



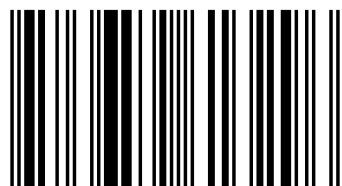
Методика оформления заявки на патент

В книге представлена методика оформления заявки на изобретение. Приведены основные сведения по международной патентной классификации. Даются рекомендации по оформлению заявки (формулы изобретения, описания, чертежей и рисунков (фигур)), а также примеры оформления заявок на изобретение, полезную модель, способ, способ и устройство. Описана работа с экспертизой. Книга может быть полезной для студентов и преподавателей, а также разработчиков научно-исследовательских и проектных институтов.

Владимир Антимиров

# Методика оформления заявки на патент

Антимиров В.М., ДТН, профессор кафедры автоматика УрФУ, лауреат Государственной премии в области науки и техники за 2003 г. Является автором более 150 научных работ; в том числе 3 монографий, и 173 изобретений. Им сделано более 30-ти докладов на международных, общероссийский и отраслевых конференциях, семинарах, симпозиумах.



978-3-659-61329-6

Антимиров

 **LAP**  
**LAMBERT**  
Academic Publishing

**Владимир Антимиров**

**Методика оформления заявки на патент**



**Владимир Антимиров**

**Методика оформления заявки на  
патент**

**LAP LAMBERT Academic Publishing**

## **Impressum / Выходные данные**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Alle in diesem Buch genannten Marken und Produktnamen unterliegen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz bzw. sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Inhaber. Die Wiedergabe von Marken, Produktnamen, Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen u.s.w. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Библиографическая информация, изданная Немецкой Национальной Библиотекой. Немецкая Национальная Библиотека включает данную публикацию в Немецкий Книжный Каталог; с подробными библиографическими данными можно ознакомиться в Интернете по адресу <http://dnb.d-nb.de>.

Любые названия марок и брендов, упомянутые в этой книге, принадлежат торговой марке, бренду или запатентованы и являются брендами соответствующих правообладателей. Использование названий брендов, названий товаров, торговых марок, описаний товаров, общих имён, и т.д. даже без точного упоминания в этой работе не является основанием того, что данные названия можно считать незарегистрированными под каким-либо брендом и не защищены законом о брендах и их можно использовать всем без ограничений.

Coverbild / Изображение на обложке предоставлено: [www.ingimage.com](http://www.ingimage.com)

Verlag / Издатель:

LAP LAMBERT Academic Publishing

ist ein Imprint der / является торговой маркой

OmniScriptum GmbH & Co. KG

Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Deutschland / Германия

Email / электронная почта: [info@lap-publishing.com](mailto:info@lap-publishing.com)

Herstellung: siehe letzte Seite /

Напечатано: см. последнюю страницу

**ISBN: 978-3-659-61329-6**

Copyright / АВТОРСКОЕ ПРАВО © 2014 OmniScriptum GmbH & Co. KG

Alle Rechte vorbehalten. / Все права защищены. Saarbrücken 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

СОСТАВ ДОКУМЕНТА .....	2
ПОДГОТОВКА МАТЕРИАЛОВ ЗАЯВКИ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ .....	4
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ.....	10
ПОДГОТОВКА ЧЕРТЕЖЕЙ И РИСУНКОВ (ФИГУР).....	16
РЕФЕРАТ ИЗОБРЕТЕНИЯ .....	17
РАБОТА С ЭКСПЕРТИЗОЙ .....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	69

## СОСТАВ ДОКУМЕНТА

### ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- 1.1 Понятие интеллектуальной собственности и объекты ИС.
- 1.2 Международная патентная классификация и основные разделы (А, В, С, D...).
- 1.3 Основные классы систем автоматического управления (САУ) и аппаратуры, примеры.
- 1.4 Понятие патентного поиска – что смотрим: патенты, заявки, учебники, периодические издания по теме, диссертации, авторефераты, информационно-справочные листы, газетные и журнальные статьи, планово-экономические документы, то есть любая общедоступная информация на бумажных носителях информация, в сети интернет и в первую очередь рекламная информация, материалы выставок, сайты организаций, учебных заведений, инструкции описания на бытовую и медтехнику.

Внутренняя техническая документация предприятий (технические условия, технические отчеты, стандарты предприятия, инструкции операторов) патентной информацией не являются, так как не являются общедоступной информацией.

Все документы ограниченного пользования со строго определенным составом, ознакомленных лиц (документы ДСП и с грифом секретности) также не являются патентной информацией

### ЧАСТЬ 2. МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, КОТОРЫЕ МОГУТ БЫТЬ ПРИЗНАНЫ ОБЪЕКТАМИ ИС

- 2.1 Выявление проблемы или задачи, которые не решаются известными приемами, описанными в любой литературе и в сети интернет. Постановка задачи (технического задания, ТЗ).

- 2.2 Формирование предложений по технической реализации и проверка их на известность на основе патентных исследований (поиска) и наличие положительного эффекта.
- 2.3 Определение объекта защиты (открытие, способ, способ и устройство, устройство, форма и внешний вид).
- 2.4 Определение вида объекта защиты (изобретение, промышленный образец или полезная модель).

**ЧАСТЬ 3. ПОДГОТОВКА МАТЕРИАЛОВ ЗАЯВКИ (ФОРМУЛА, ОПИСАНИЕ, ВКЛЮЧАЯ ЧЕРТЕЖИ И РИСУНКИ, РЕФЕРАТ)**

**ЧАСТЬ 4. РАБОТА С ЭКСПЕРТИЗОЙ ПО ЗАЩИТЕ**



## ПОДГОТОВКА МАТЕРИАЛОВ ЗАЯВКИ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

Материалы заявки включают ДВА основных документа, несущих юридическую нагрузку:

1. Описание изобретения.
2. Формула изобретения.

Третьим документом, не несущим юридической нагрузки, то есть не принимаемый во внимание экспертизой, является реферат.

Описание изобретения содержит кроме названия следующие основные части. Название должно быть по возможности кратким и совпадать с первыми словами формулы изобретения, в строчке с названием желательно указать ориентировочно классификатор по МПК, например:

*Описание изобретения*

*ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА (G06 F).*

Затем следуют разделы по порядку:

1. Область техники или деятельности, к которой относится заявляемый объект.
2. Постановка решаемой задачи или проблемы.
3. Критика аналогов и прототипа.

Содержит описание известных на текущий момент решений задачи или проблемы, так называемых аналогов, с указанием сильных сторон известных решений, которые можно заимствовать, и выявлением их недостатков, не позволяющих в полной мере решить поставленную задачу (проблему). Причем анализ выполняется по мере совершенствования известных решений с анализом последнего аналога в наибольшей степени решающего поставленную задачу (проблему) и совпадающего с предлагаемым по большинству основных признаков. Этот аналог принимается за прототип.

4. Описание существа изобретения – суть предлагаемого решения, устраняющего отмеченные у аналогов и прототипа недостатки, причем здесь необходима следующая последовательность:

4.1. описывается состав основных компонентов и их связей между собой, с раскрытием реализации каждого компонента до устройств (элементов) и их внутренних связей;

4.2. приводится перечень чертежей, рисунков, фотографий, поясняющих суть предлагаемого решения, с раскрытием названий цифровых обозначений компонентов;

4.3. приводится описание работы объекта для устройства или последовательности действий для способа;

5. Один или несколько возможных вариантов реализации предложенного решения на текущем уровне развития техники или перспектив ее развития.

6. Положительный эффект, достигнутый предлагаемым решением и отсутствующим у аналогов и прототипа.

Пример составления описания для устройства (системы) приведен ниже.

#### *ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ*

#### *ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА (G06 F).*

*Изобретение относится к вычислительной технике и автоматике и может быть использовано при создании систем автоматического управления (САУ) изделиями и объектами ракетно-космической техники, особенностью которых являются требования повышенной надежности при работе в экстремальных условиях. Здесь целесообразно указать ту специфику, которая определяет сущность и новизну решения. Например, широкий диапазон температуры окружающей среды, при котором надо обеспечить работу аппаратуры САУ. К таким решениям относятся средства активного или пассивного отвода тепла (типа тепловые трубы) или схмотехнические решения.*

Если решения направлены на обеспечение работы при жестких механических воздействиях, то особо выделяются их виды (акустика, удары или вибрация) и по возможности в рамках открытой печати указываются количественные значения.

Совершенно особые условия связаны с радиационными воздействиями космического пространства, атомных энергоустановок или направленного противодействия, где уровни воздействия желательнее указывать качественно.

Первая часть описания определяет область техники, к которой относится данное решение, и, надо иметь в виду, что это определит и подразделение экспертизы, куда будет направлена заявка на рассмотрение.

Вторая половина первой части описывает специфику работы заявляемого решения по условиям эксплуатации, причем здесь целесообразно приводить те, в которых известные решения могут использоваться ограничено или полностью будут неработоспособны.

Например, заявляя источник вторичного электропитания для космических аппаратов и САУ объектов ракетно-космической техники, следует упомянуть экстремальные условия, в которых он должен сохранять работоспособность и требуемую точность, и стабильность выходного напряжения. К экстремальным условиям можно отнести широкий диапазон изменения температуры окружающей среды (от  $-60$  до  $+125$  градусов по Цельсию) и ионизирующее излучение космического пространства как долговременное, приводящее к изменению параметров полупроводниковых элементов из-за дозовых накоплений (наведенных зарядов) в диэлектриках (например, в подзатворном диэлектрике МОП транзисторов и изолирующих областей), так и импульсного, вызванного вспышками на Солнце, авариях атомных энергоустановок и направленном противодействием, причем можно не говорить о уровнях воздействий, а только о последствиях, которые для импульсного ионизирующего излучения заключаются в наведение свободных носителей заряда в объеме полупроводника, в результате чего полупроводниковые элементы теряют работоспособность на время действия импульса и последующего рассасывания наведенного заряда, то есть возникает, так называемый, сбой в работе аппаратуры. Целесообразно указать какие элементы в известных источниках неработоспособны в этих условиях причем не до указывать те элементы, которых нет в предлагаемом или они работают в

другом режиме. Для источников питания можно указать источник опорного напряжения (ИОН), используемый в цепи обратной связи для сравнения с ним выходного напряжения. Традиционно в цепи обратной связи используют в качестве элемента гальванической развязки оптоэлектронную пару (оптрон), работающий в линейном режиме.

