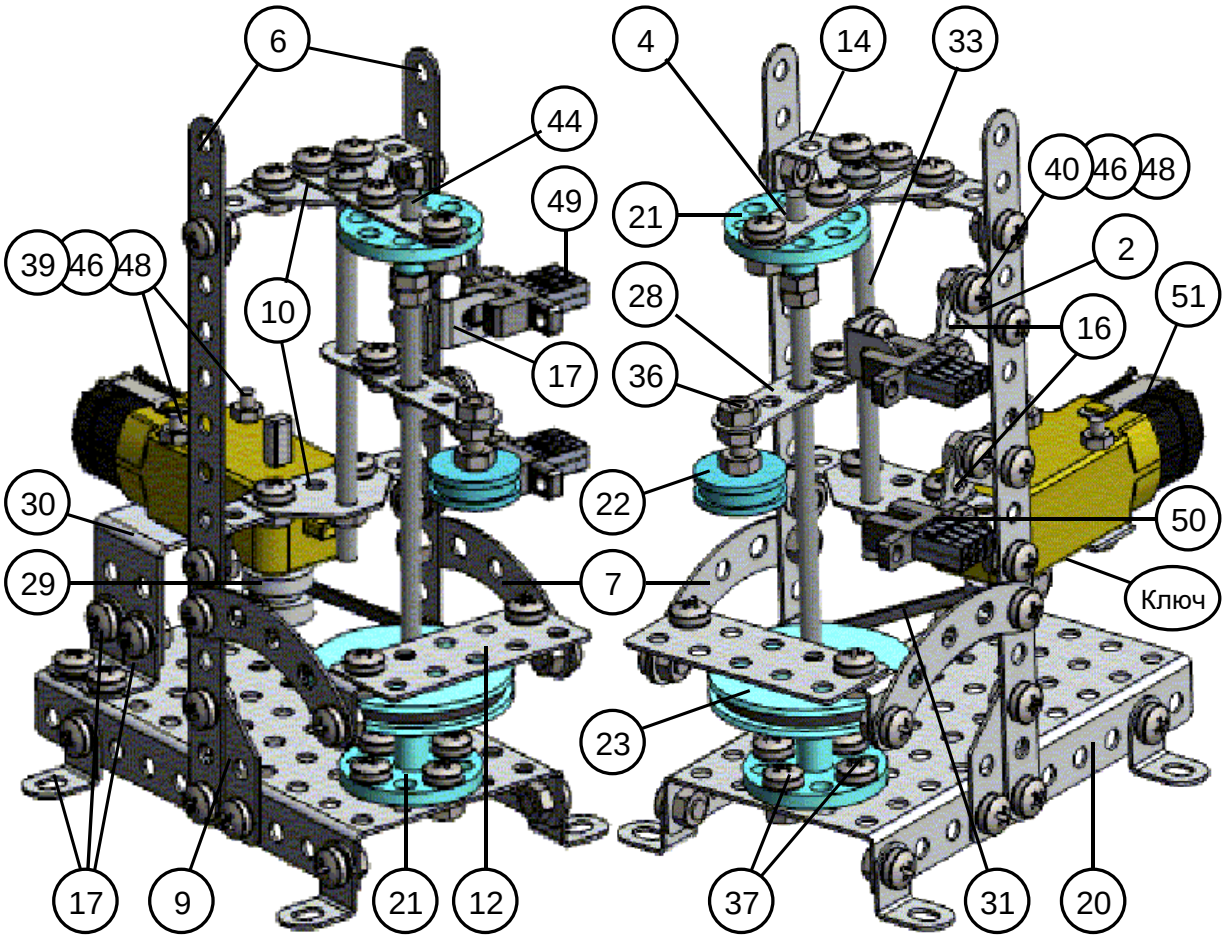
Модель винтового пресса использует два датчика для контроля верхнего и нижнего положения механизма. Для управления также используются две кнопки:

- кнопка SW5 останавливает пресс;
- кнопка SW4 включает пресс;
- кнопка SW3 не используется, но к разъёму XP5 подключен датчик нижней точки;
- кнопка SW2 не используется, но к разъёму XP4 подключен датчик верхней точки.

Для сборки используйте Рисунок 7.14 и трехмерную модель, которую вы найдете на USB-Flash. При сборке установите планку с резьбовой втулкой в среднее положение между датчиками (№28), чтобы оба датчика были открыты. Это облегчит наладку модели при первом запуске программы.

