

НПБИ		Лист	СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ «КАМА-НАДИР» Описание программы				XXXX.XXXXXX-XX XX XX			
		Продолж. на листе								
Подразд.		ПАСиТ	Подл. на предпр.	НПБИ		Формат	А4			
Вид доку-мента		2	Инв. №		Дата поступл.		Кол. листов		35	
Учет копий				Применяемость			Учет изменений			
Дата	Осно-вание	Кол.(№ экз.)		Дата	Обозначение	Изм.	№ документа	Дата внесе-ния	Листы	
		Посту-пило	Спи-сано							
Технологический документ										

Выдача копий

[illegible]

ООО «МОРТЕХИНЖИНИРИНГ»
УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «Мортехинжиниринг»
_____ Р.Е. Кореньков
«__» _____ 2020 г.

СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
«КАМА-НАДИР»
Описание программы

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

XXXX.XXXXXX-XX XX XX-ЛУ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Представители предприятия–
разработчика

Главный конструктор ЗАО
«Мортехинжиниринг»
_____ А.В. Гайдай
«__» _____ 2020 г.

Начальник отдела разработки
ПО
_____ А.М. Сальников
«__» _____ 2020 г.

2020

Литера «О»

УТВЕРЖДЕН
XXXX.XXXXXX-XX XX XX-ЛУ

СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
«КАМА-НАДИР»
Описание программы

XXXX.XXXXXX-XX XX XX

Листов 35

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

2020

Литера «О»

Аннотация

В документе описаны назначение СПО «Кама-Надир», средства его реализации, требования к аппаратному и программному обеспечению, необходимые для устойчивой работы программы и иные смежные вопросы, имеющие первостепенное значение.

В разделе 2 структура программы описана в привязке к решаемым задачам, приведены полные или же упрощенные схемы алгоритмов их решения и взаимодействия между ними, а также описаны массивы входных и выходных данных по каждой решаемой задаче.

Содержание

1	Функциональное назначение	5
1.1	Назначение СПО «Кама-Надир»	5
1.2	Общее описание функционирования программы	5
1.3	Требования к программному обеспечению	5
1.4	Требования к аппаратной платформе	5
1.5	Структура программы и ее составные части	6
1.6	Язык программирования	7
2	Логика работы программы	8
2.1	Структурирование программы по Задачам	8
2.2	Задача формирования сигналов FS	9
2.2.1	Входные и выходные данные задачи FS	11
2.3	Задача формирования скоростей опорного трехгранника OS	11
2.3.1	Входные и выходные данные задачи OS	13
2.4	Задача вычисления параметров кватерниона PK	14
2.4.1	Входные и выходные данные задачи PK	15
2.5	Задача определения параметров ориентации PO	16
2.5.1	Входные и выходные данные задачи PO	16
2.6	Задача преобразования скоростей PS	17
2.6.1	Входные и выходные данные задачи PS	17
2.7	Задача перепроектирования скоростей PV	18
2.7.1	Входные и выходные данные задачи PV	18
2.8	Задача выработки массива выходной информации VI	18
2.8.1	Входные и выходные данные задачи VI	20
2.9	Задача коррекции положения опорного трехгранника PP	20
2.9.1	Входные и выходные данные задачи PP	22
2.10	Задача инерциального счисления IS	22
2.10.1	Входные и выходные данные задачи IS	23
2.11	Задача инерциального счисления квази ISq	24
2.11.1	Входные и выходные данные задачи ISq	25
2.12	Задача вычисления навигационных параметров VNP	25
2.12.1	Входные и выходные данные задачи VNP	26
2.13	Задача аппроксимации AP	27
2.13.1	Входные и выходные данные задачи AP	28
2.14	Задача формирования переходной матрицы FK-20	29
2.15	Задача фильтра Калмана FK-1	30
2.15.1	Входные и выходные данные задачи FK-1	31
2.16	Задача приема сигнала ПАЧС GPSV	31
2.17	Задача приема сигнала лага LAG	32

3 Схема алгоритма работы СПО «Кама-Надир»

34

1 Функциональное назначение

1.1 Назначение СПО «Кама-Надир»

СПО «Кама-Надир» представляет собой встраиваемое программное обеспечение, предназначенное для обработки информации от ИИБ 12.002, НАП ГНСС, лага и выработки на их основании навигационных параметров и параметров ориентации объекта, реализованных в соответствии с переданными Заказчиком алгоритмами.

1.2 Общее описание функционирования программы

- программа работает под управлением операционной системы реального времени QNX-6.5.0;
- программа принимает данные от ИИБ-12.002, НАП ГНСС, лага (цифрового или импульсного);
- Обработывает и ассоциирует данные, выполняет проверку годности принятых данных;
- Далее программа реализует навигационный цикл, в соответствии с блок-схемой на Рисунок 1.
- дополнительно программа выполняет контроль и статусы периферийного оборудования, взаимодействие с пультом оператора ПО5, реализуя заложенные в него функции, функции расширенного контроля принимаемых от НАП ГНСС данных;
- результаты вычислений транслируются потребителям: ПО5, канал RS422 (внешний потребитель), канал реального времени Manchester, межканальный обмен с параллельным каналом.

1.3 Требования к программному обеспечению

Программа предназначена для функционирования под управлением ОС реального времени (ЗОС РВ «Нейтрино», QNX-6.5.0, Debian Buster, Raspberry Pi OS (ранее Raspbian), MOXA Industrial Linux, Debian Stretch).

1.4 Требования к аппаратной платформе

Работа программы проверялась на следующих аппаратных платформах: x86, ARM (Cortex-A8), RISC.

1.5 Структура программы и ее составные части

Основными составными частями СПО «Кама-надир» являются:

- /nadir/bin/nadir - исполняемый модуль;
- /nadir/bin/crc - драйвер счетчика импульсов аналогового лага;
- /nadir/lib/libscapi.a - библиотека взаимодействия с драйвером счетчика импульсов аналогового лага;
- /nadir/lib/libkernel.so - библиотека базовой функциональности;

Плагины:

- /nadir/lib/libstdthread.so - реализация потоков выполнения процессоров данных;
- /nadir/lib/libdpexchangeng.so - реализация процессора данных внутреннего обмена данными;
- nadir/lib/libdpparserchain.so - реализация процессора данных цепочки декодирования входной информации и кодирования выходной;
- /nadir/lib/libdpsync.so - реализация процессора данных синхронизации вычислителей;
- /nadir/lib/libdpalignment.so - реализация процессора данных основного алгоритма;
- /nadir/lib/libdptime.so - реализация процессора данных установки системного времени;
- /nadir/lib/libdpkamatmk.so - реализация процессора данных передачи информации по протоколу ИТС №5;
- /nadir/lib/libdprmcanalyser.so - реализация процессора данных анализатора принятых сентенций RMC;
- /nadir/lib/libdpmodectl.so - реализация процессора данных обработчика переключения режимов работы (сервисный/нормальный);
- /nadir/lib/libdpsleep.so - реализация процессора данных задержки обработки входных данных;
- /nadir/lib/libethiface.so - реализация сетевых интерфейсов сопряжения;
- /nadir/lib/libserialiface.so - реализация последовательного интерфейса сопряжения;
- /nadir/lib/libpliface.so - реализация интерфейса сопряжения с аналоговым лагом;
- /nadir/lib/libsyncparser.so - реализация кодирования/декодирования данных синхронизации вычислителей;
- /nadir/lib/libiibparser.so - реализация декодирования данных ИИБ;
- /nadir/lib/libpobparser.so - реализация кодирования/декодирования данных пульта оператора (протокол ИТС №101);
- /nadir/lib/libnmeaparser.so - реализация декодирования навигационных данных принятых по протоколу ИТС IEC 61162-1 ed. 4.0;

XXXX.XXXXXX-XX XX XX

- /nadir/lib/libconsumer.so - реализация кодирования данных "потребителя"(протокол ИТС IEC 61162-1 ed4.0);
- /nadir/lib/libregistrator.so - реализация кодирования данных "регистратора"(протокол ИТС №100);
- /nadir/lib/libexhibitorparser.so - реализация кодирования/декодирования данных технологического ПО "кама-терминал";
- /nadir/lib/libplparser.so - реализация кодирования/декодирования данных аналогового лага.

1.6 Язык программирования

Код программы написан на языках программирования C++'14, C'11. Используемые библиотеки: stdlib, libboost.

2 Логика работы программы

2.1 Структурирование программы по Задачам

Работа СПО «Кама-Надир» структурирована по решаемым задачам согласно схеме на Рис. 1.