При переходе от аналоговой обратной связи к цифровой вместо ИОН можно использовать в качестве эталона частоту кварцевого задающего генератора, имеющего хорошую долговременную стабильность и радиационную стойкость, для чего выходное напряжение преобразуют в цифровое, например, в частоту, при этом для развязки можно использовать и оптрон, работающий в импульсном режиме передачи не аналогового параметра, а цифрового импульса. При этом радикальным решением является использование в предлагаемом решении трансформатора.

Не рекомендуется критиковать известные решения, если эти недостатки не устраняются в предлагаемом Вами устройстве, тем более, если известные решения хорошо зарекомендовали себя на практике при работе в других условиях.

После описания специфики работы и критике приступаем к основной части описания со слов: *«Для устранения отмеченных недостатков предлагается «НАЗВАНИЕ ЗАЯВЛЯЕМОГО ОБЪЕКТА»*. И далее следует ввести формальный раздел, на котором настаивает формальная экспертиза.

### **Описание существа изобретения**

В этой части описывается состав устройства. Вначале в целом, а затем его составных элементов, каждый из которых может раскрываться далее на своей фигуре. Перечисляется состав компонентов и связи между ними с пояснениями о функциях каждого компонента (если они не следуют из названия (например, трансформатор)).

Далее следует раздел с описанием чертежей, которые принято называть фигурами.

Пример. На фигуре 1 приведен состав источника, где цифрой 1 обозначен входной фильтр, цифрой 2 – трансформатор с транзистором прерывателем в первичной обмотке, обозначенном цифрой 2-1, если транзистор представлен в виде элемента структуры, а не условно графического изображения (УГО). После трансформатора включен выпрямитель 3 (если выпрямитель приведен как элемент структуры) или приводится УГО диода или выпрямительного мостика), после которого установлен выходной фильтр нижних частот 4, выход которого является выходом источника. К выходу источника подключена цепь обратной связи, содержащая последовательно соединенные преобразователь напряжения в частоту 5, элемент гальванической развязки 6 (или элемент гальванической развязки в виде оптрона 6 или развязывающего трансформатора) можно УГО трансформатора без простановки номера и без подписи. Здесь следует обратить особое внимание, так как указан развязывающий трансформатор, а не просто трансформатор, который уже упомянут. Выход элемента развязки подключен к формирователю ШИМ 7, выход которого подключен к базе транзистора прерывателя

Далее следует раскрытие отдельных компонентов, приведенных на фигуре 1, следующим образом:

- На фигуре 2 приведен преобразователь напряжения в частоту.
- На фигуре 3 приведен входной фильтр.
- На фигуре 4 приведен фильтр нижних частот.
- На фигуре 5 приведен формирователь ШИМ, где цифрами ..... обозначены.

Таким образом, раскрываются при необходимости все компоненты, приведенные на фигуре 1, после чего следует и раскрытие устройств (элементов), входящих в состав в виде самостоятельных фигур с перечислением их обозначения. Причем вначале раскрываются все компоненты одного уровня и только после этого компоненты следующего.

Необходимо иметь в виду, что на разных фигурах номера не должны повторяться. Так, например, на фигуре 2 не может быть компонента с номерами

1-7, которые уже были использованы на фигуре 1. Аналогично нельзя допускать совпадение наименований (как это было рассмотрено на примере трансформаторов фигуры 1). Можно использовать простой прием, исключающий повторы и позволяющий применить самоконтроль.

На фигуре 2 целесообразно номера присваивать, ставя впереди 2, то есть вместо 1-7 будут 21-27 и т.д.

Аналогично можно поступить с наименованиями. Например, такой простой компонент как дешифратор в блоке 2 (преобразователе напряжения в частоту) можно назвать преобразовательным дешифратором. Дешифратор в ШИМ) – формировательным дешифраторам и т.д.

Такие простые приемы каждый автор должен выработать для себя, чтобы иметь хорошо структурированный документ и избежать замечаний и переписки с формальной экспертизой.

После описания состава компонентов и их связей на всех уровнях следует привести раздел, называемый экспертизой «реализация изобретения».

Здесь следует дать пример практической схемотехнической реализации варианта или вариантов. Наиболее просто выполнить это требование можно, сделав ссылку на конкретную элементную базу.

Заключительной частью является описание работы объекта в целом и отдельных его компонентов со ссылкой на цифровое обозначение на фигурах с приведением положительного эффекта, достигаемого такой реализацией. При этом необходимо показать, как устранены недостатки известных решений.

Целесообразно раскрытие начать с компонента, имеющего наибольшую глубину раскрытия по количеству уровней, и целесообразно в описании раскрытие компонента первого уровня проводить до раскрытия его последнего.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Формула изобретения, в итоге, и является юридическим документом, определяющим объем защиты нового решения.

Надо иметь в виду, что чем меньше признаков в формуле и чем более общие понятия и определения использованы, тем выше уровень и полнота защиты.

### Особенности формулы

Формирование материалов заявки целесообразно начинать не с описания, а с формулы, при написании которой вырабатывается терминология удобная для написания формулы.

Все дело состоит в том, что по требованиям патентного законодательства формула пишется как одно предложение, не допускающее наличие точек в конце фразы. Это достаточно сложно, но многими годами выработан ряд приемов построения фразы, заключающийся в использовании связок в виде: «причем», «при этом» и «кроме того».

Но самым предпочтительным является использование многозвенной формулы, количество пунктов которой законодательно не ограничено.

Первый пункт формулы описывает состав объекта в целом, то есть приводятся все компоненты и связи между ними в статическом состоянии.

При этом первый пункт формулы имеет две части. В ограничительной части приводятся признаки, известные ранее. Она начинается с номера пункта (П.1), после которого приводится название объекта защиты. В нашем случае, «*П.1. Источник вторичного электропитания*». И после слова «содержащий» приводятся все основные известные ранее компоненты их связи. На этом ограничительная часть формулы заканчивается и приводится состав новых компонентов и их связей между собой и уже перечисленными в ограничительной части, после слов «отличающийся тем, что».

Пример. *П.1. Источник вторичного электропитания, содержащий последовательно соединенные входной фильтр, вход которого является*

*силовым входом источника, трансформатор с включенным в первичную обмотку транзистором прерывателем, выпрямитель и фильтр нижних частот, выход которого является выходом источника, отличающийся тем, что к выходу источника подключен преобразователь напряжения в частоту, подключенный через элемент развязки к широтно-импульсному модулятору, выход которого подключен к базе транзистора прерывателя.*

П.1 закончен, следует обратить внимание, что использованы термин «элемент развязки» а не «развязывающий трансформатор (или оптрон)», то есть в рамках теста описания, на котором основана формула, применены более общие понятия.

Далее следует перейти к формулировке зависимых пунктов, которые строятся следующим образом:

*П.2. Источник по П.1, отличающийся тем, что широтно-импульсный модулятор содержит блоки 51, 52, соединенные между собой двусторонней шиной и подключенные к блоку 53, причем входы блоков 51 и 52 являются управляющим входом формирователя и источника в целом, а выход блока 53 является выходом формирователя.* Здесь цифры приведены условно, а следует применять имена блоков.

Подчиненные пункты следует начинать с пункта имеющего наибольшую глубину раскрытия. В нашем случае это вновь введенный ранее не известный широтно-импульсный модулятор, раскрыть который следует наиболее глубоко, чтобы при дальнейшей работе с экспертизой по существу иметь возможность защищать новизну переносом из него признаков в П.1 формулы, оставаясь в рамках первоначального содержания описания.

Закончить этот уровень целесообразно раскрытием известных компонентов, например, фильтров за счет применения в них пассивных и активных элементов для подавления высокочастотных помех, возникающих на фронтах переключения транзистора прерывателя. Раскрыть целесообразно и трансформатор, путем использования новой конструкции, например, его планарной реализации. Таким раскрытием в подчиненных пунктах, не снижая



полноты защиты, заявляемой в П.1, мы повышаем защищенность объекта, исключая возможность обхода формулы, путем применения новой реализации этих известных блоков. При этом здесь можно использовать прием перекрытия возможных путей реализации, предлагая принципиально перспективные для самих себя решения. Это не опасно с точки зрения экономики предприятия, так как на основе скудной информации формулы практически невозможно реализовать данный блок, не имея конструкторской документации.

### **Выявление решений, пригодных для защиты ИС.**

Принципы выявления решений, которые целесообразно защитить охраняемыми документами, рассмотрим на примере выявления возможных изобретений из новых технических решений, создаваемых при создании принципиально новой системы автоматического управления (САУ), то есть системы с требованиями, отсутствующими в технических заданиях на предыдущие разработки. Примером появления таких требований является, например, требование обеспечения работы системы управления при активном противодействии в виде мощных импульсов электромагнитного и (или) ионизирующего излучения.

В первую очередь обращаемся к известным решениям этой проблемы на «родственных» предприятиях отрасли или смежных отраслей, например предприятий, занимающихся созданием аппаратуры автоматики для объектов атомной промышленности.

