

Утверждаю
технический директор
ООО «3В Сервис»
_____ Баум Ф.И.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ NORDWIND

Описание технической архитектуры программного обеспечения

Листов 15

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация	3
1. Общие сведения.....	4
1.1 Обозначение и наименование программы	4
1.2 Функциональное назначение.....	4
1.2.1 Классы решаемых задач.....	4
1.2.2 Назначение программы.....	4
1.3 Программное обеспечение, необходимое для функционирования программы.....	4
1.4 Используемые языки программирования	4
2. Структура программного обеспечения	5
3. Используемые технические средства	9
4. Вызов и загрузка.....	10
4.1 Формат командной строки для запуска диспетчера расчетных модулей	10
4.2 Формат командной строки для запуска сервера отладки:	11
5. Входные и выходные данные	12
5.1 Сведения о входных данных	12
5.2 Сведения о входных данных	13
6. Список сокращений и определений.....	14

АННОТАЦИЯ

В данном документе приведено описание технической архитектуры программного обеспечения NordWind. Описание включает список структурных элементов, на основе которых построена система, описывается соединение выбранных элементов структуры. Документ также предоставляет информацию об архитектурном стиле, который определяет всю организацию, включая элементы, сотрудничество и соединение.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Обозначение и наименование программы

ПО NordWind предназначено для применения в автоматизированных системах управления технологическими процессами. ПО NordWind имеет модульную структуру. Модули реализованы в виде отдельных динамических библиотек и загружаются программным обеспечением только в том случае, если использование их функций предусмотрено на целевой системе. Программное обеспечение исполняемой среды соответствует рекомендациям ГОСТ Р МЭК 60880-2006.

1.2 Функциональное назначение

1.2.1 Классы решаемых задач

Основная задача, решаемая программой NordWind – управление технологическими процессами в автоматизированных системах управления.

1.2.2 Назначение программы

В зависимости от конфигурации NordWind может реализовывать следующие функции:

- выполнение алгоритмов, реализованных на основе Си-кода;
- работа с устройствами ввода/вывода;
- реализация межсетевого обмена;
- ведение архивов;
- копирование памяти алгоритмов резервных каналов по сети.

1.3 Программное обеспечение, необходимое для функционирования программы

Системные программные средства, необходимые для функционирования программного обеспечения NordWind, должны быть совместимы с операционными системами реального времени QNX Neutrino, КПДА или Linux.

1.4 Используемые языки программирования

Программное обеспечение NordWind написано на языке программирования Си.

2. СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Программное обеспечение состоит из нескольких модулей (динамических библиотек), объединенных в единую программу NordWind, сервера удаленной отладки и архивного сервера, а также библиотеки работы с базой данных сигналов реального времени. В зависимости от требований к целевой системе состав динамических библиотек может быть различным.

– NordWind – диспетчер, который обеспечивает автоматическое создание общей области памяти для внешних переменных расчетных модулей, загрузку расчетных модулей в память, загрузку начального состояния контроллера, инициализацию и управление работой программных модулей, реализующих функции ПО. Этот модуль представлен в виде отдельного исполняемого файла.

– ArchNordWind – программа ведения архива реального времени. Модуль работает в уникальном адресном пространстве и использует библиотеку «libtrends.so». Программа может быть запущена на выполнение из любой директории. Модуль реализован в виде отдельного исполняемого файла.

– DataBaseServer – сервер получения архивных данных по запросу программы просмотра архивных данных. Модуль реализован в виде исполняемого файла.

– GdbServer – модуль сервера отладки, обеспечивающий доступ с клиентского рабочего места к переменным контроллера, а также управление (паузу, продолжение, завершение) работы ПО контроллера. Модуль реализован в виде отдельного исполняемого файла «GdbServer».

– LibAlg – расчетные модули, которые реализуют алгоритмы управления и компилируются из исходного кода на языке программирования Си. Они представляют собой динамически разделяемые библиотеки. Эти библиотеки выполняют операции с переменными контроллера в соответствии с алгоритмом, заданным в исходной расчетной схеме. Имена библиотек могут быть произвольными, и их работа и порядок вызова определяются в файле загрузки. Модуль представлен файлами «libalg(1..n).so».