XXXX.XXXXXX-XX XX XX

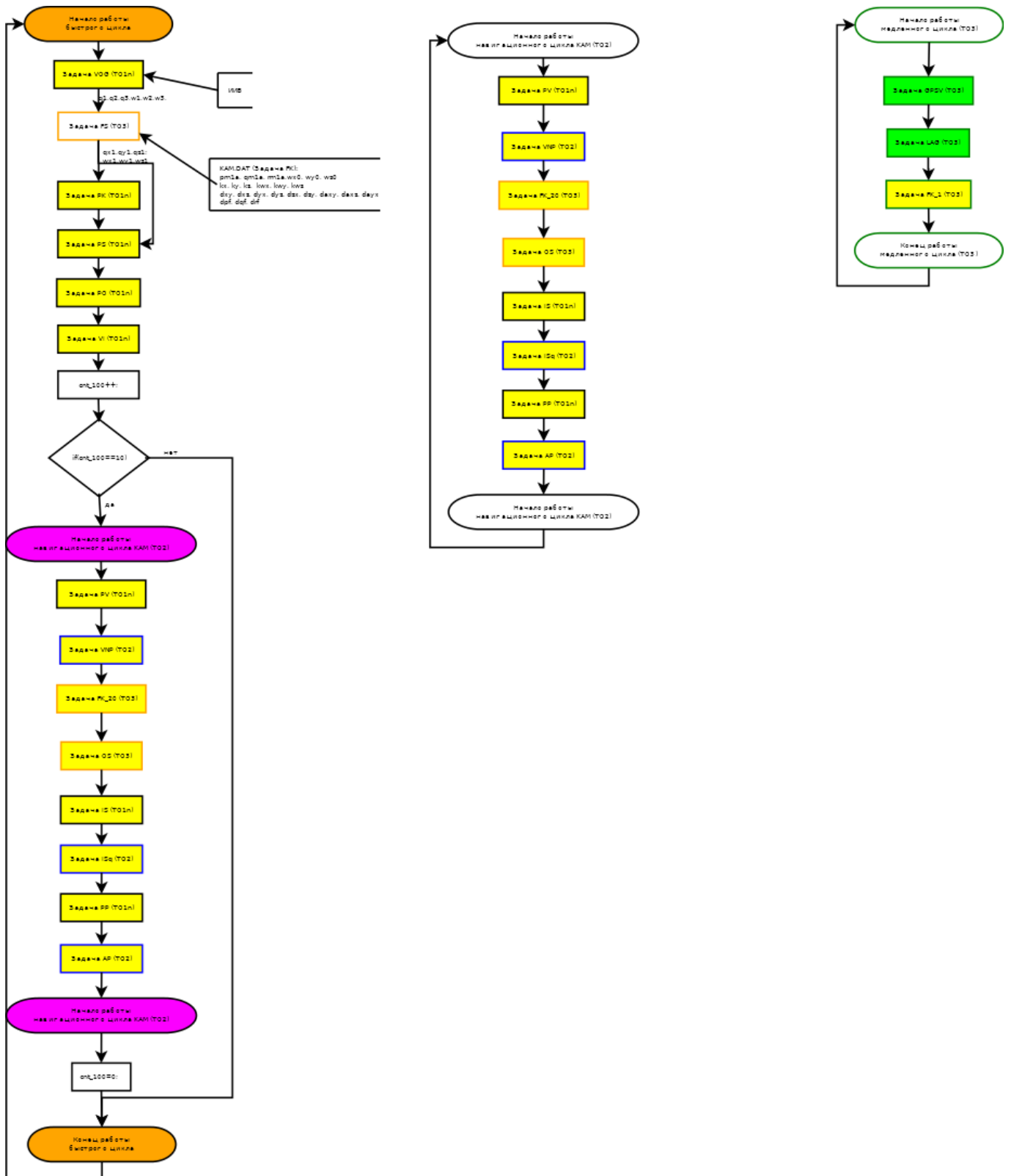


Рис. 1 – Задачи программы

2.2 Задача формирования сигналов FS

Реализует следующие функции согласно схеме на Рис. 2

XXXX.XXXXXX-XX XX XX

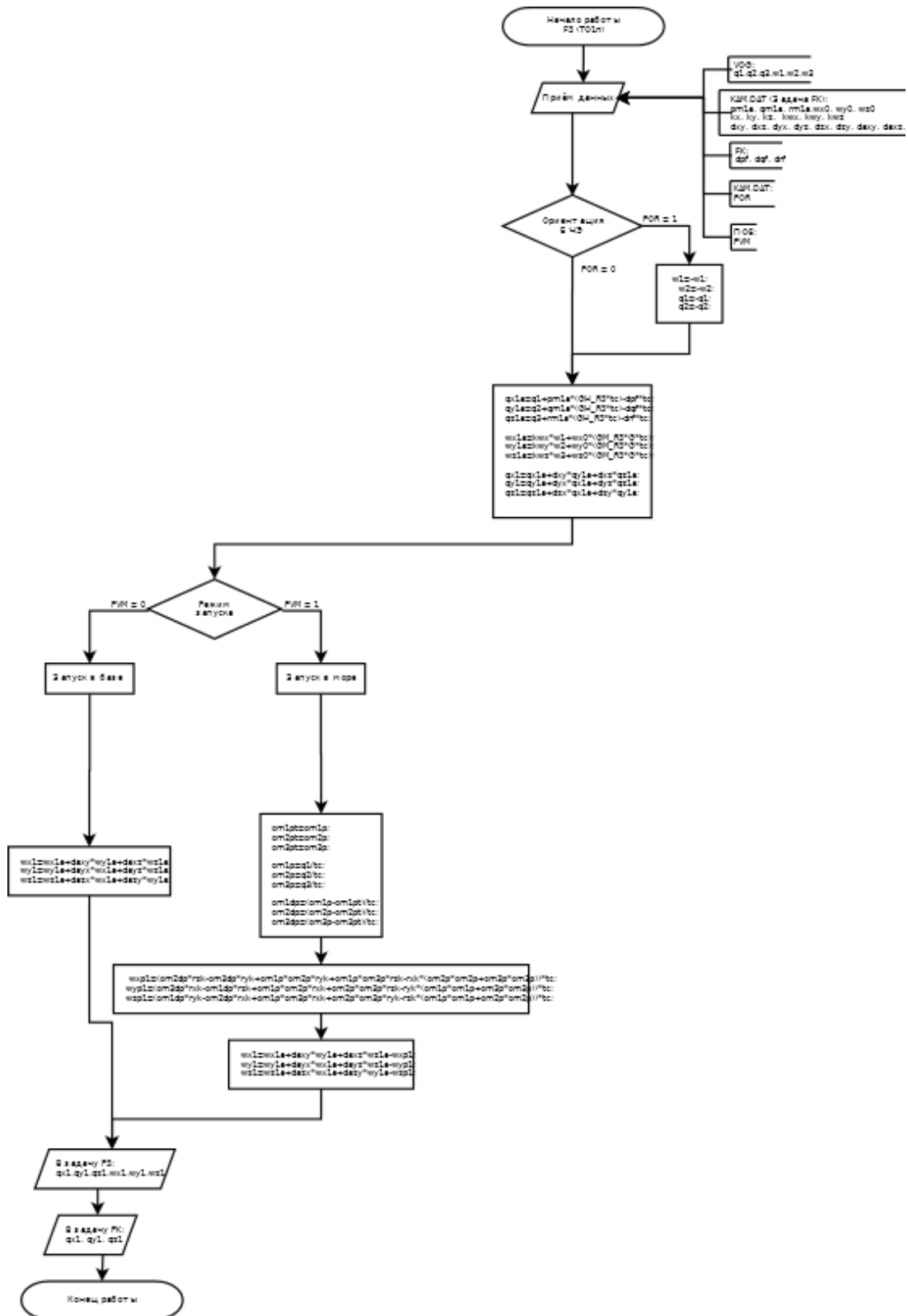


Рис. 2 – Задача FS

– Принимает от задачи VOG сигналы - $q_1, q_2, q_3, w_1, w_2, w_3$ и формирует с учетом принятой модели инструментальных погрешностей передаваемые в задачи РК и PS приращения угла поворота qx_1, qy_1, qz_1 и кажущейся скорости

wx1,wy1,wz1 в проекциях на оси БЧЭ.

– Преобразует сигналы горизонтных каналов ВОГ- q1,q2 к осям объекта при значении признака ориентации POR=1 в случае установки корпуса БЧЭ с поворотом на 180 относительно продольной оси объекта.

– Осуществляет масштабирование, компенсацию аддитивных и мультипликативных составляющих модели инструментальных погрешностей сигналов ВОГ и акселерометров с использованием задаваемых в случае необходимости в файле данных КАМ.DAT корректур, а также меняющихся в запуске и оцениваемых оптимальным фильтром Калмана (ОФК) составляющих дрейфов в осях БЧЭ:

- систематических ошибок pm1a, qm1a, rm1a,wx0, wy0, wz0
- масштабных коэффициентов kx, ky, kz, kwx, kwy, kwz
- невыставок dxу, dxz, dyx, dyz, dzx, dzy, daxу, daxz, dayx
- оценки дрейфов dpf, dqf, drf

2.2.1 Входные и выходные данные задачи FS

Входная информация

- q1, q2, q3, w1,w2,w3- из задачи VOG-приема сигналов БЧЭ
- pm1a,qm1a, rm1a, wx0, wy0, wz0, kwx, kwy, kwz, dxу, dxz, dyx, dyz, dzx, dzy, daxу, daxz, dayx, dayz, dazx, dazy - из файла данных kam.dat
- dpf, dqf, drf- из задачи FK

Выходная информация

- qx1, qy1, qz1- в задачу PK
- qx1,qy1,qz1,wx1,wy1,wz1– в задачу PS

2.3 Задача формирования скоростей опорного трехгранника OS

Реализует следующие функции согласно упрощенной схеме на Рис. 3

XXXX.XXXXXX-XX XX XX

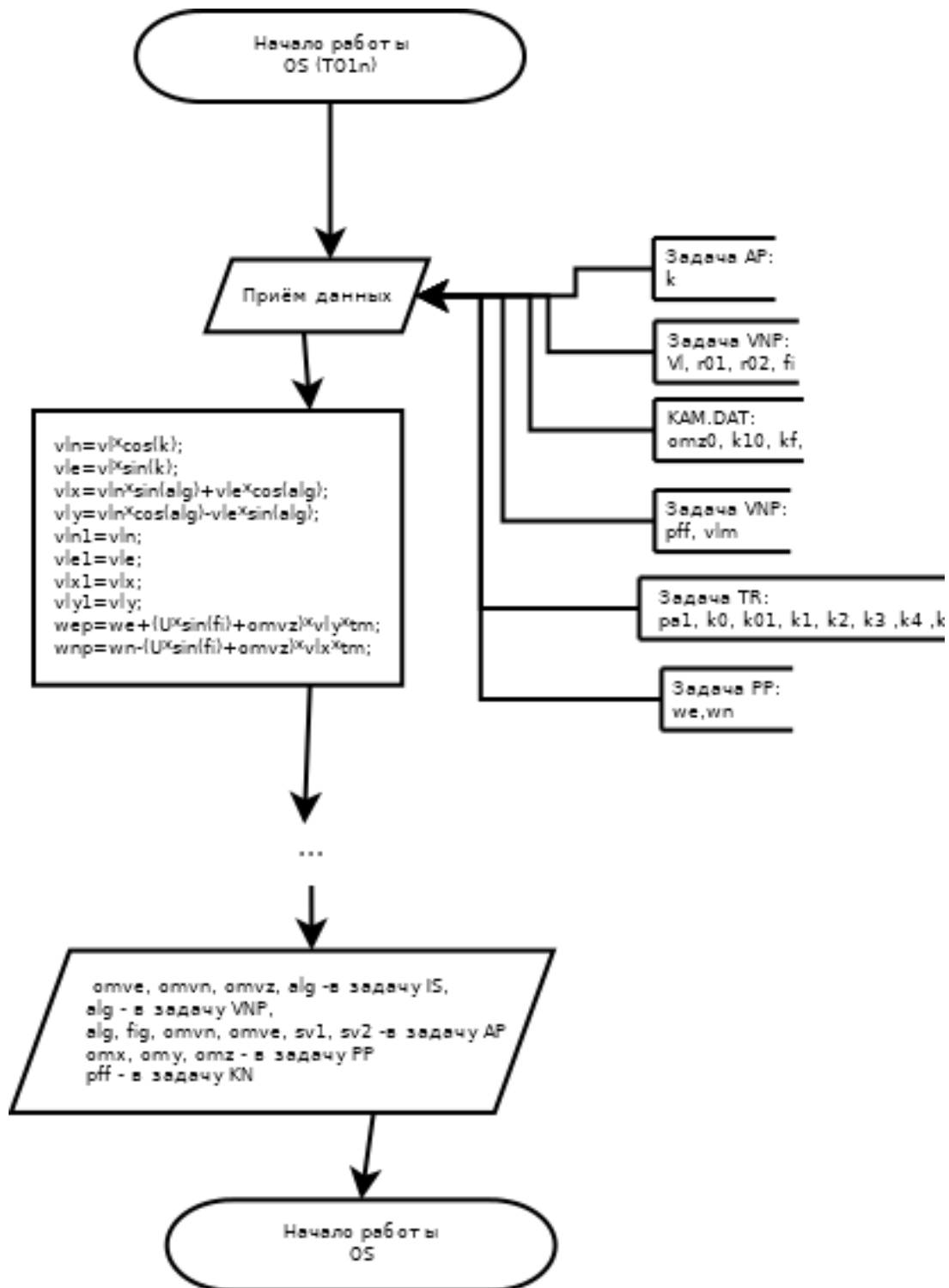


Рис. 3 – Задача OS

– Формирует угловую скорость коррекции ω (ω_x , ω_y , ω_z) - составляющие угловой скорости опорного аналитического трехгранника в проекциях на собственные оси - по информации из задачи PV о проекциях на горизонтальную плоскость аналитического трехгранника приращения кажущейся скорости БИНС в осях аналитического опорного трехгранника за время навигационного цикла ТМ.– W_{Γ} (W_e , W_n , W_v).