Следующим шагом может быть проведение консультаций со специалистами, работающими с ионизирующим излучением, например, специалистами Московского физико-технического института (МФТИ) (г.Долгопрудный, Моск. обл.) или Московского инженерно-физического института (МИФИ) (г.Москва), а также физико-технического факультета ФГАОУ ВПО УрФУ (г. Екатеринбург) и обращаемся к литературным источникам с целью выяснить механизмы негативного влияния внешних воздействий на аппаратуру САУ. Как правило, на этом этапе выявляется слабое

место. В рассматриваемом примере это оказываются полупроводниковые приборы.

Шаг первый – Можно ли от них отказаться?

Ответ неожиданный – ДА. Первые САУ, например, для формирования программы тангажа, то есть траектории, использовали электромеханические устройства на основе шагового двигателя и релейной автоматики, успешно работающие в полях излучения. Но это пройденный этап, так как эти САУ не обеспечивают требуемой от современных систем точности. Принципиально необходима в составе САУ бортовая ЭВМ, реализованная исключительно на полупроводниковых элементах, являющихся «слабым звеном». Исключить их нельзя. Тогда обращаемся к решению проблемы «в лоб» путем защиты аппаратуры пассивными экранами. Теоретически это возможно, но для защиты от проникающего излучения (рентгеновского и гамма-излучения) требуются экраны из материала с большим атомным номером (золото, свинец, уран), а для защиты от проникающего нейтронного излучения требуются экраны из большого слоя водородосодержащего материала (тяжелая вода, полиэтилен, парафин).

В любом случае применения защит получаем или массу, которую изделие не может поднять или габариты, не уместяющиеся в отведенные для САУ объемы приборного отсека. Тупик?

Нет. Возвращаемся к анализу действия излучения на полупроводники и обнаруживаем, что при требуемых уровнях и спектрах нейтронного воздействия нейтроны проходят основной материал полупроводника, кремний, без взаимодействия с ним, а гамма-излучения вызывают нарушения в работе полупроводников, только на время действия импульса, то есть приводят к сбою и после окончания воздействия полупроводники восстанавливают работоспособность, а это уже «свет в окошке», так как за всю историю работы с ЭВМ, начиная с первых ЭВМ общего назначения, во всем мире накоплен громадный опыт борьбы с их ненадежной работой из-за непрерывных сбоев. Средство борьбы со сбоями известно. Это повторный просчет.

Таким образом, для решения глобальной проблемы – обеспечения радиационной стойкости САУ – надо организовать восстановление работы сбившейся бортовой ЦВМ (БЦВМ), а релейная автоматика в силу ее инерционности не успевает ложно сработать за время действия внешнего импульса. Для восстановления работы БЦВМ требуется повторный просчет цикла (все программы БЦВМ циклические) с исходной информацией цикла.

Для решения проблемы надо решить несколько задач:

1. Сохранить надежно исходную и результирующую информацию расчетов каждого цикла, так как воздействие может произойти в произвольный момент.
2. Вывести БЦВМ на решение задачи повторного счета, для чего необходим внешний сигнал.
3. Сформировать внешний сигнал обнуления/ пуска БЦВМ.

Каждая из этих задач требует поиска известных решений или создания принципиально новых.

Таким образом, «тупиковая проблема» сведена к решению частных задач.

Решение этих задач применительно к САУ обладает принципиальной новизной и может быть защищено охранными документами.

**Выводы.** Появление новой проблемы после анализа существа проблемы и поиска известных решений сведено к решению частных задач, не имеющих в решении аналогов, но решаемых на современном уровне техники, что и было сделано в 60-х годах специалистами ФГУП «НПО автоматики» и защищено авторскими свидетельствами на изобретения.

Из новых проблем, стоящих перед разработчиками САУ космических аппаратов, является проблема обеспечения долговременной работы аппаратуры систем управления космических аппаратов при действии дестабилизирующих факторов космического пространства. Сведение этой проблемы к частным задачам и их решение также обладает новизной и найденные решения могут быть защищены охранными документами.

Другой самостоятельной проблемой является обеспечение работоспособности релейной автоматики. САУ при механических воздействиях, например, ударах во время разделения ступеней ракетоносителей. В первом приближении проблема сводится к задачам конструирования, например, по аналогии с рассмотренным выше примером к введению защит (амортизаторов, покрытий, и т.д.).

Следующим шагом определения патентоспособности найденного решения задачи является проведение патентных исследований на предмет новизны, выявление аналогов и аналога с наиболее полным решением задачи (прототипа). После выявления которого формулируются признаки, отличающие найденное решение от прототипа и дающие положительный эффект, то есть получение новых свойств, ранее отсутствующих в известных решениях. Наличие новых признаков (элементов и (или) связей) позволяют сделать вывод о патентоспособности решения.

В зависимости от состава новых признаков и положительного эффекта определяем объект защиты (способ, способ и устройство, изобретение или полезная модель).

## ПОДГОТОВКА ЧЕРТЕЖЕЙ И РИСУНКОВ (ФИГУР)

Чертежи и рисунки, составляющие самостоятельную часть описания, принято называть фигурами.

Каждая фигура выполняется на отдельном листе формата А4, расположенном вертикально, как текст.

В верхней части листа помещают название темы (заявляемого объекта), под которым размещают графическое изображение.

Под изображением делается подпись, начинающаяся с номера фигуры, за которым следует наименование отображаемого компонента, например, *Фиг.п. Устройство управления.*

Ниже слева, например, с выравниванием по правому краю после слова «Авторы» приводятся ФИО всех соавторов без подписей. Пример оформления фигур структурной схемы приведен в приложении. Все отображаемые компоненты не подписываются текстом, а обозначаются цифрами, размещаемыми внутри соответствующего компонента, или вне чертежа (рисунка), при этом от цифры до обозначенного компонента идет сопровождающая линия, начинающаяся от полочки, над которой размещена цифра, и заканчивающаяся внутри компонента или на его границе. **На разных фигурах цифры не должны повторяться.**

## **РЕФЕРАТ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Реферат является дополнительным документом и по сути должен составляться после признания заявленного решения изобретением специалистами Роспатента, как и было до нового положения когда реферат составлялся специалистами ВНИИ ГПЭ, но сейчас правила требуют наличия реферата в материалах заявки.

Учитывая, что содержимое реферата не влияет на проведение экспертизы, составлять его можно формально, причем даже таким образом, чтобы в нем не было рабочей информации, учитывая его опубликование в массовой печати и интернете.

Проще всего при составлении реферата взять за основу предлагаемую формулу изобретения и переписать ее не одним предложением, а свободным текстом, добавив в начало область применения, а в конец – достигнутый положительный эффект. Описание состава целесообразно сопроводить по тексту и описанием функционирования.

## РАБОТА С ЭКСПЕРТИЗОЙ

По информации, полученной от патентных подразделений ряда крупных научно-технических предприятий и организаций, а также по собственному опыту ФГУП «НПО автоматики» по вопросам защиты интеллектуальной собственности патентами на изобретения, а также личному опыту авторов, можно утверждать, что более 50% положительных решений о признании заявленного объекта изобретением было получено после переписки с экспертизой (до 1990г., экспертизой ВНИИГПЭ), а затем с экспертизой Роспатента, поданная заявка в подразделениях которого проходит несколько уровней.

1. Регистрация заявки и присвоение ей номера и даты приоритета. Вся дальнейшая переписка должна идти с обязательной ссылкой на этот номер и начинаться фразы «Касается заявки № xxxxxxxxxxx, от XX.YY.ZZ» или «Относится к заявке № .....».

2. Предварительная (формальная) экспертиза рассматривает материалы заявки на соответствие *Нормативным требованиям*, определенным законодательством. При выявлении каких-либо отклонений от формальных требований заявителю высылается запрос с указанием найденных отклонений и дается строго определенный законодательством срок (два месяца) для ответа. В случае не поступления ответа в срок заявка снимается с дальнейшего рассмотрения без всякой переписки и можно приступить к оформлению новой заявки на эту тему. Как правило, запрос формальной экспертизы требуется тщательно изучить и сформировать для себя дополнения к правилам оформления и, исправив собственные ошибки, направить исправленные материалы комплектно (описание, фигуры и формулу) и с просьбой повторного рассмотрения материалов «на предмет выдачи патента». Если ответ ушел своевременно, то сохраняется и номер заявки, и дата приоритета.

В том случае, если предварительная экспертиза формальных отклонений не нашла в первоначальных материалах или в исправленных, то заявителю

высылается уведомление, в ответ на которое следует направить письмо – ходатайство рассмотреть материалы заявки «по существу» с оплатой очередной порции пошлины. При этом хорошим тоном при отсылке исправленных материалов с просьбой повторного рассмотрения будет поблагодарить экспертизу за выявленные замечания и оперативность направления ответа.

3. Экспертиза по существу рассматривает материалы заявки на предмет реализуемости и новизны (то есть наличия известных решений данной задачи). Также может оспариваться работоспособность предложенного решения.

В последнем случае самым простым возражением экспертизе будет направления акта о проведении успешных испытаний макета или опытного образца объекта.

При наличии возражений «по новизне» экспертиза приводит общедоступные источники, где эти решения описаны. Если источник не является общедоступным, то целесообразно запросить копии этих документов, обращая внимание на дату опубликования, которая должна быть ранее даты приоритета нашей заявки. В противном случае следует поблагодарить экспертизу за проделанную работу и предоставленную информацию (эта информация в любом случае нам полезна, так как может использоваться для работы и подготовки других заявок в качестве аналогов или прототипов) и указать на более позднюю дату и соответственно неправомерность противопоставления данных материалов нашей заявке.