– LibIO – подсистема связи с устройствами ввода-вывода. Она содержит прототипы функций, разрабатываемые для чтения и записи в устройства ввода-вывода. Библиотека содержит набор сервисных функций, позволяющих обращаться к базе данных сигналов по именам и производить операции чтения и записи значений сигналов в базу данных. Предоставляется заказчику в виде проекта динамически разделяемой библиотеки для среды разработки QNX Momentics 6.5.0. Заказчик должен самостоятельно реализовать функции библиотеки. После компиляции проекта библиотека будет доступна в файле «libio.so».

– LibNet – подсистема межсетевого обмена, реализует прием и посылку пакетов со значениями сигналов по сети используя сетевой стек TCP/IP. Модуль представлен в виде динамически разделяемой библиотеки «libnet.so».

– LibNetInit – подсистема восстановления канала управления, копирует области памяти расчетных модулей у резервных каналов. Модуль представлен файлами «libNetInit.so».

– LibSdk – библиотека доступа к базе данных сигналов контроллера. Функции этой библиотеки позволяют подключиться к базе данных реального времени контроллера из отдельной программы и изменять значения, статусы и времена возникновения сигналов. Эти функции могут быть использованы как из модуля связи с внешними устройствами LibIO, так и из отдельных программ, работающих на вычислительном устройстве. Библиотека представлена в виде исходных кодов на языке Си «sdk_lib.h» и «sdk.c».

– LibTrends – подсистема архивирования, предназначенная для записи значений изменяемых сигналов в файлы архива. Реализована в виде динамически разделяемой библиотеки «libtrend.so».

– NetNordWind – программа для обмена данными значений сигналов по сети с использованием сетевого стека TCP/IP. При работе с программой используется библиотека «libnet.so». Она может быть запущена на выполнение из любой директории.

– NordWind_Arch_Server – сервер получения архивных данных, по запросу программы просмотра архивных данных по HTTP-протоколу. Модуль реализован в виде исполняемого файла.

– NordWind_OPC-UA – сервер доступа к базе данных контроллера. Модуль работает по стандарту OPC UA для обмена данными между сервером и клиентом. Сервер предоставляет данные, хранящиеся в базе данных контроллера, клиенту по подписке и изменяет их значения по запросу клиента. Модуль реализован в виде исполняемого файла.

– NordWind_Web_Server – веб-сервер доступа к базе данных контроллера, использующий протокол обмена HTTP. Клиентским приложением сервера является веб-браузер. В зависимости от запроса клиента сервер передает значения сигналов по HTTP-протоколу, хранящихся в базе данных реального времени контроллера, веб-браузеру или изменяет их значения в базе данных контроллера. Модуль реализован в виде исполняемого файла.

– NordWind_WebSocket_Server – веб-сервер доступа к базе данных контроллера, использующий протокол обмена WebSocket. Клиентским приложением сервера является веб-браузер. В зависимости от запроса клиента сервер передает значения сигналов по

протоколу WebSocket, хранящихся в базе данных реального времени контроллера, веб-браузеру или изменяет их значения в базе данных контроллера. Модуль реализован в виде исполняемого файла.

ПО NordWind обеспечивает работу в режиме реального времени с учетом настройки по квантам времени. Таким образом, циклограмма работы ПО NordWind на контроллере приведена на рисунке (Рисунок 1).