– Вычисляет по сигналу лага VL горизонтальные составляющие скорости объекта в проекциях на оси географического трехгранника VLE, VLN с использованием курса K и -на оси опорного аналитического трехгранника VLX, VLY с использованием курсового угла ALG

– Компенсирует в горизонтальных проекциях сигналов акселерометров кориолисовы составляющие, порождаемые вертикальной составляющей угловой скорости опорного аналитического трехгранника $omvz = U * \sin(\phi)$ и горизонтальными составляющими скорости объекта в проекциях на оси опорного аналитического трехгранника для получения после их интегрирования только составляющих скорости относительно Земли и сравнения их с составляющими сигнала лага в проекциях на оси опорного аналитического трехгранника на предыдущем шаге VLX1, VLY1 с целью формирования сигналов демпфирования sv1, sv2.

– В рабочем режиме (pa1=3) формирование сигналов демпфирования sv1, sv2 и абсолютных угловых скоростей опорного аналитического трехгранника omve, omvn, omvz производится с использованием корректур dvx, dvy, выработанных ОФК .

– Формирование составляющих угловой скорости опорного аналитического трехгранника в проекциях на собственные оси - выходные сигналы задачи OS- производится с использованием корректур db, dg, dalf, выработанных ОФК, что также обеспечивает демпфирование переходных процессов, вызванных реальными начальными угловыми рассогласованиями , начальными отклонениями угловых скоростей, ускорениями качки и инструментальными погрешностями.

– В конце задачи реализуется контроль уровня угловых скоростей опорного трехгранника и в случае превышения горизонтальными составляющими угловых скоростей omx или оmy значения 2-4 рад/сек (60 град/час) включается счетчик циклов snf.

2.3.1 Входные и выходные данные задачи OS

Входная информация:

- Vl, r01, r02, fi - из задачи VNP
- pa1, k0, k01, k1, k2, k3 ,k4 ,k5 - из задачи TR
- we,wn- из задачи PP
- omz0, k10, kf, -из файла данных kam.dat
- k -из задачи AP

Выходная информация:

- omve, omvn, omvz, alg -в задачу IS,
- alg - в задачу VNP,
- alg, fig, omvn, omve, sv1, sv2 -в задачу AP
- omx, оmy, omz - в задачу PP
- pff - в задачу KN

2.4 Задача вычисления параметров кватерниона РК

Вычисляет, согласно упрощенной схеме на Рис. 4, по информации о приращениях за время быстрого цикла ТС абсолютного угла поворота δQ в проекциях на оси БЧЭ - $qx1$, $qy1$, $qz1$, - из задачи FS компоненты кватерниона m ($m0m$, $m1m$, $m2m$, $m3m$), определяющего ориентацию связанных осей БИНС относительно инерциального трехгранника путем численного интегрирования кинематического уравнения Пуассона.

XXXX.XXXXXX-XX XX XX

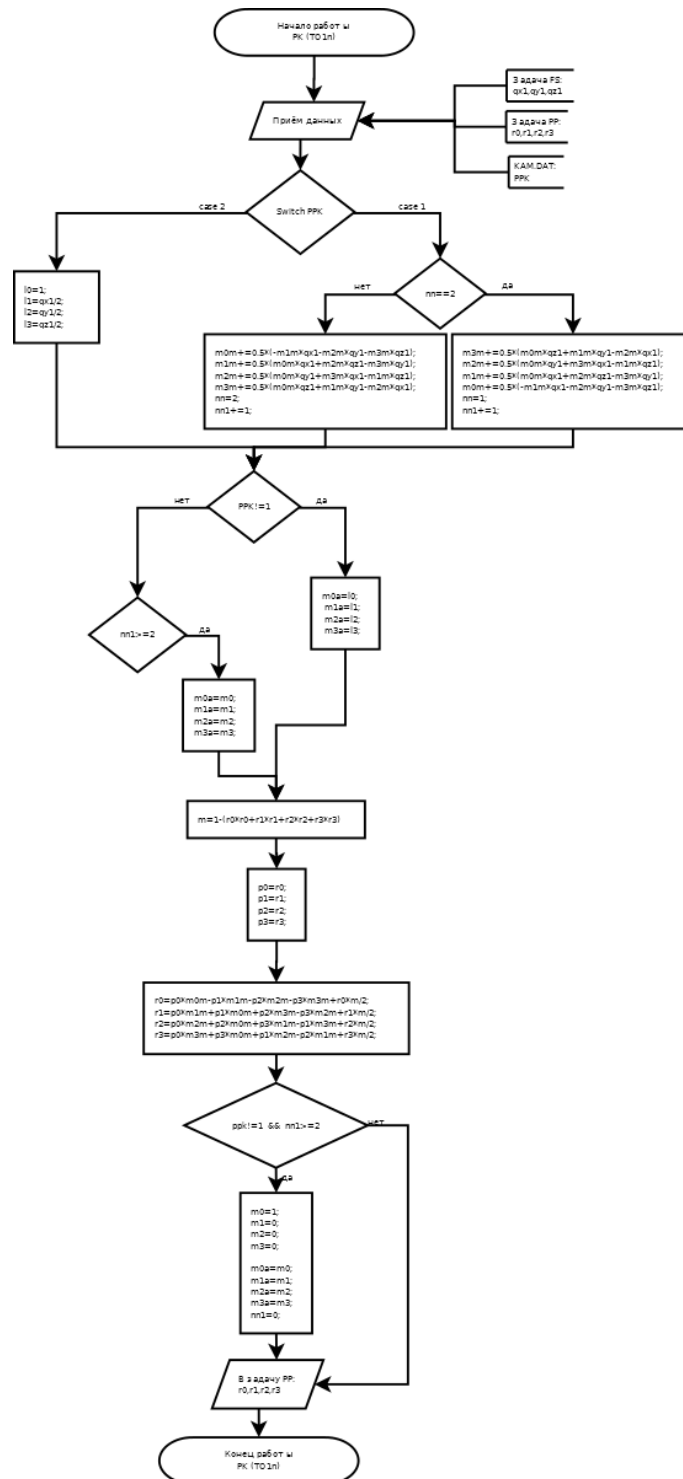


Рис. 4 – Задача РК

2.4.1 Входные и выходные данные задачи РК

Входная информация:

- qx1,qy1,qz1- из задачи FS
- r0,r1,r2,r3- из задачи PP
- prk- из файла данных kam.dat

XXXX.XXXXXX-XX XX XX

Выходная информация:

– r0,r1,r2,r3- в задачу PP

2.5 Задача определения параметров ориентации РО

Вычисляет, согласно упрощенной схеме на Рис. 5, курс и углы бортовой и килевой качек БИНС –kbv, tbv, pbv, а также скорости изменения курса и углов бортовой и килевой качек –kbvt, tbvt, pbvt по информации о компонентах кватерниона q из задачи PP, курсовому углу опорного трехгранника ALF из задачи IS или, в случае режима приведения, по углу ALG из задачи OS, вычисляемого методом гиросироткомпы.

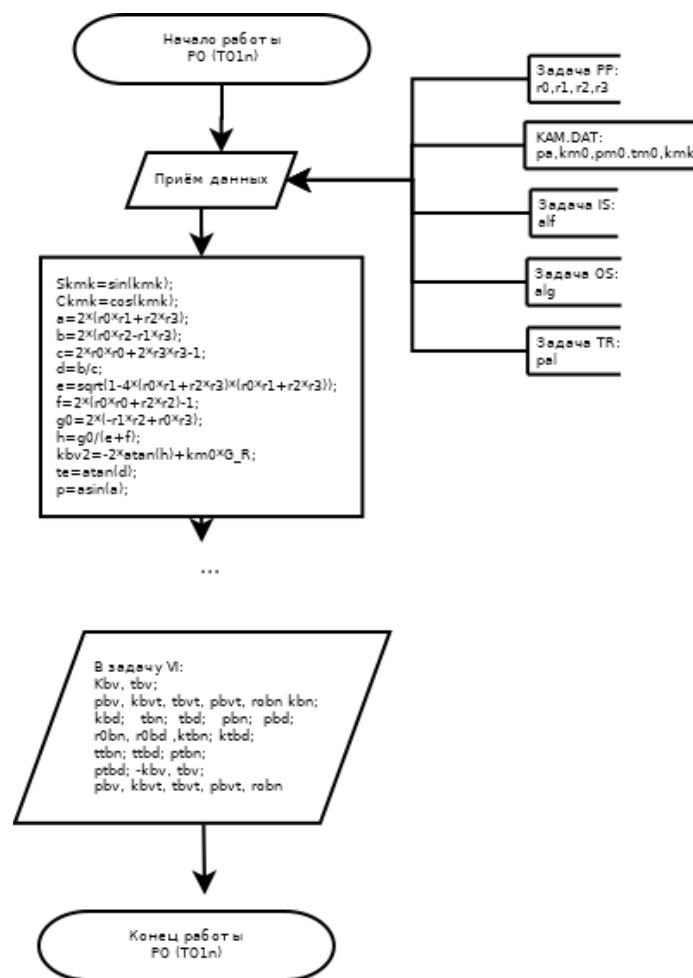


Рис. 5 – Задача РО

2.5.1 Входные и выходные данные задачи РО

Входная информация:

- r0,r1,r2,r3- из задачи PP
- pa,km0,pm0,tm0,kmk- из файла данных kam.dat
- alf- из задачи IS

- alg- из задачи OS
- pa1- из задачи TR

Выходная информация:

- Kbv, tbv; pbv, kbvt, tbvt, pbvt, robn knb; kbd; tbn; tbd; pbn; pbd; r0bn, r0bd, ktbv; ktbd; ttbn; ttbd; ptbn; ptbd; -kbv, tbv; pbv, kbvt, tbvt, pbvt, robn - в задачу VI

2.6 Задача преобразования скоростей PS

Вычисляет, согласно схеме на Рис. 6, по информации о приращении абсолютного угла поворота и кажущейся скорости $qx1, qy1, qz1, wx1, wy1, wz1$ - из задачи FS приращения кажущейся скорости $w1x, w1y, w1z$ в осях связанного трехгранника путем численного интегрирования кинематического уравнения для производной вектора абсолютной скорости V во вращающихся с абсолютной угловой скоростью ω осях.