В том случае, если противопоставленные материалы опубликованы раньше даты регистрации нашей заявки и действительно содержат признаки, совпадающие с нашими, то следует обратиться к своим первоначальным материалам описания и формулы (но не реферата) и проанализировать их на предмет наличия каких-либо признаков, отсутствующих в противопоставленных материалах. С этой целью в первоначальных материалах целесообразно приводить несколько вариантов реализации и раскрывать реализацию в подпунктах формулы. Если такие признаки нашлись, то целесообразно перенести их в новый вариант формулы изобретения, расширив



ограничительную часть формулы признаками, присутствующими в приведенных экспертизой материалах и наших первоначальных материалах.

Следует направить ответ, поблагодарив в нем экспертизу за проделанную работу, и привести откорректированную формулу изобретения.

Ответ будет выглядеть примерно так:

*Благодарим экспертизу за оперативно проведенное рассмотрение материалов заявки и рассмотрев материалы запроса (Ваш Исх. №...) считаем необходимым (или целесообразным, или возможным) согласиться, что признаки (X, Y, Z) действительно известны, в связи с чем приводим откорректированную формулу изобретения (и действительно приводим откорректированную формулу, в ограничительную часть которой введены известные признаки), а в отличительную часть – другие, описанные нами в первоначальных материалах и отсутствующие в указанных Вами решениях.*

Как правило в таком варианте Вы показали, что эксперт действительно провел серьезную работу и доказал заявителю на отсутствие новизны. Это очень важно для внутренних оценок работы эксперта в Роспатенте, и он с удовлетворением готовит положительное решение.

В том случае, если в материалах своей заявки (описании, формуле, фигурах) вы нашли признаки, которых нет у противопоставленного решения, и переписка начинает затягиваться, то это не страшно, так как большое количество повторных запросов по заявке не способствует повышению оценки работы эксперта в Роспатенте.

Целесообразно ответ построить следующим образом:

*Рассмотрев материалы запроса (Ваш Исх. № ...) и состав приведенного известного решения в части наличия известных признаков (X, Y, Z) считаем возможным (целесообразным (это лучше)) согласиться с экспертизой по их известности. Однако обращаем внимание экспертизы, что в приведенном ей решении не решена одна из ключевых задач, а именно не обеспечена радиационная стойкость (температурная стабильность, сокращение массы устройства), которая в нашем решении (устройстве, системе) достигается*

*наличием в (следующих решений (А, В,С,Д) и таких режимов их работы (а, б, с, д) которые обеспечивают (приводится положительный эффект), отсутствующий в известных решениях.*

*В то же время считаем целесообразным откорректировать формулу изобретения.*

*В формуле изобретения делаются изменения, связанные с использованием другого варианта описанной реализации или перенесением каких то признаков из подчиненных пунктов в более общие.*

Если формула изобретения откорректирована, а в ответе вы написали, что принимая во внимание доводы, приведенные экспертизой, считаем *необходимым* откорректировать формулу изобретения в рамках первоначальных материалов заявки, то в таком варианте вы тоже показали, что эксперт прав и заявитель вынужден откорректировать формулу, а уж в какую сторону (расширения или сужения) объема защиты эксперту не так и важно. Главное для него то, что в итоге затянувшейся переписки он оказался прав и это ему добавит положительных оценок его работы.

**Важно:** соблюдайте предельную корректность в ответах, не обвиняйте эксперта в некомпетентности, даже если это имеет место.

Во-первых, потому, что нет всезнающих специалистов, способных быстро разобраться в чужих, далеко не идеально написанных, материалах по совершенно новому решению. Вы по себе знаете, что, воспринимая новый материал, всегда возникают вопросы и на них надо просто профессионально ответить.

Во-вторых, в государственной экспертизе работают специалисты достаточно высокого научно-технического уровня, и, если это не бывшие или действующие разработчики аналогичных предприятий и организаций, то это сотрудники учебных заведений или академических институтов, работающие по совместительству.

И наконец, в-третьих, Ваш ответ, вначале попадет к нескольким руководителям верхнего уровня, которым тоже неприятно, когда вы ругаете экспертизу и может быть дано указание об отрицательном решении.

Оптимальным может оказаться вариант с организацией личной встречи с экспертом, для чего можно воспользоваться приведенными в запросах телефонами или направить официально письмо – просьбу о такой встрече со ссылкой на затянувшуюся переписку и общение на разных языках с экспертизой. По крайней мере, при работе с экспертами ВНИИГПЭ такие встречи были, безусловно, полезны, хотя бы тем, что появлялось понимание принципов работы экспертизы и сокращались сроки принятия окончательного решения, пусть даже отказного с вашего согласия. Зато вы попадаете на особый счет и как специалист, и просто как хороший человек, поскольку поняли проблемы экспертизы и не стали продолжать затянувшуюся переписку.

Можно гарантировать, что следующие заявки пройдут быстрее, поскольку в экспертизе существует специализация по тематике, и ваши заявки попадут к тем же специалистам, уровень и объем знаний, которых вам понятен.

Самое главное то, что, не опускаясь до ругани с экспертизой, вы не теряете облик нормального специалиста и просто человека.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Пример заявки на устройство

#### НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ (G06F)

Системы управления подвижными объектами как авиационной, так и ракетно-космической техники, а также мобильных робототехнических комплексов в качестве одного из основных звеньев включают подсистему инерциальной навигации, которая традиционно создавалась на основе гироскопической платформы. Однако ограниченный диапазон изменения угловых положений объекта практически исключает ее использование для высокоманевренных объектов. В связи с этим в последнее время все большее распространение получают бескарданные инерциальные системы (БИНС), в которых отсутствуют механические гироскопы, задающие базовую ориентацию инерциальной системы координат, и средства силовой стабилизации с многочисленными жгутами проводов, ограничивающими угловое перемещение жестко связанного с конструкцией объекта управления корпуса платформы.

В БИНС инерциальная система координат рассчитывается математически бортовыми вычислительными устройствами по информации, поступающей от акселерометров и датчиков угловых скоростей, в качестве которых используют кольцевые лазерные датчики - кольцевые лазерные гироскопы или волоконно-оптические гироскопы. Независимо от типа датчика требуется высокоскоростная обработка информации об угловых скоростях и ее пересчет в инерциальную систему координат. В основе этих преобразований лежат матричные вычисления, где в качестве элементов матриц используются тригонометрические функции типа  $\sin x$  и  $\cos x$ . Не смотря на существенный прогресс в области создания бортовых цифровых вычислительных машин (БЦВМ) их производительности оказывается недостаточно для решения задач БИНС, так как программное вычисление тригонометрической функции занимает существенное время (несколько миллисекунд), а требуется за 1

миллисекунду сформировать полную трехкоординатную инерциальную систему. В связи с этим возникает необходимость введения в состав БЦВМ или дополнительно к ней специализированных вычислительных устройств, ориентированных на решение в требуемое время задач БИНС. Эти устройства должны быть ориентированы в первую очередь на быстрое вычисление тригонометрических функций и матричные вычисления. Рядом специалистов в последнее время для вычисления функций одной или нескольких переменных предлагается использовать нейронные сети. Данное направление представляется достаточно перспективным для модернизации БЦВМ, с целью ускорения решения задач БИНС. Общеизвестно, что тригонометрические функции  $\sin x$  и  $\cos x$  могут быть представлены полиномом, представляющим сумму членов различных степеней переменной  $x$  с соответствующими коэффициентами. Для быстрой реализации вычислений в этом случае применимы нейронные сети, в которых необходимо реализовать быстрое суммирование и умножение, а «обучение» сети вести путем записи в память вычислителей соответствующих вычисляемой функции коэффициентов полинома. По нейронным вычислителям известны предложения (См. статью А.Н. Горбань «Обобщенная аппроксимационная теорема и вычислительные возможности нейронных сетей» / Сибирский журнал вычислительной математики 1998, Т1 №1, стр. 12-24), где на рисунках (рис.1 – рис.4) приведены примеры построения компонентов нейронных сетей на основе сумматоров с набором весовых коэффициентов на входе. Однако отсутствие в их составе аппаратных умножителей и средств задания коэффициентов для «обучения» сети, что является обязательным при настройке вычисления конкретной функции, не позволяет использовать их для создания специализированных вычислителей БИНС. Некоторые решения по компонентам нейронных сетей приведены в другом источнике (См. Л.Н. Ясинецкий «Введение в искусственный интеллект» Учебн. пособие для ВУЗов, 2 издание. Изд. «Академия»), где на стр.29 приведено описание нейрона Мак-Каллона, Питтса на базе нескольких компонентов, содержащих сумматор произведений

переменной и коэффициентов, и элементы И, ИЛИ, НЕ ). Однако отсутствие умножителей и средств задания коэффициентов для «обучения» сети также не позволяет использовать эти решения для выполнения поставленной задачи: быстрого вычисления тригонометрических функций.

Наиболее полно задача создания вычислителей, на основе принципов нейросетей решена в изобретении «Нейропроцессор»( См. патент RU № 2473126, от 20.01.2013), который можно принять за прототип. Известный нейропроцессор содержит блок связи(БС) с БЦВМ верхнего уровня системы автоматического управления, блок микропрограммного управления(БМУ) и набор умножителей с сумматором. Однако в данном изобретении полностью не решена задача быстрых матричных вычислений, являющихся основой алгоритмов БИНС, а также задача работы вычислителя в составе систем управления изделиями ракетно- космической техники( в частности космическими аппаратами и робототехническими комплексами, предназначенными для работы в экстремальных условиях( широкий диапазон изменения температуры окружающей среды от -60 до + 125 градусов по Цельсию, механических воздействиях в виде ударов и широкополосной вибрации) и полях ионизирующего излучения. космического пространства, импульсных излучений при вспышках на Солнце, авариях ядерно-энергетических установок и направленном противодействии, вызывающих кратковременные сбои в работе аппаратуры и параметрические изменения электрофизических характеристик полупроводниковых структур, являющихся основой БИС, на которых реализуются компоненты процессора, и вызывающих изменение быстродействия БИС, что в итоге делает процессор неработоспособным и не позволяет использовать в полной мере возможности нейросетевых структур при решении задач БИНС в составе систем автоматического управления изделиями и объектами ракетно- космической техники и в частности космическими аппаратами, а также робототехническими комплексами, предназначенными для работы в экстремальных условиях и полях ионизирующего излучения.