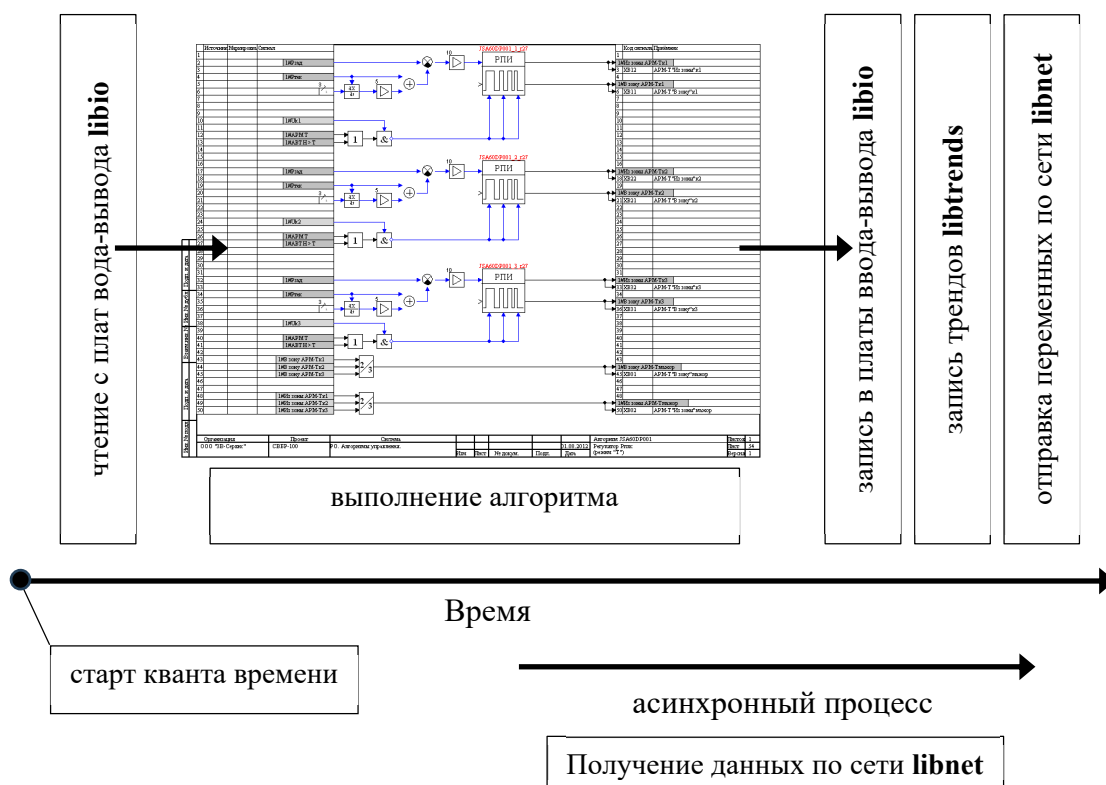


Рисунок 1. Циклограмма работы ПО NordWind на контроллере.

Описание алгоритма работы ПО NordWind приведено на рисунке (Рисунок 2).