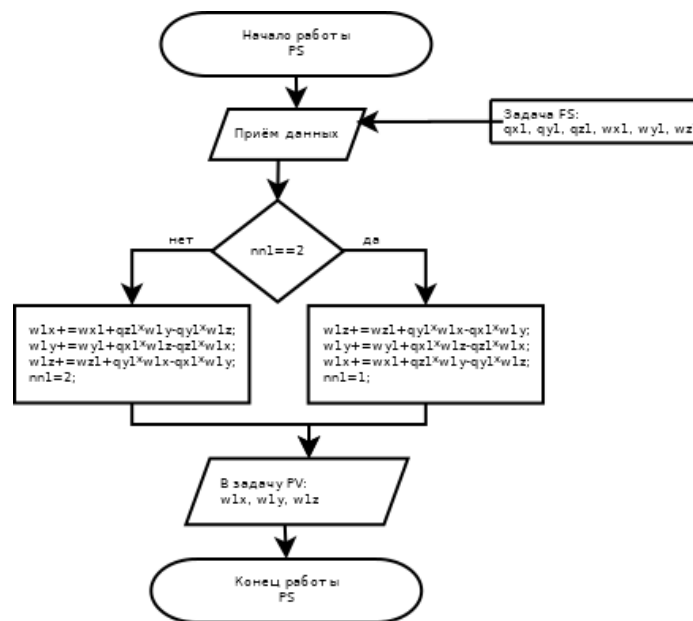


Рис. 6 – Задача PS

2.6.1 Входные и выходные данные задачи PS

Входная информация:

- $qx1, qy1, qz1, wx1, wy1, wz1$ из задачи FS

Выходная информация:

- $w1x, w1y, w1z$ в задачу PV

2.7 Задача перепроектирования скоростей PV

Перепроектирует согласно схеме на Рис. 7 приращения кажущейся скорости БИНС w ($w1x, w1y, w1z$) в осях связанного трехгранника за время навигационного цикла ТМ на горизонтальную плоскость аналитического опорного трехгранника с использованием кватерниона r ($r0, r1, r2, r3$).

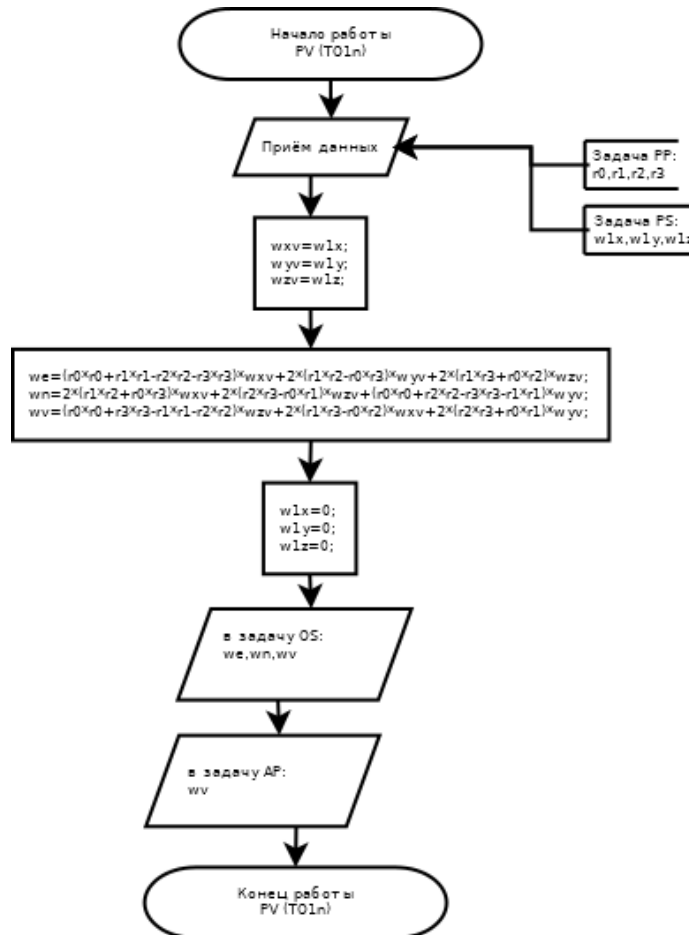


Рис. 7 – Задача PV

2.7.1 Входные и выходные данные задачи PV

Входная информация:

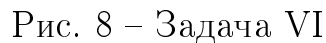
- $r0, r1, r2, r3$ - из задачи PP
- $w1x, w1y, w1z$ - из задачи PS

Выходная информация:

- we, wn, wv - в задачу OS
- wv - в задачу AP

2.8 Задача выработки массива выходной информации VI

Реализует следующие функции согласно схеме на Рис. 8:



qb1 = Res/0.1+q0; параметров Vbn ... szbd в задаче аппроксимации,
q0 = 0; решаемой с циклом 0.1 сек

– Определяет интервал времени RES1 между текущим моментом и моментом формирования экстраполяционных коэффициентов в задаче РО RES1 = ElapsedTime(T); время между текущим моментом и моментом формирования qb2 = Res1/0.01+q0; параметров kbn ptbd в задаче РО решаемой с циклом 0.01 сек

– Осуществляет линейную экстраполяцию выходных значений составляющих мгновенной скорости VEB, VNB, VZB и перемещений SEB, SNB, SZB с использованием экстраполяционного сдвига q1 и коэффициентов линейной экстраполяции vebn, vnbn, vzb, sebn, snbn, szbn, vebd, vnbd, vzb, sebd, snbd, szbd из задачи AP

– Осуществляет линейную экстраполяцию выходных значений углов ориентации kbv, tbv, pbv и угла наклона rob и угловых скоростей ориентации kbt, tbt, pbt с использованием экстраполяционного сдвига q2 и коэффициентов линейной экстраполяции kbn; kbd; tbn; tbd; pbn; pbd; r0bn, r0bd , ktbn; ktbd; ttbn; ttbd; ptbn; ptbd из задачи РО в случае, когда задача VI решается с большей частотой, чем РО

- Осуществляет преобразование мгновенных скоростей v_{eb} , v_{nb} , v_{zb} и перемещений s_{eb} , s_{nb} , s_{zb} от места установки БИНС (т.О) до места установки потребителя (т.П) с использованием проекций (x, y, z) отстояния R1 в связанных с БИНС осях XYZ

2.8.1 Входные и выходные данные задачи VI

Входная информация:

- Kb_2 -из задачи приема информации 2 канала
- $posn, prtr$ -с пульта оператора
- pdf, vlm - из задачи VNP
- $pa1, tr$ - из задачи TR
- $crsm$ - из задачи GPSV-прием СНС

Выходная информация:

- массив

2.9 Задача коррекции положения опорного трехгранника РР

Осуществляет, согласно схеме на Рис. 9, коррекцию кватерниона g , определяющего ориентации связанного трехгранника относительно аналитического опорного трехгранника с использованием кватерниона поворота опорного аналитического трехгранника относительно инерциального трехгранника S ($S1, S2, S3$) за время навигационного цикла ТМ с помощью формулы кватернионного произведения.

XXXX.XXXXXX-XX XX XX

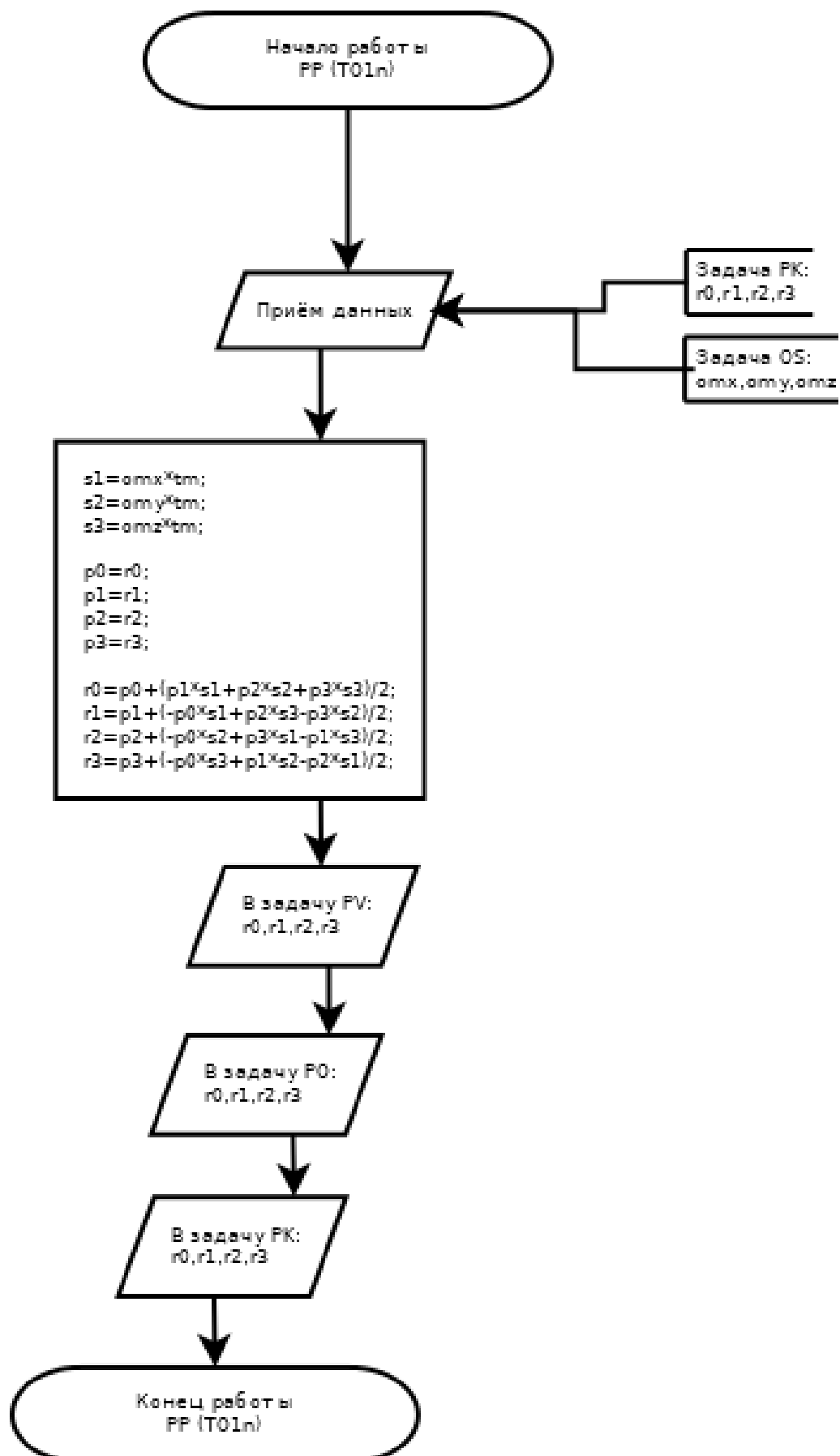


Рис. 9 – Задача РР

2.9.1 Входные и выходные данные задачи РР

Входная информация:

- r0,r1,r2,r3- из задачи РК
- omx,omy,omz - из задачи OS

Выходная информация:

- r0,r1,r2,r3- в задачу PV, PO,PK

2.10 Задача инерциального счисления IS

Реализует следующие функции согласно упрощенной схеме на Рис. 10:

- при включении (sgn1==0) проводит инициализацию переменных: координат fii , lai :
 - при отказе или отсутствии ПА СНС (prgk=0) значениями записанными в файл данных kam.dat через задачу TR $fii=fiv$; $lai=lav$;
 - при годности ПА СНС (prgk=1) значениями, полученными от корабельной ПА СНС $fii=fivkg$; $lai=lavkg$;
- при включении после режима Квази (sgn2==0) значениями координат, пересчитанными в задаче Квази из квазигеографической в географическую систему координат $fii=fiiqr$; $lai=laiqr$; курсового угла alf
- при обычном запуске значением курсового угла alg из задачи OS, определенным методом гиросироткомпаса в режиме приведения $alf=alg$;
- при запуске в технологическом режиме гиригоризонткомпаса (pa=0) нулевым значением курсового угла $alf=0$;
- при повторном включении после перезапуска ПА СНС (przv==3) значением курсового угла $alf1$, сохраненного в задаче VNP в момент выключения задачи IS для восстановления его значения - $alf=alf1$; -при включении после режима Квази (sgn2==0) значением курсового угла, пересчитанными в задаче Квази из квазигеографической в географическую систему координат $alf=alfqr$;
- параметра $rmk2$, определяющего скорость вращения опорного трехгранника в азимуте;
- при работе в обычных режимах (pa=1) значением $omvz$ из задачи OS $rmk2=omvz$;
- при работе в технологическом режиме гиригоризонткомпаса (pa=0) значением вертикальной составляющей угловой скорости ГСК $mk2 = U * \sin(\phi) + vle * \tan(\phi)/r01$, формируемой по информации о широте f_i и скорости от лага vl из задачи VNP;
- Обнуляет параметры Sign1, sign2 для последующих перезапусков и скорость демпфирования $oz1k$ в текущем запуске
 - формирует выражения для интегрирования значений географической широты fii , долготы lai , и курсового угла alf .

XXXX.XXXXXX-XX XX XX

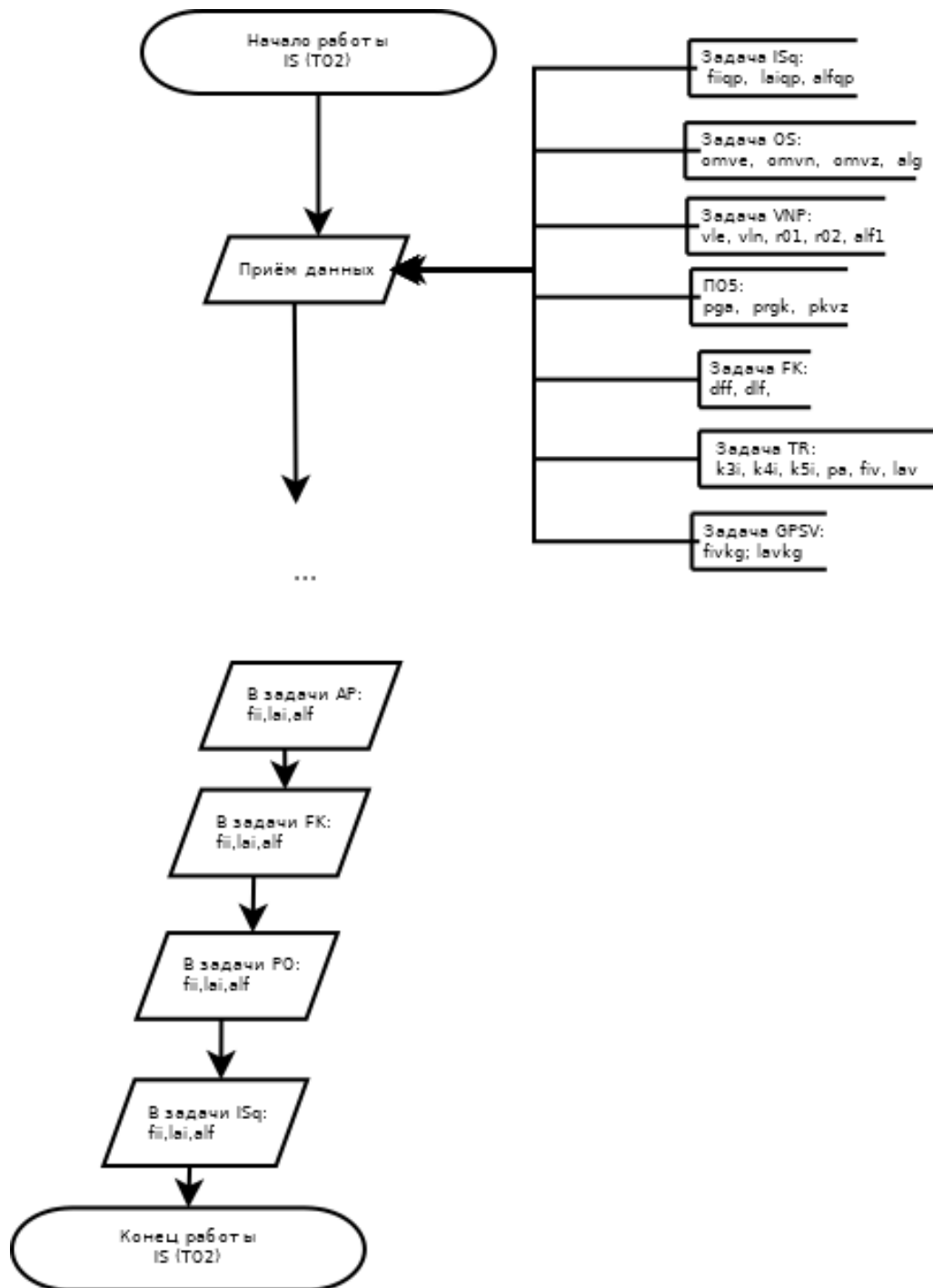


Рис. 10 – Задача IS

2.10.1 Входные и выходные данные задачи IS

Входная информация:

- omve, omvn, omvz, alg – из задачи OS
- vle, vln, r01, r02, alf1 - из задачи VNP
- dff, dlf, - из задачи FK
- k3i, k4i, k5i, pa, fiv, lav - из задачи TR
- fivkg; lavkg- из задачи GPSV

- pga, prgk, pkvz- с пульта оператора
- fiqr, laiqr, alfqr- из задачи ISq

Выходная информация:

- fi, lai, alf – в задачи AP, FK, PO, Isq

2.11 Задача инерциального счисления квази ISq

Задача инерциального счисления в квази предназначена для выработки координат fiq (ϕq), $laiq$ (λq), курса kq , составляющих скорости $Ve q$, Vnq , угла перехода qqr в квазигеографической системе координат (КГСК) согласно схеме на Рис. 11

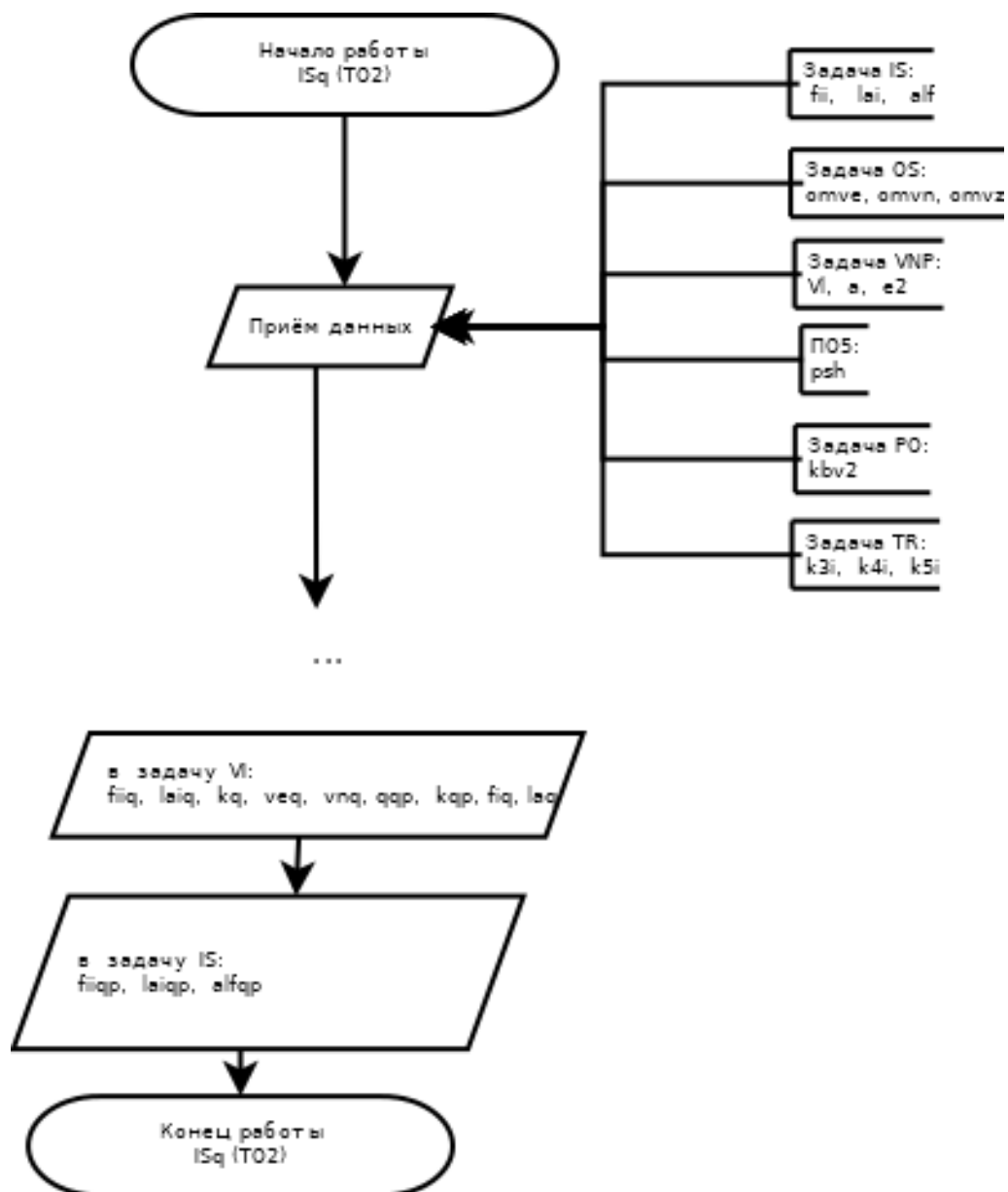


Рис. 11 – Задача ISq

2.11.1 Входные и выходные данные задачи ISq

Входная информация:

- fii, lai, alf -из задачи IS
- k3i, k4i, k5i-из задачи TR
- omve, omvp, omvz-из задачи OS
- V1, a, e2- из задачи VNP
- kbv2 -из задачи PO
- psh- с пульта оператора

Выходная информация:

- fiiq, laiq, kq, veq, vnp, qqr, kqr, fiq, laq -в задачу VI
- fiiqr, laiqr, alfqr -в задачу IS

2.12 Задача вычисления навигационных параметров VNP

Реализует следующие функции согласно упрощенной схеме на Рис. 12:

- вычисляет радиусы кривизны меридионального сечения (широтный радиус) –R02 и сечения первого вертикала (долготный радиус) -R01 с использованием параметров эллипсоида Красовского 1942 г. (пулковская система координат СК 42) для обеспечения задач VNP, OS, IS, ISq, FK

- вычисляет поправку wzkm, формируемую по составляющим сигнала лага vle, vln и компенсирующую влияние кориолисова ускорения и удельной силы тяжести gk в проекции сигналов акселерометров на вертикальную ось ГСК для задачи AP

- формирует значения продольной vl и поперечной vlp составляющих скорости объекта

- проводит коррекцию координат при помощи поступающих из пульта оператора поправок

- dfr; dlr , вводимых в момент ввода признака prp=1 при нажатии на пульте оператора кнопки КООРД.

- выключает задачу FK (sgn1f=0; pfk1=0;) при переключении режима ГА (pr2g != pr1g) с целью соответствующей новому режиму инициализации этой задачи при последующем включении. В случае выключения режима ГА оптимальный фильтр Калмана

- (ОФК) инициализируется обычной ковариационной матрицей, а в случае включения- усеченной матрицей.

- осуществляет синхронизацию инициализации задач IS и ISq при переключении задачи ISq , когда выполняется неравенство pr2k!=pr1k (pr1k =pkvz)

- производит автоматическое переключение обсервационного (pff=1), автономного (pff=0) и инерциального(pff=2) режимов в зависимости от признака

XXXX.XXXXXX-XX XX XX

отказа ПА СНС (prgv, 0-исправен, 1-отказ) , признака перехода на инерциальный режим из задачи TR (pris==1), признака рабочего режима из задачи TR (pa1=3) и признака ручного включения обсервационного режима (prgk==1) , вводимого с пульта оператора

– производит включение задачи IS после восстановления работоспособности ПАСНС с задержкой на 10 сек после устранения отказа с обновлением инерциальных координат fii, lai

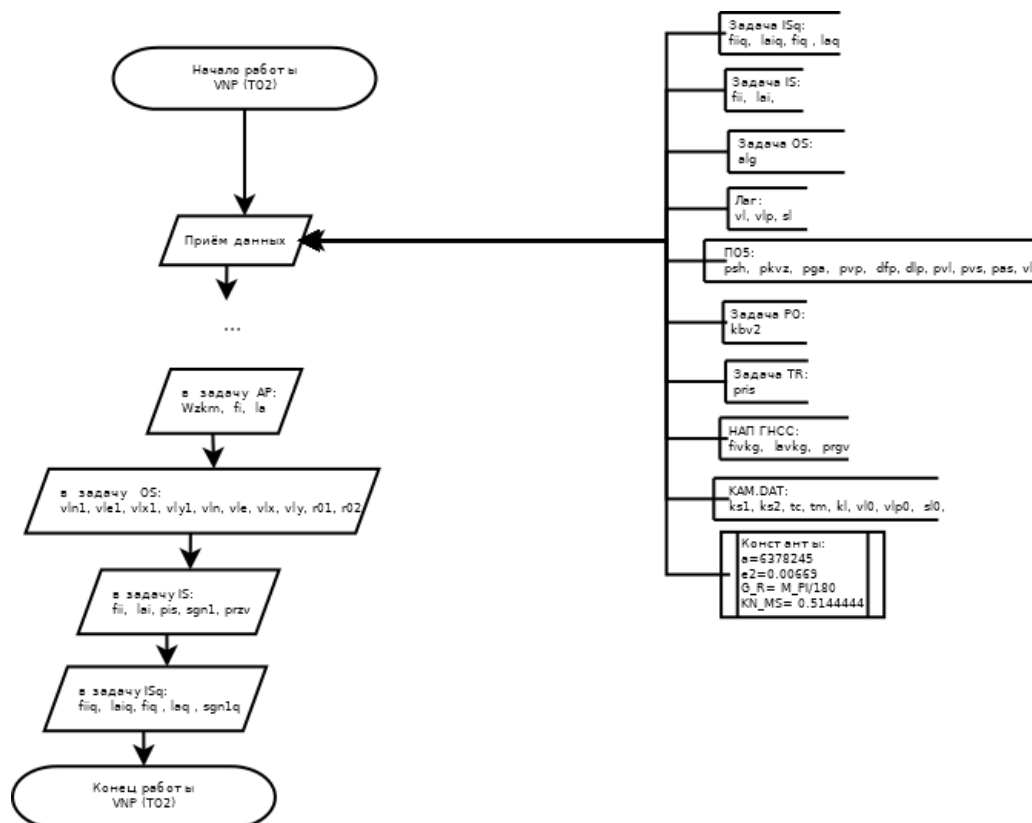


Рис. 12 – Задача VNP

2.12.1 Входные и выходные данные задачи VNP

Входная информация:

- kbv2 -из задачи PO
- psh, pkvz, pga, pvp, dfp, dlp, pvl, pvs, pas, vlzd - с пульта оператора
- pris- из задачи TR
- alg-из задачи OS
- vl, vlp, sl- от относительного, абсолютного или импульсного лага
- fivkg, lavkg, prgv-от ПАСНС
- fii, lai, из задачи IS
- fiq, lai, fiq, laq- из задачи ISq

Выходная информация:

- Wzkm, fi, la- в задачу AP

- vln1, vle1, vlx1, vly1, vln, vle, vlx, vly, r01, r02 - в задачу OS
- fii, lai, pis, sgn1, przv - в задачу IS
- fiiq, laiq, fiq, laq, sgn1q - в задачу ISq

2.13 Задача аппроксимации AP

Реализует следующие функции согласно упрощенной схеме на Рис. 13:

- формирует составляющие приборной скорости объекта по горизонтальным осям ГСК ver, vnr в каждом из режимов приведения во время автоматического (prtr=0) или ручного (prtr=1,2,3,4) запуска:
- формирует составляющие первого интеграла от ускорения объекта по горизонтальным осям ГСК ie, in в режиме приведения (pa1=2) и рабочем (pa1=3) режиме. Указанные интегралы используются некоторыми потребителями для довыставки инерциальных систем методом векторного согласования.
- формирует экстраполяционные коэффициенты ien; ied; inn; ind; ilen; iled; ilnn; ilnd, которые передаются в задачу VI для осуществления линейной экстраполяции выходных значений первых- ieb, inb и вторых - ile, iln интегралов
- формирует динамические параметры - три составляющие вектора мгновенной скорости ve3, vn3, vz3 и перемещения ser, snr, szr корабля, вызванных качкой и орбитальным движением, с использованием фильтров низких частот, исключающих влияние медленноменяющихся составляющих погрешностей определения мгновенных скоростей и перемещений, порождаемых инструментальными ошибками – дрейфами нуля ВОГ и акселерометров.
- формирует сглаженные и исключают запаздывание (экстраполированные на 1 цикл вперед) углы и угловые скорости ориентации БИНС относительно ГСК ke, te, pe, ke3, te3, pe3- для выдачи в канал индикации (ульты или репитеры) в случае его работы с частотой 1/tm.