Для систем управления космическими аппаратами с длительным временем работы существует также задача нейтрализации отказов, вызванных естественным старением аппаратуры и потоком тяжелых заряженных частиц.

В связи с этим при использовании цифровых вычислительных устройств в системах автоматического управления такими объектами и комплексами требуется нейтрализации отказов как катастрофических, вызванных естественным старением аппаратуры и потоком тяжелых заряженных частиц, так и параметрическими изменениями в материалах полупроводников из-за перепадов температуры и дозовых эффектов в интегральных микросхемах, на основе которых создаются современные бортовые вычислительные устройства. Все это требует применения новых решений в части построения бортовых вычислительных устройств, ориентированных на использование в системе управления с БИНС. Для решения поставленных задач предлагается использовать ориентированный на решение задач БИНС

**НЕЙРОСЕТЕВОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬ** (далее по тексту Нейровычислитель или просто Вычислитель).

В состав вычислителя входят блок связи (БС), связанный магистральной линией с запоминающим устройством (ЗУ) и запоминающим устройством санкционированного доступа, блокирующий вход которого подключен к выходу датчика внешнего воздействия. Выходы БС подключены к блоку микропрограммного управления (БМУ) и установочному входу источника вторичного электропитания (ИВЭП). К магистральной линии подключены первый и второй блоки матричных нейропроцессоров (БНП), входы которых подключены к выходам БС, а их выходы подключены к операционному устройству(ОУ), содержащему последовательно включенные умножитель и сумматор. Выход ОУ подключен к ЗУ, хранящему результирующую матрицу вычислений, содержимое которой через БС может считываться БЦВМ, так как магистральный мультиплексный вход- выход БС является входом – выходом вычислителя, подключенным к БЦВМ. Выходы БМУ подключены к управляющим входам всех цифровых компонентов вычислителя.

Кроме того силовой вход ИВЭП является силовым входом вычислителя, а установочный вход ИВЭП подключен к установочному выходу БС.

ИВЭП содержит модуль постоянного питания(МПП)и модуль импульсного питания(МИП), силовой вход которых является силовым входом источника, установочный вход которого является одноименным входом МПП и формирователя синхроимпульсов(ФСИ),три управляющих выхода которого подключены к управляющим входам МИП, а выходы постоянного и импульсного питания модулей, и синхронизирующие выходы ФСИ являются выходами постоянного и импульсного питания и синхроимпульсов источника питания.

Каждый БНП содержит девять нейропроцессоров, образующих матрицу с размерностью $3 \times 3$ . Вход каждого нейропроцессора подключен к выходу устройства связи с БЦВМ , а магистральными входами- выходами нейропроцессоры подключены к дублированной магистрали, являющейся внешней магистралью блока.

БМУ содержит базовый регистр кода операции, базовый регистр признаков, входы которого являются входами признаков блока, базовый счетчик адреса и базовый регистр смещения, установочные входы которых являются входом блока, подключенным к выходу БС, а их выходы образуют адресную шину, подключенную к входу базового микропрограммного запоминающего устройства(БМПЗУ), выходы которого являются выходами блока, а дополнительные выходы БМПЗУ подключены к входам базового регистра смещения.

Блок связи содержит процессор, вход - выход которого является магистральным входом-выходом блока. Через первую двунаправленную связь к процессору подключено связанное запоминающее устройство, а через вторую двунаправленную связь и через кодирующее- декодирующее устройство процессор подключен к приемно- передающему устройству магистральной мультиплексной линии связи, являющейся линией связи блока и



нейровычислителя в целом с подсистемами верхнего уровня и БЦВМ в частности.

Каждый нейропроцессор, входящий в состав БМНП содержит микропроцессор, входы и выход которого являются входами и выходом нейропроцессора. Через двунаправленную шину к нему подключено процессорное ЗУ, а выход микропроцессора через буферный регистр подключен к установочному входу процессорного БМУ и к входам умножителей, соединенных последовательно шинами переноса. Выходы умножителей подключены к входам сумматора, подключенного выходом к входу схемы связи, вход - выход которой объединенный с входом - выходом микропроцессора является входом – выходом нейропроцессора.

Процессорный БМУ содержит процессорный регистр кода, процессорный регистр признаков, входы которого являются входами признаков блока, процессорный счетчик адреса и процессорный регистр смещения, установочные входы этих регистров и счетчика являются установочным входом блока, а их выходы образуют адресную процессорную шину, подключенную к входу процессорного микропрограммного запоминающего устройства, выходы которого являются управляющими выходами блока, а дополнительные выходы этого запоминающего устройства подключены к входам процессорного регистра смещения.

ЗУСД включает первый и второй накопители, блокирующие входы которых являются блокирующим входом ЗУСД. Кроме того к входу каждого накопителя – первого и второго подключен выход своего сумматора метки времени, соответственно первого и второго, вход каждого из которых является входом метки времени запоминающего устройства, а через первую двунаправленную связь к каждому накопителю - первому и второму подключен свой сумматор массивов, соответственно первый и второй, вход – выход каждого из которых совместно с входом- выходом каждого из накопителей подключен к магистральной шине запоминающего устройства, являющейся магистралью нейровычислителя.

ИВЭП включает с свой состав модуль постоянного питания(МПП) и модуль импульсного питания(МИП) , силовые входы которых являются силовым входом источника, установочный вход которого является установочным входом МПП и формирователя синхроимпульсов(ФСИ), три управляющих выхода которого подключены к одноименным входам МИП, а выходы метки времени и синхроимпульсов ФСИ, постоянного питания МПП и импульсного МИП являются одноименными выходами ИВЭП.

МПП содержит три идентичных конвертора, установочные входы которых являются установочным входом источника. Частотные выходы конверторов подключены к частотным входам блока контроля и управления(БКУ).

Выходы конверторов кроме того подключены к контрольным входам БКУ и через блок отключения(БО) подключены к входам блока выравнивания(БВ), выход которого является выходом модуля и ИВЭП и подключен к дополнительному контрольному входу БКУ, выходы которого подключены к управляющим входам БО.

МИП содержит три идентичные ветви, объединенные с каждой из сторон, одна из которых является силовым входом, вторая выходом,. В каждой ветви последовательно включены два полевых транзистора, а три входных управляющих сигнала разведены так, что каждый из них подключен к затворам двух транзисторов , установленных в разных ветвях. Такая разводка обеспечивает резервирование исполнения управляющих сигналов по принципу мажоритарной выборки «2 из 3».

Конвертор содержит фильтр, вход которого является силовым входом конвертора. За фильтром включен трансформатор, в разрыв первичной обмотке которого установлен транзистор – прерыватель. После вторичной обмотки установлен выпрямляющий диод ( диодный мостик), за которым следует выходной фильтр нижних частот. Выход этого фильтра является выходом конвертора, который подключен к цепи обратной связи, начинающейся с преобразователя напряжения в частоту. Выход этого преобразователя подключен к входу элемента развязки( гальванической развязки), выход

которого является частотным выходом конвертора и в свою очередь подключен к входу частотно-импульсного модулятора(ЧИМ), которым заканчивается обратная связь, так как его выход подключен к базе транзистора –прерывателя, частотой переключения которого можно изменять уровень выходного напряжения конвертора, а введение в ЧИМ установочного входа, являющегося установочным входом конвертора позволяет задавать номинал формируемой модулятором частоты прерываний транзистора и следовательно управлять выходным напряжением конвертора.

БО содержит три полевых транзистора, истоки которых являются входами, стоки - выходами, а управляющие входы соединены с затворами транзисторов.

БВ содержит три идентичные цепи. В каждой цепи последовательно включены резистор и диод. У резистора первый вывод является входом. Второй вывод резистора подключен к аноду диода этой цепи. Катоды всех трех диодов объединены и образуют выход блока.

БКУ содержит первый, второй, третий и четвертый частотные счетчики. Входы первых трех являются частотными входами блока, подключенными соответственно к частотным выходам первого, второго и третьего конверторов. Вход четвертого счетчика подключен к выходу контрольного преобразователя напряжения в частоту, входы которого являются контрольными и дополнительным контрольным входами блока, подключенными к выходам конверторов и блока выравнивания. Выход первого счетчика подключен к первым входам первого и второго сумматоров. Выход второго счетчика подключен ко второму входу второго сумматора и первому входу третьего сумматора, а выход третьего счетчика подключен ко вторым входам третьего и первого сумматоров. Выход четвертого счетчика подключен к первому входу четвертого сумматора, ко второму входу которого подключен выход регистра контрольного кода, выход которого подключен ко вторым входам всех контрольных схем сравнения. При этом, вход регистра контрольного кода объединен с входом регистра допуска, выходы которого подключены ко вторым входам первой, второй, третьей и четвертой контрольных схем

сравнения. К выходам этих схем подключены входы соответствующих им первого, второго, третьего и четвертого триггеров ошибок, выходы которых подключены к управляющей группе логических элементов, выходы которой являются выходами блока, подключенными к управляющим входам блока отключения.

ФСИ содержит первый, второй и третий генераторы импульсов, установочный вход каждого из которых является установочным входом формирователя, а выход каждого из генераторов подключен к входу своего, соответственно, первого второго и третьего блока фазирования. Фазирующий выход каждого из этих блоков подключен к фазирующим входам двух других блоков и фазирующим входам блока мажоритации, к синхронизирующим входам которого подключены синхронизирующие выходы блоков фазирования, а выходы блока мажоритации являются выходом метки времени и синхроимпульсов формирователя.