Для обеспечения правильного направления движения пресса установите шкив № 29 на вал со стороны ключа на корпусе мотор-редуктора (см. Рисунок 5.11).

Программа для этой модели приведена на странице 76 и также имеется в текстовом файле на USB-Flash, алгоритм работы - Рисунок 7.15.



№	Деталь	Кол-во
2	Планка 2 отв.	2
4	Планка 5 отв.	1
6	Планка 15 отв.	2
7	Планка сегментная	2
9	Косынка II	2
10	Косынка III	2
12	Пластина 50x20	1
14	Скоба II	2
16	Планка датчика	2
17	Уголок I	10
20	Панель большая	1
21	Планшайба	2
22	Шкив Ø18	1
23	Шкив Ø40	1
28	Планка с рез.втулкой	1

№	Деталь	Кол-во
29	Шкив мотора	1
30	Кронштейн мотора	1
31	Пассик Ø40	1
33	Винт M4x80	1
36	Винт M4x16	1
37	Винт M4x10	6
38	Винт M4x6	*
39	Винт M3x25	2
40	Винт M3x8	2
44	Шпилька M4x120	1
45	Гайка M4	*
46	Гайка M3	4
48	Шайба A3	4
50	Датчик оптический	2
51	Мотор с редуктором	1

* -используйте необходимое количество деталей

Рисунок 7.14 Модель винтового пресса

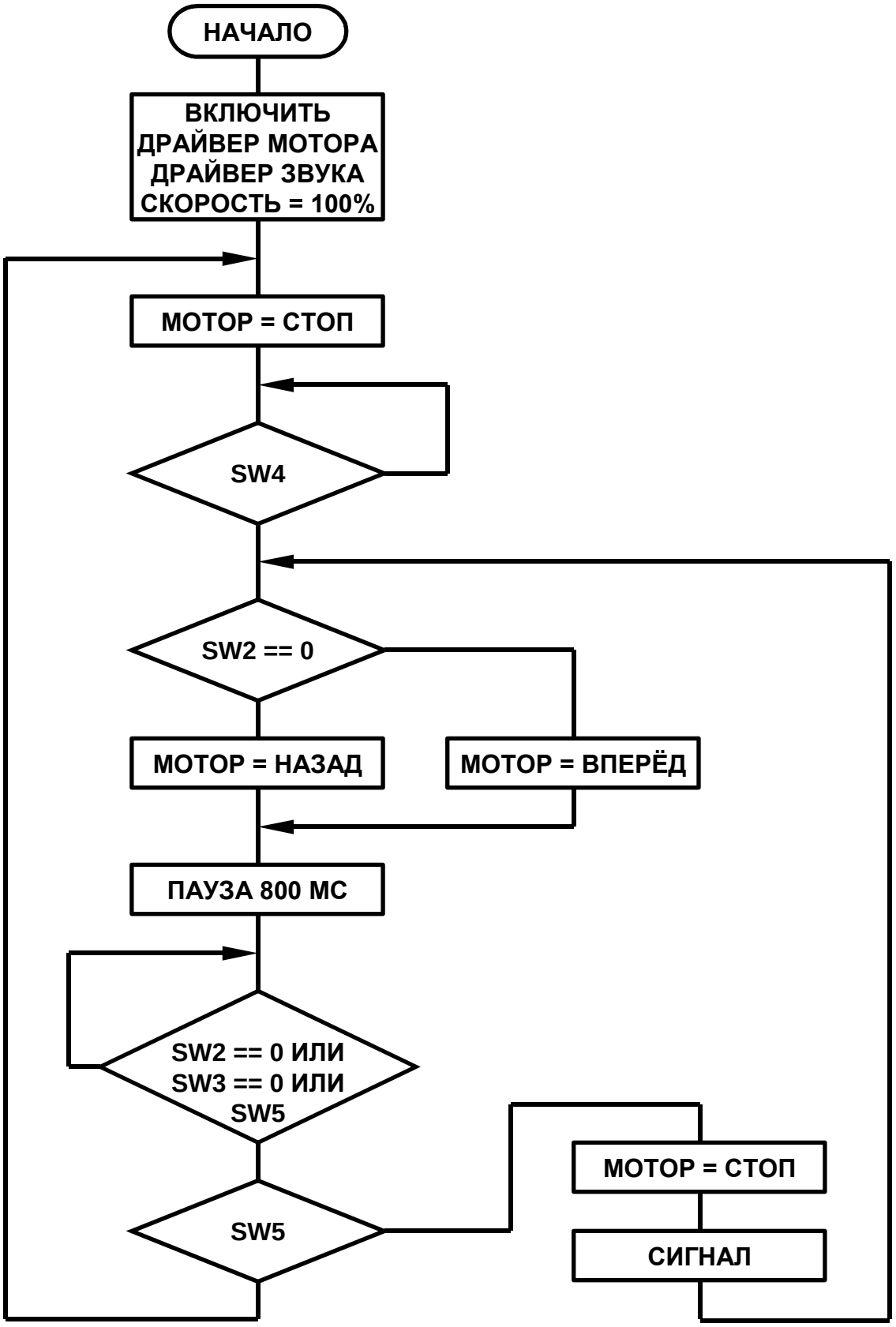


Рисунок 7.15 Алгоритм управляющей программы модели винтового пресса

7.6.1. Текст управляющей программы винтового пресса

Текст программы также имеется на USB-Flash (файл SCREW.AF). Если вы набираете текст самостоятельно, комментарии вводить не нужно.

```
DECIMAL                          \\ Все числа в программе десятичные

: SCREW
  1 1 SYS-CFG!                   \\ Выбираем конфигурацию
  BEEP-INIT MOT-INIT             \\ Включаем драйверы звука и мотора
  100 MOT-SPEED                  \\ Устанавливаем высокую скорость

  BEGIN                     \\ Начало главного цикла программы
   MOT-STOP                      \\ Останов мотора
   BEGIN SW4 UNTIL               \\ Ждем нажатия на кнопку SW4

   BEGIN                         \\ Начало рабочего цикла
    SW2 0= IF                    \\ Если сработал верхний датчик,
     MOT-REV                     \\ включаем мотор, движение назад
    ELSE                         \\ Если верхний датчик не сработал,
     MOT-FWD                     \\ включаем мотор, движение вперед
    THEN
    800 MS                       \\ Ждем 0.8 сек
    BEGIN SW2 0= SW3 0= OR SW5 OR UNTIL     \\ Ждем срабатывания
                                 \\ любого датчика или нажатия SW5
    SW5 0=                       \\ Проверяем, нажата ли кнопка SW5
   WHILE                     \\ Если не нажата SW5, сработал датчик:
    MOT-STOP BEEP            \\ -останавливаем мотор, подаем сигнал
   REPEAT                        \\ В начало рабочего цикла
                             \\ Если нажата кнопка SW5,
  AGAIN                      \\ возвращаемся в начало главного цикла
;
```

После успешного ввода текста программы выполните слово **SAVE-SESSION**, чтобы программа сохранилась для последующих запусков.

Для запуска программы подключите верхний датчик к разъёму XP4, нижний датчик к разъёму XP5, мотор к разъёму XP9 на плате модуля AFM и убедитесь, что разъём батарейного отсека также подключен, а выключатель находится в положении “ON”.

При открытом зазоре датчиков должны светится светодиоды HL3 и HL4. При прохождении металлической планки через зазор светодиод должен гаснуть. При необходимости отрегулируйте положение оптических датчиков на модели.

Для первого включения и настройки оба датчика должны быть открыты.

Введите слово **SCREW** и нажмите кнопку SW4. Мотор должен начать вращаться с максимальной скоростью. Для останова нажмите кнопку SW5.

Убедитесь, что при включении мотора планка с винтовой втулкой (№28) поднимается вверх (при открытом верхнем датчике).

Если планка движется в противоположную сторону, проверьте правильность установки шкива (№29) – он должен быть установлен со стороны ключа на корпусе мотор-редуктора.

Программа выполняется в бесконечном цикле, поэтому для возврата в интерактивный режим программирования потребуется сброс системы с помощью кнопки SW1.

8. Контакты

Для получения актуальной информации и обмена мнениями по различным продуктам ООО "Данишевский технология" (в том числе по конструктору "Технолидер-1" и другим образовательным проектам), присоединяйтесь к нам в соцсетях:

"Вконтакте": https://vk.com/danishevsky.tech

"Facebook": https://www.facebook.com/Danishevsky.Tech

Для получения обновленной документации и другой полезной информации зарегистрируйтесь как пользователь продукта, направив письмо по электронному адресу:

link@danishevsky.tech

Укажите серийный номер продукта (находится на обратной стороне модуля AFM), цель использования и контактную информацию для связи.

При обращении в адрес компании, как с использованием сети Интернет, так и с помощью других средств связи, вступает в силу Соглашение об использовании персональных данных. Текст соглашения доступен по адресу:

http://cloud.danishevsky.technology/DTPDUA.pdf