XXXX.XXXXXX-XX XX XX

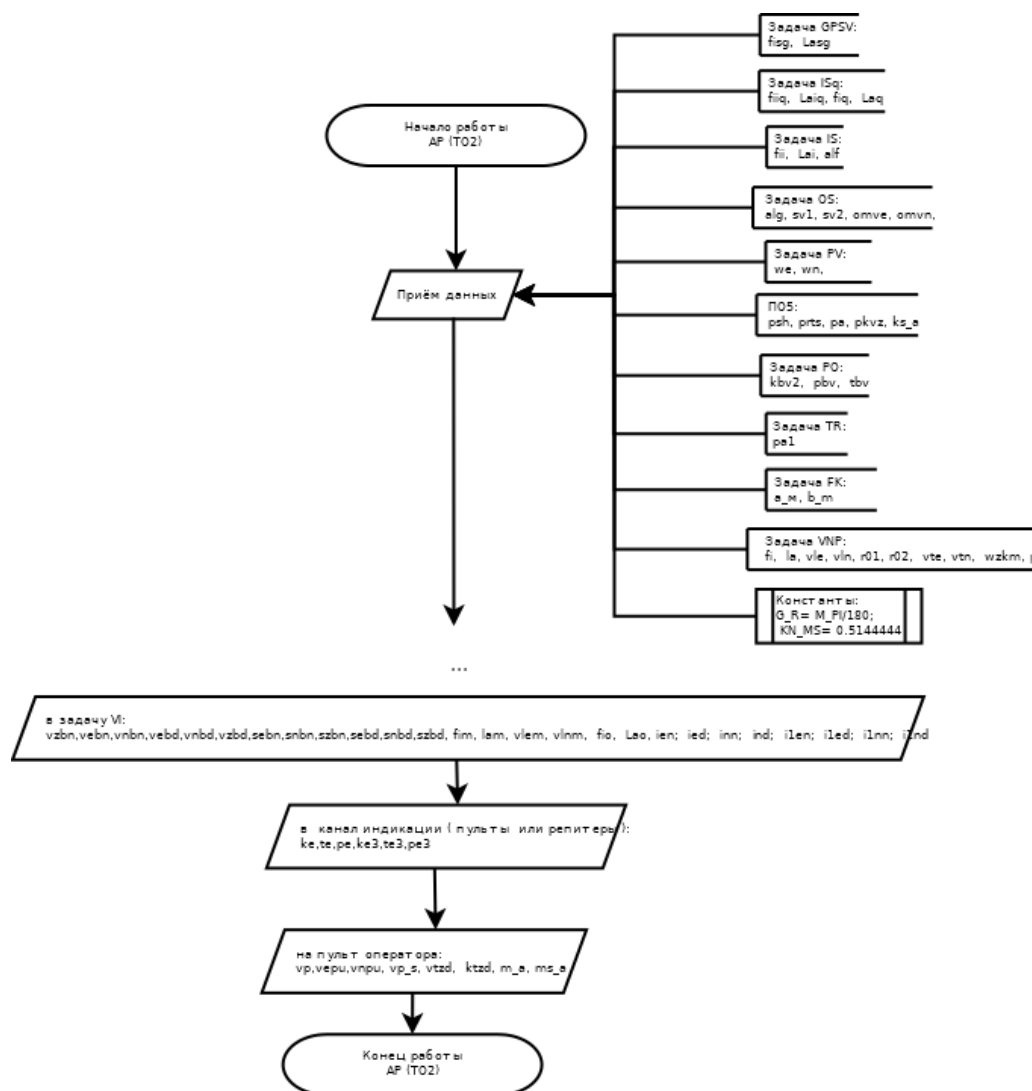


Рис. 13 – Задача AP

2.13.1 Входные и выходные данные задачи AP

Входная информация:

- kbv2, pbv, tbv - из задачи PO
- alg, sv1, sv2, omve, omvn - из задачи OS
- we, wn - из задачи PV
- psh, prts, pa, pkvz, ks-a - с пульта оператора
- fi, la, vle, vln, r01, r02, vte, vtn, wzkm - из задачи VNP
- fii, Lai, alf - из задачи IS
- fiiq, Laiq, fiq, Laq - из задачи ISq
- fisg, Lasg - из задачи GPSV
- pff - из задачи VNP
- pa1 - из задачи TR
- a-m, b-m- из задачи FK

Выходная информация:

XXXX.XXXXXX-XX XX XX

- vzbn,vebn,vnbn,vebd,vnbd,vzbd,sebn,sbnbn,szbn,sebd,snbd,szbd, fim, lam, vlem, vlnm, fio, Lao, ien; ied; inn; ind; ilen; iled; ilnn; ilnd - в задачу- VI,
- ke, te, pe, ke3, te3, pe3 - в канал индикации (пульты или репитеры)
- vp, veru, vnpu, vp-s, vtzd, ktzd, m-a, ms-a - на пульт оператора

2.14 Задача формирования переходной матрицы FK-20

Реализует следующие функции согласно упрощенной схеме на Рис. 14:

- Проводит инициализацию задачи FK-20 при обычном включении задачи FK (sgn1=0) , либо при переключении в режим ГА (sgn1f=0) .
- Формирует элементы матрицы состояния (матрицы динамики) $f[10][10]$ непрерывной системы линейных дифференциальных уравнений ошибок БИНС.

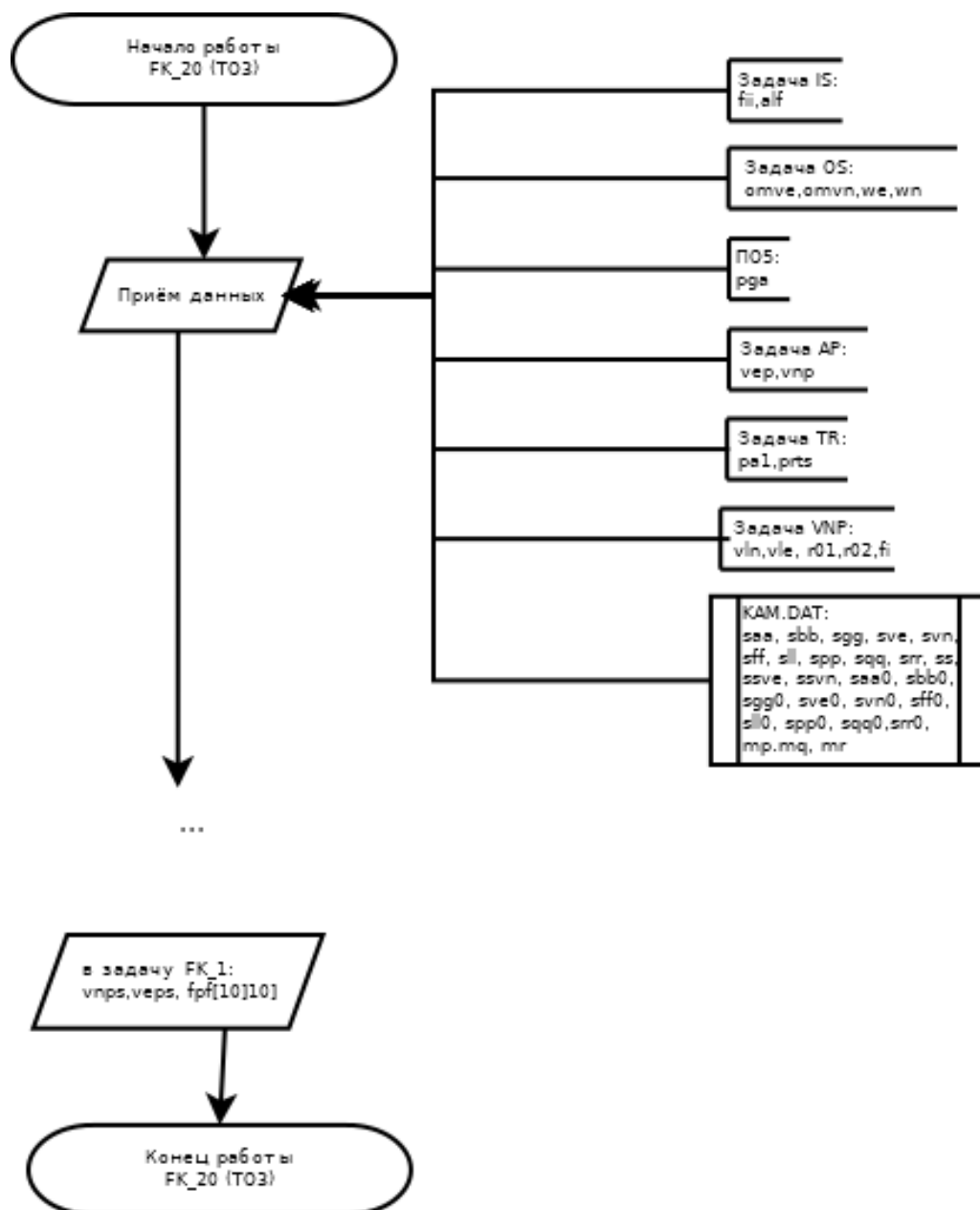


Рис. 14 – Задача FK-20

2.15 Задача фильтра Калмана FK-1

Реализует следующие функции согласно упрощенной схеме на Рисунок 15:

- В начале этой задачи производится фиксация на момент «t» прихода опорной информации от ПА СНС – $fivk$, $Lavk$, $vevk$, $vnvk$ - информации БИНС-углов ориентации K (kb), Ψ (pb), Θ (tb)- $k-f[0]$; $p[0]$; $t[0]$ - и их предыдущих значений $k-f[1]$; $p[1]$; $t[1]$, интегралов от горизонтальных составляющих приборной скорости – средних значений скорости относительно земли за медленный цикл TZ (1сек). $VEPSZ$, $VNPSZ$, и текущего значения переходной матрицы $fpf3$, а затем обнуление величин $VEPS$, $VNPS$ и приведение к единичному виду переходной матрицы fpf .
- Формирует вектор измерений $z[4]$ в обсервационном режиме при наличии признака использования ПА СНС $PRGK=1$
- Осуществляет пороговый контроль элементов вектора измерений и в случае превышения ими пороговых значений обнуляет соответствующие элементы матрицы измерений, исключая выбросы замеров из участия в обработке и формировании сигналов коррекции.
- Реализует прогноз ковариационной матрицы pk путем численного интегрирования уравнения Риккати
- Вычисление транспонированной переходной матрицы fpt , осуществляемой функцией $M-TRANS(10,10,(double *)fpf3,(double *)fpt)$;
- Вычисление матрицы $m[i][j]$, являющейся произведением переходной $fpf3[i][l]$ и и вычисленной на предыдущем цикле TZ ковариационной $pn[l][j]$ матриц