Генератор импульсов, входящий в ФСИ, содержит несколько(n) последовательно соединенных инверторов, подключенных выходами к входам первого мультиплексора. Выход этого мультиплексора является выходом генератора и подключен к входу первого инвертора и входу первого счетчика частоты. Выходы этого счетчика подключены к первым входам первой схемы сравнения, ко вторым входам которой подключены выходы первого регистра кода. Инкрементный и декрементный выходы первой схемы сравнения подключены к одноименным входам первого счетчика кода частоты, выходы которого подключены к управляющим входам первого мультиплексора. Кроме того установочный вход первого регистра кода и установочный вход первого счетчика кода являются установочным входом генератора.

Блок фазирования содержит элемент И, первый вход которого является входом блока, а выход подключен к входу сдвигового регистра и реализованного на динамических триггерах счетчика, выход которого через дешифратор подключен к входу триггера останова, выход этого триггера является фазирующим выходом блока и подключен ко второму входу элемента

И и первому входу мажоритарного элемента, выход которого подключен к входу триггера пуска, подключенного выходом к сбрасывающему входу триггера останова. Ко второму и третьему входу мажоритарного элемента подключены выходы триггеры привязки, входы которых являются фазирующими входами блока. При этом выходы четных и нечетных разрядов сдвигового регистра подключены соответственно к запускающим и сбрасывающим входам  $f$  триггеров - формирователей, выходы которых являются синхронизирующими выходами блока.

ЧИМ содержит группу последовательно соединенных инверторов, подключенных выходами к входам второго мультиплексора. Выход этого мультиплексора подключен к входу первого инвертора группы и является выходом генератора, вход которого является входом второго счетчика частоты. Выходы второго счетчика частоты подключены к первым входам второй схемы сравнения, ко вторым входам которой подключены выходы второго регистра кода. Инкрементный и декрементный выходы второй схемы сравнения подключены к одноименным входам второго счетчика кода частоты, выходы которого подключены к управляющим входам второго мультиплексора. Кроме того установочный вход второго регистра кода и установочный вход второго счетчика кода являются установочным входом генератора.

Динамический триггер выполнен как транзисторный усилитель с особенностью в том что к базе транзистора триггера кроме резисторного делителя, задающего рабочую точку транзистора подключена как элемент памяти цепь из индуктивности  $L$  и конденсатора  $C$ . Особенность является то, что для обеспечения защиты от внешних для триггера электромагнитных наводок индуктивность имеет две обмотки рабочую и компенсационную.

Компенсационная обмотка намотана поверх рабочей со встречным по отношению к намотке рабочей обмотки расположением витков.

Состав Нейровычислителя и составляющих компонентов приведен в виде структур и схем на фигурах с 1-й по 9-ю.

На фигуре 1 приведен состав Нейровычислителя, где цифрой 1 обозначен БМУ, цифрами 2-1 и 2-2 обозначены соответственно первый и второй блоки матричных вычислителей, цифрой 3 обозначено ОУ, цифрой 2-3 обозначено матричное запоминающее устройство, цифрой 4- ИВЭП, цифрой 5 обозначен БС, цифрой 6 обозначено ЗУСД и цифрой 7 обозначен ДВВ.

Блок матричных процессоров приведен на фигуре 2. Здесь цифрами от 21-1 до 23-3 обозначены нейропроцессоры.

Нейропроцессор приведен на фигуре 2-1. Здесь цифрами 210 обозначен микропроцессор, цифрами 211- процессорное ЗУ, цифрами 213 обозначен процессорный БМУ, цифрами от 214-1 до 214-n обозначены умножители, цифрами 215 – сумматор и цифрами 216 обозначено устройство связи.

Операционное устройство приведено на фигуре 3, где цифрами 31 обозначен блок умножения, цифрами 32- блок сумматоров и цифрами 33 обозначен блок связи с матричным ЗУ.

ИВЭП приведен на фигуре 4, где цифрами 41, 42 и 43 обозначены соответственно модуль постоянного питания, модуль импульсного питания и ФСИ.

МПП приведен на фигуре 4-1. На фигуре цифрами 41-1, 41-2 и 41-3 обозначены конверторы, цифрами 412- БУК и цифрами 413 и 414 обозначены соответственно БО и БВ.

Конвертор приведен на фигуре 4-1-1. Здесь цифрами 4111 и 4112 обозначены соответственно фильтр и выходной фильтр. Цифрами 4116 обозначен трансформатор. Цифрами 4113 обозначен преобразователь напряжения в частоту, цифрами 4114 – элемент развязки и цифрами 4115 обозначен ЧИМ.

На фигуре 4-1-2 приведен БУК. На этой фигуре цифрами от 4121-1 до 4121-4 обозначены первый, второй, третий и четвертый частотные счетчики. Цифрами от 4122-1 до 4122-4 обозначены первый, второй, третий и четвертый сумматоры. Цифрами от 4123-1 до 4123-4 обозначены первая, вторая, третья и четвертая контрольные схемы совпадения. Цифрами от 4124-1 до 4124- 4

обозначены первый, второй, третий и четвертый триггеры неисправности. Цифрами 4125 обозначена группа логических схем, цифрами 4126 и 4127 обозначены регистр кода и регистр допуска соответственно и цифрами 4128 обозначен контрольный преобразователь напряжения в частоту.

Фильтр приведен на фигуре 4-1-3.

ЧИМ приведен на фигуре 4-1-4, где цифрами 4141 обозначена группа инверторов, цифрами 4142- второй мультиплексор, цифрами 4143 обозначен второй счетчик кода частоты, цифрами 4144- второй счетчик частоты, цифрами 4145 обозначена вторая схема сравнения и цифрами 4146 обозначен второй регистр кода частоты.

МИП приведен на фигуре 4-2.

ФСИ приведен на фигуре 4-3. Здесь цифрами 431-1, 431-2 и 431-3 обозначены соответственно первый, второй и третий генераторы импульсов. Цифрами 432-1, 432-2 и 432-3 обозначены первый, второй и третий блоки фазирования и цифрами 433 обозначен блок мажоритации.

ГИ приведен на фигуре 4-3-1, где цифрами 4311 обозначены инверторы, цифрами 4312- первый мультиплексор, цифрами 4143 обозначен первый счетчик кода частоты, цифрами 4314 обозначен первый счетчик частоты, цифрами 4315- первая схема сравнения и цифрами 4316 обозначен первый регистр кода частоты.

Блок фазирования приведен на фигуре 4-3-2. Здесь цифрами 4320 обозначен элемент И, цифрами 4321 и 4322 обозначены соответственно счетчик на динамических триггерах и сдвиговый регистр. Цифрами 4323 обозначен дешифратор, цифрами 4324 и 4325 обозначены, соответственно, триггер останова и триггер пуска. Цифрами 4326 обозначен мажоритарный элемент, цифрами 4327- триггеры привязки и цифрами от 4328-1 до 4328-f обозначены триггеры формирователи.

Блок связи приведен на фигуре 5, где цифрами 50 обозначен процессор, цифрами 51- запоминающее устройство, цифрами 52 и 53 обозначены соответственно кодирующее -декодирующее устройство и приемно -передающее устройство.

ДВВ приведен на фигуре 6, где цифрами 60 и 61 обозначены, соответственно, чувствительный элемент датчика и формирователь сигнала.

Чувствительный элемент ДВВ приведен на фигуре 6-1.

Формирователь сигнала приведен на фигуре 7, где цифрами 70 обозначен КЗГ, цифрами 71- таймерный счетчик, цифрами 72 обозначен таймерный дешифратор, цифрами 73 обозначен триггер блокировки, цифрами 74 и 75 обозначены, соответственно регистр кода и дешифратор кода и цифрами 76 обозначен логический элемент.

Динамический триггер приведен на фигуре 8.

ЗУСД приведен на фигуре 9, где цифрами 91-1 и 91-2 обозначены энергонезависимые накопители, цифрами 92-1и 92-2 обозначены сумматоры метки времени и цифрами 93-1 и 93-2 обозначены сумматоры массивов.

Нейровычислитель может быть реализован следующим образом:

Все цифровые узлы реализуются на основе комплекта радиационностойких БИС серии 1825и запоминающих устройств на основе БИС серии 1620, изготавливаемых в производстве АО «Ангстрем», дополненных БИС на основе базовых матричных кристаллов серий 1555 и 1556, изготавливаемых там же. ЗУСД реализуется на основе многоотверстевых магнитных сердечников или цилиндрических тонких магнитных пленок, изготавливаемых в производстве ФГУП «НПОА», г. Екатеринбург, в производстве которого изготавливаются из дискретных элементов ИВЭП, ДВВ и динамический триггер.

Нейровычислитель работает следующим образом. Перед началом работы из БЦВМ верхнего уровня во все микропрограммные запоминающие устройства загружаются микропрограммы и «обучающие» коэффициенты,



обеспечивающие вычисление требуемых функций и алгоритмов матричных преобразований. В МПП и ФСИ источника вторичного электропитания вводятся уставки, соответствующие номинальным значениям питания и частоты следования синхроимпульсов. По результатам периодически проводимых по командам БЦВМ тестовых проверок, для чего загружаются соответствующие микропрограммы, производится определение фактического быстродействия цифровых узлов и вводятся уставки в МПП и ФСИ, соответствующие максимально возможному быстродействию, которое может изменяться при изменении температуры окружающей среды и снижаться при наборе заметной дозы( не мене 100 Крад) или повышаться при начальном наборе дозы (до 10 Крад).