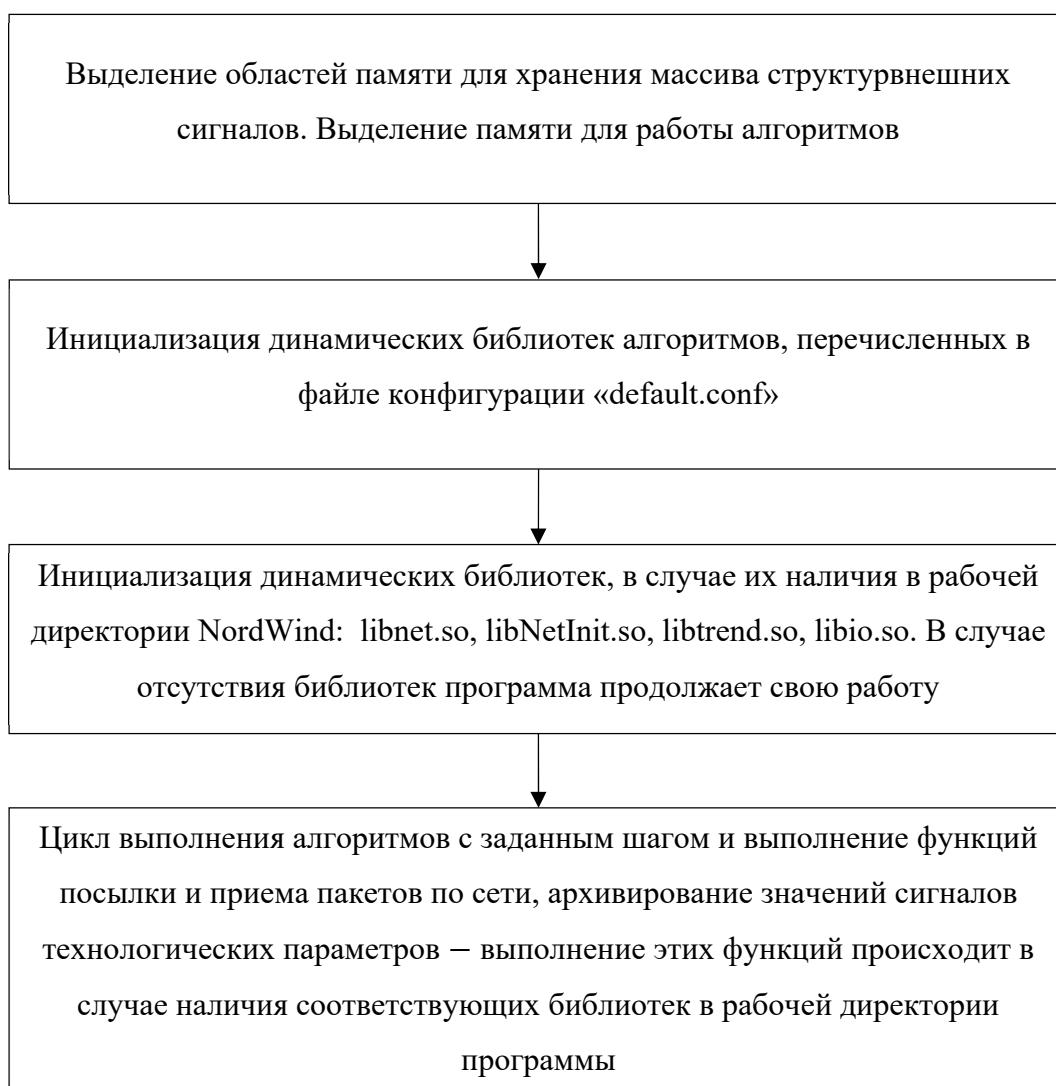


Рисунок 2. Алгоритм работы ПО NordWind.

3. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

ПО NordWind работает под управлением операционных систем реального времени QNX Neutrino, КПДА и Linux на вычислительном устройстве с архитектурой процессора x86, ARM7 и AArch64 и минимальным объемом памяти 32МБ.

4. ВЫЗОВ И ЗАГРУЗКА

ПО NordWind может функционировать в двух режимах:

- штатный режим;
- отладочный режим.

Отличия этих режимов состоят в том, что в отладочном режиме можно получить удаленный доступ к переменным и управлять расчетом через ПО SimInTech. В штатном режиме удаленное управление и доступ к переменным невозможен.

Режим отладки касается только сервера обмена данными «GdbServer». В штатном режиме его можно не копировать или удалить с контроллера. Все остальное остается без изменений. Обязательно нужны, помимо исполняемых файлов, файлы описания внешних переменных расчетных модулей «*.extvars.table» и файл конфигурации загрузки «default.conf», поскольку они определяют рабочую область памяти при загрузке диспетчера расчетных модулей. Остальное: «GdbServer» и файлы «*.intvars.table» – можно удалить. Если этих компонентов нет на контроллере, то доступ извне к константам и состояниям невозможен. Для запуска ПО в штатном режиме не требуется пересобирать расчетные модули и NordWind. В случае необходимости:

- использования функции отправки по сети требуется наличие в рабочей директории программы динамической библиотеки «libnet.so»;
- ведения архива требуется наличие в рабочей директории динамической библиотеки «libtrend.so»;
- восстановления канала управления по соседнему каналу в рабочей директории требуется наличие динамической библиотеки «libNetInit.so».