XXXX.XXXXXX-XX XX XX

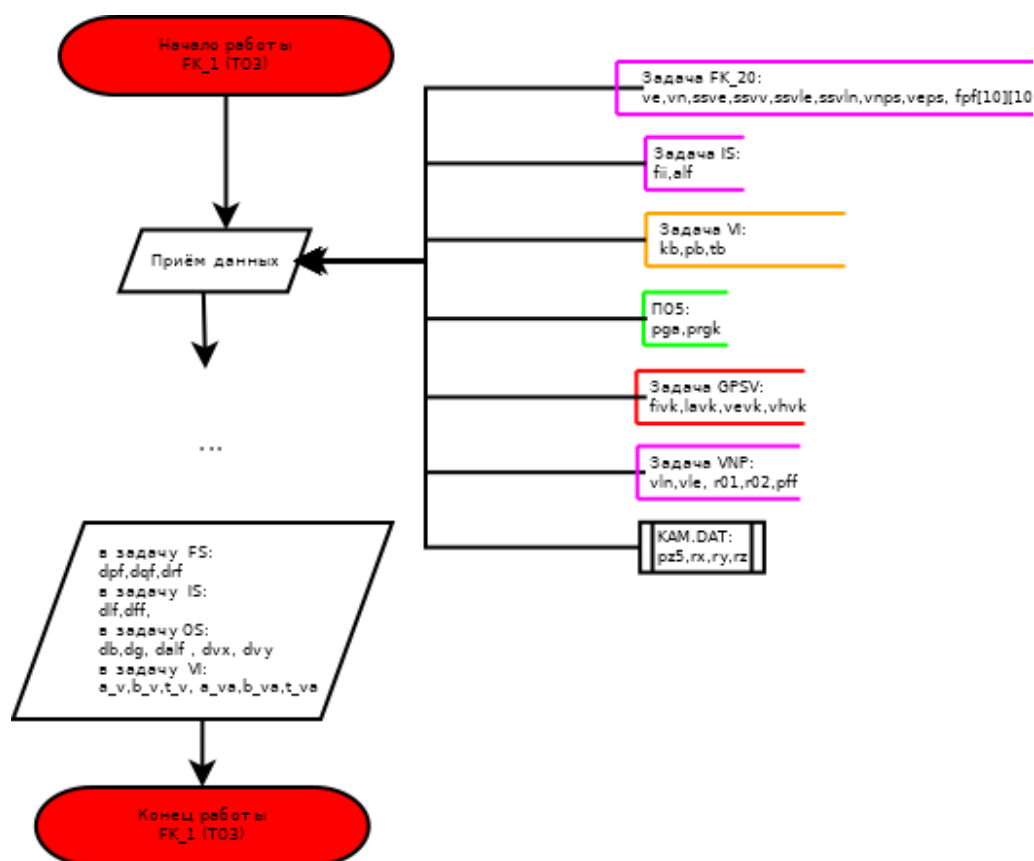


Рис. 15 – Задача FK-1

2.15.1 Входные и выходные данные задачи FK-1

Входная информация:

- ve, vn, ssve, ssvv, ssvle, ssvln, vnps, veps, fpf[10][10] - из задачи FK-20
- fivk, lavk, vevk, vhvk - из задачи GPSV
- vln, vle, r01, r02, pff - из задачи VNP
- fii, alf - из задачи IS
- kb, pb, tb - из задачи VI
- pz5, rx, ry, rz - из файла данных kam.dat
- pga, prgk - с пульта оператора

Выходная информация:

- dpf, dqf, drf - в задачу FS
- dlf, dff, - в задачу IS
- db, dg, dalf, dvx, dvy - в задачу OS
- a-v, b-v, t-v, a-va, b-va, t-va - в задачу VI

2.16 Задача приема сигнала ПАСНС GPSV

Производит разборку информации буфера buf-gpsv, который заполняется сообщением \$GPRMC, полученным от драйвера порта ПА СНС (GPSV) как показано на схеме на Рис. 16

XXXX.XXXXXX-XX XX XX

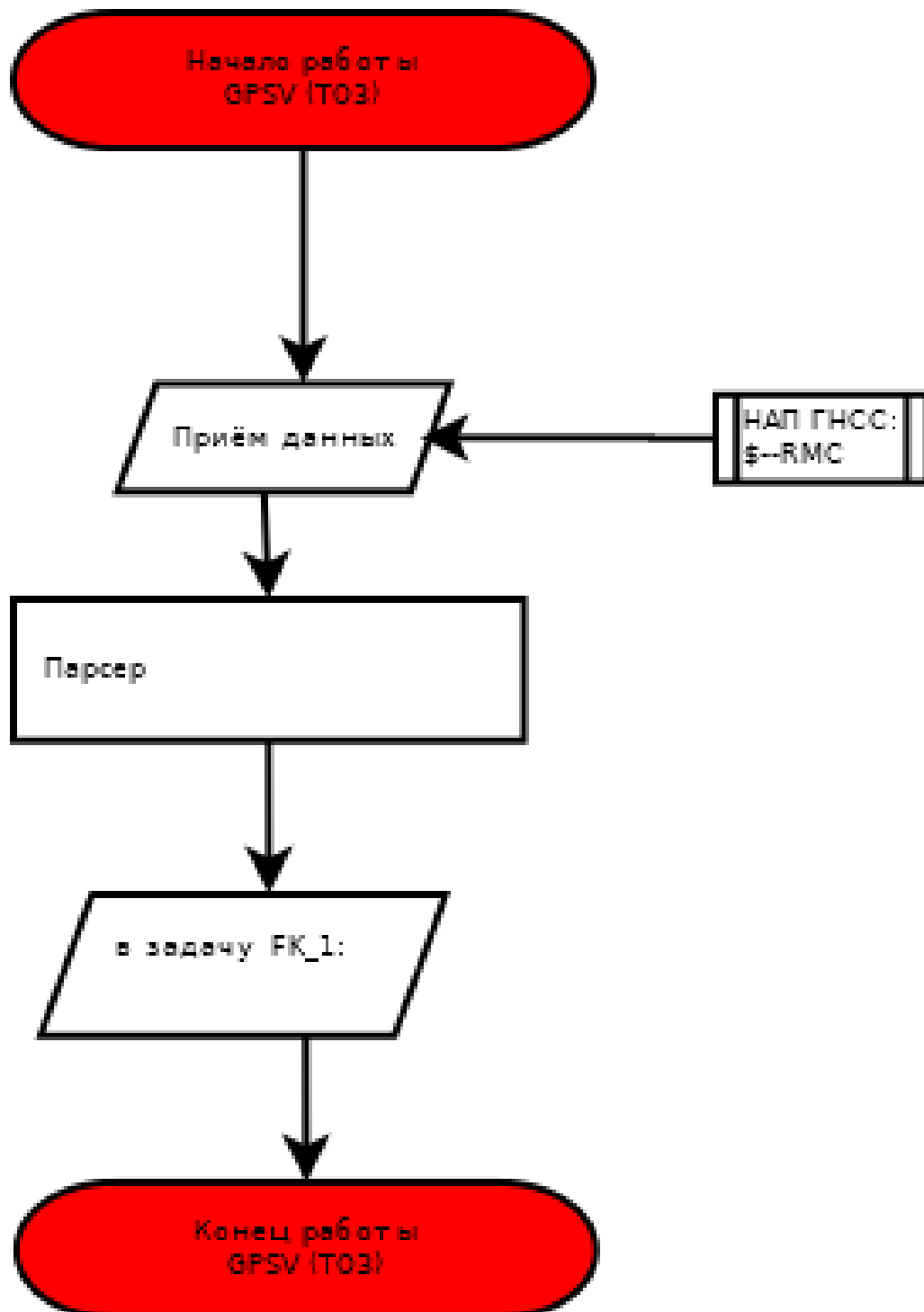


Рис. 16 – Задача GPSV

2.17 Задача приема сигнала лага LAG

Производит разборку информации буфера `buf_lag`, который заполняется сообщениями `$VDVTG`, `$VD VHW`, `$VD VBW`, полученными от драйвера порта лага как показано на схеме на Рис. 17

XXXX.XXXXXX-XX XX XX

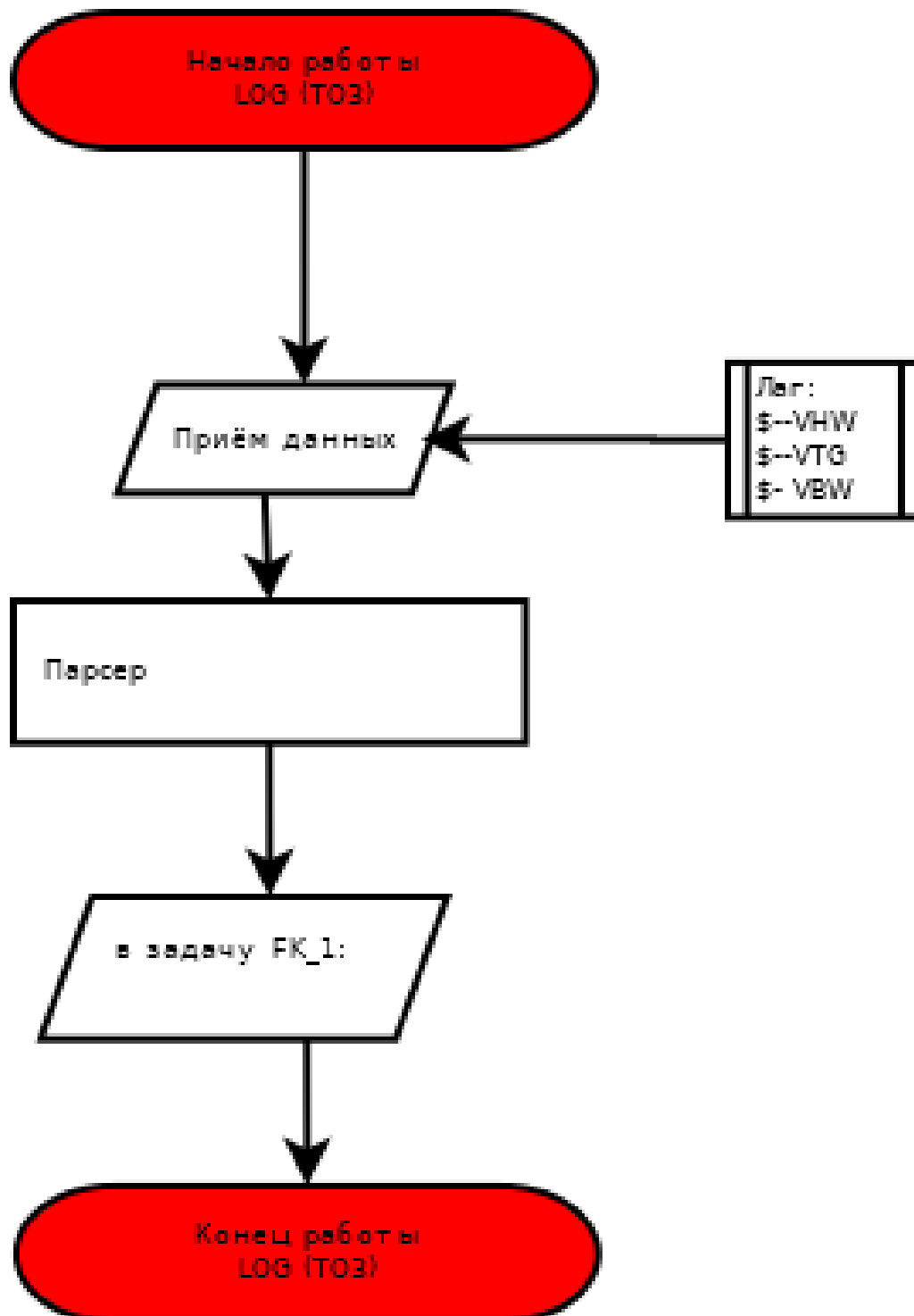


Рис. 17 – Задача LAG

3 Схема алгоритма работы СПО «Кама-Надир»

Файл приложения.

Лист регистрации изменений

[illegible]