Все результаты вычислений один раз в цикле( примерно одиг раз в 1мс) записываются в несколько идентичных по составу данных зон ЗУСД, накопители которых блокируются от несанкционированного обращения. Блокировка поддерживается сигналом ДВВ на время внешнего воздействия, После окончания воздействия формирователем сигнала ДВВ формирует сигнал обнуления/пуска по которому вычислитель переходит к выполнению микропрограмм рестарта, записанных в постоянной памяти всех его БМУ, используя сохранившийся в ЗУСД массив результатов последнего перед сбоем цикла вычислений. Достоверный массив из нескольких резервных выбирается путем проверки его содержимого по его контрольной сумме, формируемой для каждого массива перед началом записи в ЗУСД.

Таким образом, введение в состав вычислителя блока матричных нейпроцессоров, в которых каждый нейропроцессор, являясь элементом матрицы, обеспечивает быстрое вычисление тригонометрических функций, а каждый блок является, по сути, исходной матрицей в произведений двух матриц.

Введенное после этого блока операционное устройство обеспечивает высокую скорость при вычислении элементов результирующей матрицы,

элементы которой являются компонентами пространственных векторов трех координатной инерциальной системы.

В результате чего достигается требуемое( не более 1 мс) для работы БИНС в составе САУ высокоманевренными объектами время формирования инерциальной системы координат.

Ведение резервирования на уровне отдельных узлов компонентов вычислителя и введение режимов перестройки номиналов питающих напряжений и частоты следования синхроимпульсов позволяет нейтрализовать как катастрофические отказы элементов вычислителя, вызванные естественным старением и(или) потоком тяжелых заряженных частиц космического пространства, так и обеспечить максимально возможное быстродействие вычислителя для каждого интервала работы, нейтрализуя или используя для повышения производительности изменение быстродействия полупроводниковых элементов, вызванное изменением температуры окружающей среды и(или) дозовыми эффектами в материалах полупроводниковых структур элементов из-за действия ионизирующего излучения космического пространства, ядерно-энергетических установок или загрязненной местности.

Кроме того, введение режима рестарта вычислительного процесса с использованием сохраненных в ЗУСД рестартовых массивов в каждом цикле вычислений позволят нейтрализовать сбои в работе вычислителя, вызванные внешним ионизирующим импульсным излучением при вспышках на Солнце, авариях ядерно-энергетических установок и направленным противодействием.

Все эти свойства предложенного Нейровычислителя позволяют успешно использовать его в составе БИНС, устанавливаемых в системы управления высоко маневренными объектами ракетно- космической техники и в частности комических аппаратами а также робототехническими комплексами, предназначенными для ликвидации аварий типа Чернобыльской или для работы в инженерных войсках.

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

ВДОВИН А.С.

ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.

# НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ

## РЕФЕРАТ

Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано при создании бесплатформенных инерциальных систем (БИНС), входящих с состав систем автоматического управления (САУ) высокоманевренными судами, объектами авиационной техники и изделиями ракетно космической техники (РКТ) и космическими аппаратами в частности, а также мобильными робототехническими комплексами, особенностью которых является обеспечение работоспособности в экстремальных условиях, к которым относятся изменение в широком диапазоне температуры окружающей среды (работа в условиях крайнего Севера и тропиков), жесткие механические воздействия в виде ударов и широкополосной вибрации, а также воздействие стационарного и импульсного ионизирующего излучения космического пространства с потоком тяжелых заряженных частиц, фоном ядерно-энергетических установок (ЯЭУ) и загрязненной радиоактивными отходами местности и импульсного ионизирующего излучения от вспышек на солнце, авариях ЯЭУ и направленного противодействия.

Одним из основных требований при созданий БИНС является обеспечение быстрых матричных преобразований (умножения) с предварительным вычислением значений элементов матриц, которыми в основном являются тригонометрические функции типа  $\sin(x)$  и  $\cos(x)$ . Кроме того при использовании БИНС в изделиях РКТ они должны удовлетворять жесткому формальному требованию – сохранять работоспособность при возникновении одиночной неисправности в любом из компонентов системы, что требует введения средств нейтрализации отказов и резервирования, в частности.

С другой стороны наличие внешних импульсных ионизирующих излучений, приводящих к сбоям в работе вычислительных устройств требует наличия в системе средств нейтрализации сбоев, например, организацией повторных вычислений по сигналу датчика внешнего импульсного излучения.

Для решения задач БИНС, а именно обеспечения высокой скорости матричных преобразований с тригонометрическими функциями, а также обеспечения надежной работы в экстремальных условиях предложен Нейровычислитель. Далее по тексту просто вычислитель, который содержит два блока матричных нейропроцессоров (БМНП), подключенных выходами к операционному устройству (ОУ) и связанных через магистраль с матричным запоминающим устройством и блоком связи (БС) с центральной БЦВМ САУ. Для сохранения рестартовой информации и обеспечения восстановления вычислительного процесса после сбоя от импульсного излучения к магистрали подключено запоминающее устройство санкционированного доступа (ЗУСД), обращение к которому блокируется с сигналом датчика внешнего воздействия (ДВВ). Управление работой всех компонентов вычислителя ведет блок микропрограммного управления (БМУ), подключенный установочным входом к БС. Для обеспечения импульсным и постоянным питанием, а также синхроимпульсами всех его компонентов вычислитель содержит источник вторичного электропитания (ИВЭП), у которого для перестройки номиналов выходного постоянного напряжения и изменения частоты следования синхроимпульсов, что в свою очередь позволяет нейтрализовать изменение быстродействия цифровых элементов вычисления из-за действия дозовых факторов ионизирующего излучения и сохранить работоспособность вычислителя при его длительной работе в полях ионизирующего излучения, установочный вход подключен к установочному выходу БС, через который БЦВМ может перестраивать ИВЭП, а через двунаправленную связь между БС и ОУ забирать из последнего результаты вычислений, исходная информация для которых передается из БС в БМНП через соответствующие однонаправленные связи.

Каждый БМНП содержит девять нейропроцессоров, образующих матрицу с размерностью  $3 \times 3$ . Каждый нейропроцессор, входящий в состав БМНП содержит микропроцессор, входы и вход - выход которого являются входами и входом-выходом нейропроцессора.

## НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ ФОРМУЛА

П.1. Нейровычислитель содержащий, блок связи, вход – выход которого является входом - выходом нейровычислителя, а выход подключен к установочному входу блока микропрограммного управления , отличающийся тем в его состав введены первый и второй блоки матричных нейропроцессоров, который через магистраль подключен к матричному запоминающему устройству и запоминающему устройству санкционированного доступа, блокирующий вход которого подключен к выходу датчика внешнего воздействия, причем выходы блока связи подключены к входам блоков матричных нейропроцессоров, а установочный выход блока связи подключен установочному входу источника вторичного электропитания, выход метки времени которого подключен к временному входу запоминающего устройства санкционированного доступа, а синхронизирующие выходы и выходы питания которого подключены к соответствующим входам остальных блоков нейровычислителя.

П.2. Нейровычислитель по п. 1, отличающийся тем, что блок микропрограммного управления содержит базовый регистр кода операции, базовый регистр признаков, входы которого являются входами блока, базовый счетчик адреса и базовый регистр смещения, установочный вход каждого из которых является установочным входом блока, а их выходы образуют адресную шину блока, подключенную к входу базового микропрограммного запоминающего устройства, выходы которого являются выходами блока, а дополнительный выход базового микропрограммного запоминающего устройства подключен к входу базового регистра смещения.

П. 3. Нейровычислитель по п. 1, отличающийся тем, что блок матричных нейропроцессоров, содержит девять нейропроцессоров, образующих матрицу размерностью  $3 \times 3$ , причем входы нейропроцессоров являются выходами устройства связи, вход- выход которого является входом - выходом блока, а

магистральный вход-выход каждого нейропроцессора подключен к магистральной шине, являющейся внешней магистралью блока.

П. 4. Нейровычислитель по п. 1, отличающийся тем, что источник вторичного электропитания содержит модуль постоянного питания и модуль импульсного питания, силовой вход каждого из которых является силовым входом источника, установочный вход которого является установочным входом модуля постоянного питания и формирователя синхроимпульсов, три управляющих выхода которого подключены к одноименным входам модуля импульсного питания, выход которого, а также выходы модуля постоянного питания и формирователя синхроимпульсов являются выходами импульсного, постоянного питания, метки времени и синхронизирующими выходами источника.

П.5. Нейровычислитель по п.1, отличающийся тем, что блок связи содержит процессор, к которому через процессорную магистраль подключено связанное запоминающее устройство и устройство связи по магистрали, а вход - выход процессора через кодирующе-декодирующее устройство подключен к входу-выходу приемно-передающего устройства, магистральный мультиплексный вход-выход которого является одноименным входом-выходом блока.

П. 6. Нейропроцессор по П.1, отличающийся тем, что запоминающее устройство санкционированного доступа содержит первый и второй энергонезависимые накопители, блокирующий вход каждого из которых является одноименным входом устройства, а к входу каждого накопителя первого и второго подключены выходы соответствующих им первого и второго сумматоров метки времени, вход каждого из которых является входом метки времени устройства, при этом первый вход - выход каждого накопителя подключен к двунаправленной шине внешней связи запоминающего устройства, к которой подключены своим первым входом - выходом, соответствующие накопителям первый и второй сумматоры массивов, каждый

из которых первый и второй своим вторым входом - выходом подключен ко второму входу соответственно первого и второго накопителя.

П.7. Нейровычислитель по п. 1, отличающийся тем, что датчик внешнего воздействия содержит чувствительный элемент, подключенный выходом к входу формирователя сигнала, выход которого является выходом датчика.

П. 8. Нейровычислитель по п.3, отличающийся тем, что нейропроцессор содержит микропроцессор, входы и вход - выход которого являются входами и входом – выходом нейропроцессора, а выход микропроцессора через буферный регистр подключен к установочному входу процессорного блока микропрограммного управления, выходы которого подключены к управляющим входам остальных компонентов нейропроцессора и входам п соединенных последовательно шинами переноса умножителей, подключенных выходами к входам сумматора, выход которого является выходом нейропроцессора.