4.1 Формат командной строки для запуска диспетчера расчетных модулей

Для ограничения вывода в консоль следует запустить расчетные модули NordWind с выводом в нулевое устройство:

```
#./NordWind > /dev/null или же NordWind > / dev / null 2>&1 &.
```

Для изменения имени файла конфигурации можно воспользоваться аргументами командной строки для запуска NordWind:

```
#./NordWind -c <имя файла конфигурации загрузки, если не указано, то принимается равным default.conf> -d <домашняя директория, если не указано, то текущая> -s <имя начального состояния контроллера>
```

Согласно имени начального состояния, из файлов загружаются значения переменных состояния для каждого из расчетных модулей. Если начальное состояние,

точка рестарта, не указано или не сохранено ранее, то расчетные модули запускаются с нулевого состояния, которое было заложено при генерации кода. Состояние может быть сохранено из при работе SimInTech в отладочном режиме.

Сами файлы состояний переменных хранятся в текущей директории расчетных модулей и включают в себя следующие файлы, представляющие собой дампы соответствующих областей памяти:

- <имя начального состояния контроллера><имя алгоритма>dinvars – дампы динамических переменных для данного состояния и данного алгоритма; для каждого алгоритма в загрузке и каждого состояния – свой файл;

- <имя начального состояния контроллера><имя алгоритма>algvars – дампы алгебраических переменных для данного состояния и данного алгоритма;

- <имя начального состояния контроллера><имя алгоритма>statevars – дампы переменных состояния для данного состояния и данного алгоритма;

- <имя начального состояния контроллера>extvars – дампы всех внешних переменных.

4.2 Формат командной строки для запуска сервера отладки:

#./GdbServer<номер порта сервера, если не указано, то принимается равным 22375>

5. ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

5.1 Сведения о входных данных

В качестве входных данных, необходимых для выполнения алгоритмов с заданным тактом, необходим файл конфигурации загрузки, по умолчанию «default.conf». Он представляет собой текстовый файл в формате ASCII с разделителями строк символами возврата каретки и переноса строки с кодами 0D или 0D0A соответственно. Данный файл сообщает NordWind информацию о том, какие именно расчетные модули необходимо загрузить, под какими именами алгоритмов и с каким интервалом их необходимо вызывать в процессе работы контроллера.

Файл представляет собой таблицу, где на каждой строке описывается способ вызова расчетного модуля. Строки имеют следующий формат:

<имя исполняемого файла расчетного модуля> <имя алгоритма> <интервал вызова в мс> <к-во вызовов (повторов) за один интервал вызова данного расчетного модуля>

Разделитель слов в строке – пробел.

Пример текста в файле представлен на рисунке (Рисунок 3).

```
calc  algo1 60 1
calc  algo2 120 2
```

Рисунок 3. Пример текста в файле «default.conf».

Это означает, что первым выполняется расчетный модуль, загружаемый из исполняемого файла «calc», с именем алгоритма «algo1», который вызывается 1 раз за 60 мс. Вторым выполняется расчетный модуль, загружаемый из исполняемого файла «calc» с именем алгоритма «algo2», который вызывается 2 раза за 120 мс.

Важно отметить, что такты или периоды должны быть кратными. То есть такты выполнения должны быть в целое количество раз больше или равны минимальному среди указанных тактов алгоритмов.

Минимальный временной интервал определяется автоматически, исходя из файла конфигурации загрузки, как минимум по всем заданным тактам. Такт не может быть задан меньше 1 миллисекунды. На рисунке (Рисунок 4) приведен график работы в соответствии с указанной выше конфигурацией:

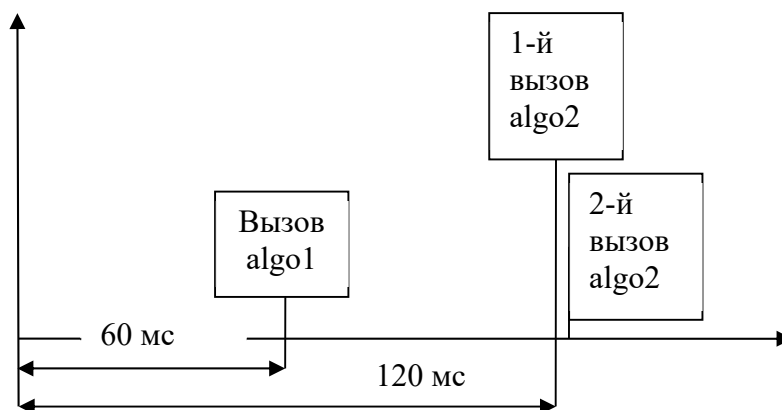


Рисунок 4. График работы рассматриваемой конфигурации.

Процессы в данной версии ПО NordWind выполняются последовательно, в соответствии с тем, как они описаны в файле конфигурации загрузки. При этом, если у процессов установлен разный такт выполнения, то общий такт будет равен минимальному из заданных. Однако алгоритм, у которого период выполнения задан больше, будет выполняться не на каждом шаге. То есть, например, для приведенного примера алгоритм «algo1» будет выполняться на каждом шаге, а алгоритм «algo2» – через шаг.

Такты выполнения расчетных модулей являются задаваемой и постоянной величиной.

Для каждого расчетного модуля должен быть файл с именем «<файл имя_алгоритма>.extvars.table» и файл для режима отладки с именем «<имя_алгоритма>.intvars.table». Эти файлы представляют из себя описание областей памяти для хранения внешних сигналов и внутренних переменных расчетного модуля.

В случае использования модулей ПО NordWind:

- LibNet – необходимо наличие в рабочей директории ПО NordWind библиотеки «libnet.so», файлов конфигурации «net.ini» и текстовых файлов со списком имен сигналов принимаемых и передаваемых по сети;
- LibTrend – необходимо наличие в рабочей директории ПО NordWind библиотеки «libtrend.so» и файла конфигурации архива «config.dat»;
- LibIO – необходимо наличие в рабочей директории ПО NordWind библиотеки «libio.so».

5.2 Сведения о входных данных

Программа не производит выходных данных.

6. СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

Таблица 1. Список сокращений и обозначений

Сокращение (обозначение)	Расшифровка (пояснение)
Веб-браузер	Программное обеспечение, предназначенное для просмотра веб-страниц, документов и других файлов в интернете
ГОСТ	Государственный стандарт
ГОСТ Р МЭК 60880-2006	Стандарт, утверждающий правила и требования к электротехническим системам и оборудованию в ядерной энергетике
мс	Миллисекунды
Сетевой стек	Иерархически организованный набор сетевых протоколов, достаточный для организации взаимодействия узлов в сети.
ОС	Операционная система
ПО	Программное обеспечение
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol – основной протокол для обмена данными в интернете, используемый для передачи веб-страниц, изображений, видео и других типов контента
IDE	Integrated Development Environment – интегрированная среда разработки
OPC UA	Open Platform Communications Unified Architecture - стандарт для обмена данными в системах промышленной автоматизации
POSIX	Portable Operating System Interface – переносимый интерфейс операционных систем. Набор стандартов, описывающих интерфейсы между операционной системой и прикладной программой, библиотеку языка Си и набор приложений и их интерфейсов
QNX	Quick UNIX – POSIX-совместимая (или UNIX-совместимая) операционная система реального времени, предназначенная преимущественно для встраиваемых систем
QNX Momentics 6.5.0	Интегрированная среда разработки для программирования в реальном времени на операционной системе QNX Neutrino, разработанная компанией QNX Software Systems

Продолжение таблицы 2

Сокращение (обозначение)	Расшифровка (пояснение)
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol – сетевой протокол. TCP обеспечивает надежную передачу данных. IP отвечает за адресацию и маршрутизацию пакетов данных между различными устройствами в сети.
UNIX	Семейство переносимых, многозадачных и многопользовательских операционных систем
WebSocket	Протокол связи, разработанный для обеспечения двустороннего обмена данными между браузером и веб-сервером в режиме реального времени