П. 9. Нейропроцессор по п.4, отличающийся тем, что модуль постоянного питания содержит три идентичных конвертора, установочные входы которых являются установочным входом модуля, а выходы подключены к контрольным входам блока контроля и управления и через блок отключения подключены к входам блока выравнивания, выход которого является выходом модуля, подключенным к дополнительному контрольному входу блока контроля и управления, управляющие выходы которого подключены к одноименным входам блока отключения.

П. 10. Нейропроцессор по п. 4, отличающийся тем, что модуль импульсного питания содержит три идентичные ветви, объединенные с каждой из сторон, одна из которых является входом, вторая – выходом, причем в каждой ветви установлено два последовательно включенных полевых транзистора, а три входных управляющих сигнала разведены таким образом, что каждый из них подключен к затворам двух транзисторов, установленных в разных ветвях, образуя выборку «2 из 3».



П. 11. Нейропроцессор по п. 4, отличающийся тем, что формирователь синхроимпульсов содержит первый, второй и третий генераторы импульсов, установочные входы которых являются установочным входом формирователя, а выход каждого генератора первого, второго и третьего подключен к входу своего блока фазирования, соответственно первого, второго и третьего, фазирующий выход каждого из которых подключен к фазирующим входам двух других блоков и фазирующим входам блока мажоритации, к синхронизирующим входам которого подключены синхронизирующие выходы блоков фазирования, а выходы блока мажоритации являются выходами метки времени и синхроимпульсов формирователя.

П. 12. Нейровычислитель по п. 8, отличающийся тем, что чувствительный элемент датчика внешнего воздействия выполнен как блокинг генератор, к базе транзистора которого помимо резисторного делителя подключен обратносмещенный диод.

П. 13. Нейровычислитель по п.7, отличающийся тем, что формирователь сигнала содержит кварцевый задающий генератор, подключенный выходом к входу интервального счетчика, подключенного выходом через интервальный дешифратор к сбрасываемому входу триггера запрета, запускающий вход которого является входом формирователя и объединен с запускающим входом интервального счетчика и логического элемента, выход которого является выходом формирователя, а блокирующий вход этого элемента подключен к выходу блокирующего дешифратора, входы которого подключены к выходам регистра кода, вход которого является входом кода блокировки формирователя.

П.14. Нейровычислитель по п.9, отличающийся тем, что процессорный блок микропрограммного управления содержит процессорный регистр кода операции, процессорный регистр признаков, входы которого являются входами блока, процессорный счетчик адреса и процессорный регистр смещения, установочный вход которых является установочным входом блока, а их выходы образуют адресную шину блока, подключенную к входу процессорного микропрограммного запоминающего устройства, выходы которого являются

выходами блока, а дополнительный выход процессорного запоминающего устройства подключен к входу процессорного регистра смещения.

П. 15. Нейровычислитель по п.9, отличающийся тем, что блок выравнивания содержит три идентичные цепи, объединенные с каждой из сторон, одна из которых является входом, вторая – выходом, а в каждой цепи последовательно включены резистор и диод, причем первый вывод резистора является входом, второй подключен к аноду диода, а катоды диодов все цепей объединены и являются выходом модуля.

П. 16. Нейровычислитель по п. 9, отличающийся тем, что конвертор содержит последовательно включенный фильтр, вход которого является силовым входом конвертора, трансформатор с включенным в первичную обмотку транзистором прерывателем, выпрямляющий диод во вторичной обмотке и выходной фильтр, выход которого является выходом конвертора и подключен к входу преобразователя напряжения в частоту, подключенного выходом к элементу развязки, выход которого является частотным выходом конвертора и подключен к входу частотно-импульсного модулятора, установочный вход которого является установочным входом конвертора, а выход подключен к базе транзистора прерывателя.

П. 17. Нейровычислитель по п.9, отличающийся тем, что блок отключения содержит три полевых транзистора, исток каждого из которых является входом, сток –выходом, а каждый из трех входных управляющих сигналов подключен к затвору соответствующего транзистора.

П.18. Нейровычислитель по п. 9, отличающаяся тем, что блок контроля и управления содержит четыре частотных счетчика, входы первого, второго и третьего из которых являются частотными входами блока, а вход четвертого подключен к выходу схемы преобразования напряжения в частоту, входы которой являются контрольными и дополнительным контрольным входом блока, причем выход первого счетчика подключен к первым входам первого и третьего сумматора, выход второго подключен ко второму входу первого сумматора и первому входу третьего сумматора, а выход третьего счетчика

подключен ко вторым входам первого и третьего сумматора, при этом выход четвертого счетчика подключен к первому входу четвертого с устройства совпадения, ко второму входу которого подключен выход регистра кода, вход которого является установочным входом блока и объединен с входом регистра допуска, выход которого подключен к первым входам первого, второго и третьего устройств совпадения, ко вторым входам которых подключены выходы, соответственно, первого, второго и третьего сумматора, а выход каждого устройства совпадения – первого, второго, третьего и четвертого через свой, соответственно, первый, второй, третий и четвертый триггеры ошибки подключен к входу логического устройства, выходы которого являются выходами блока.

П. 19. Нейровычислитель по п. 11, отличающийся тем, что генератор импульсов содержит  $n$  последовательно соединенных инверторов, выходы которых подключены к входам первого мультиплексора, выход которого является выходом генератора и подключен к входу первого инвертора и входу первого счетчика частоты, выходы которого подключены к первым входам первой схемы сравнения, ко вторым входам которой подключены выходы первого регистра кода частоты, а инкрементный и декрементный выходы первой схемы сравнения подключены к одноименным входам первого счетчика кода частоты, выходы которого подключены к управляющим входам первого мультиплексора, причем установочный вход первого счетчика кода частоты и первого регистра кода частоты являются установочным входом генератора.

П.20. Система по п.11, отличающаяся тем, что блок фазирования содержит элемент «И», первый вход которого является входом блока, выход подключен к входу сдвигового регистра и входу реализованного на динамических триггерах счетчика, подключенного выходами через дешифратор к запускаящему входу триггера останова, выход которого является фазирующим выходом блока и подключен к первому входу элемента «И» и к первому входу мажоритарного элемента, выход которого подключен к входу триггера пуска, подключенного выходом к сбрасывающему входу триггера останова, а ко второму и третьему

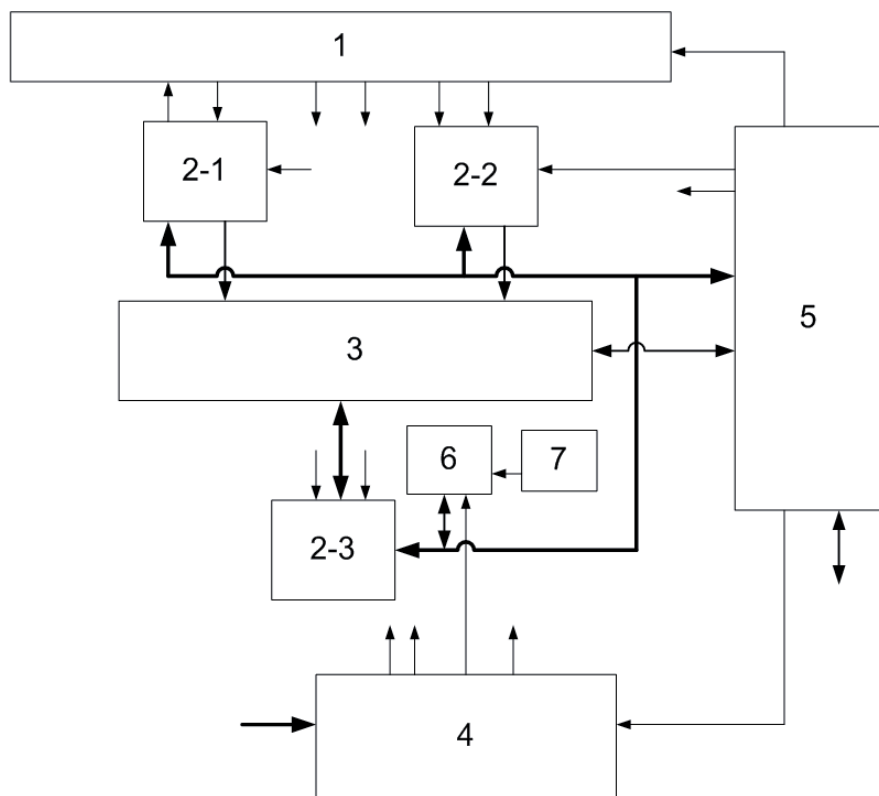
входам мажоритарного элемента подключены выходы триггеров привязки, входы которых являются фазирующими входами блока, при этом выходы четных и нечетных разрядов сдвигового регистра подключены соответственно к запускающим и сбрасывающим входам  $f$  формирователей синхроимпульсов, выходы которых являются синхронизирующими выходами блока.

П. 21. Нейровычислитель по п. 16, отличающийся тем, что частотно-импульсный модулятор содержит группу последовательно соединенных инверторов, выходы которых подключены к входам второго мультиплексора, выход которого подключен к входу первого инвертора и является выходом модулятора, вход которого является входом второго счетчика частоты, выходы которого подключены к первым входам второй схемы сравнения, ко вторым входам которой подключены выходы второго регистра кода частоты, а инкрементный и декрементный выходы схемы сравнения подключены к одноименным входам второго счетчика кода частоты, выходы которого подключены к управляющим второго мультиплексора, причем установочный вход второго счетчика кода частоты и второго регистра кода частоты являются установочным входом модулятора.

П. 22. Нейровычислитель по п. 16, отличающийся тем, что фильтр содержит в плюсовой цепи диод, анод которого является входом, катод – выходом, между которым и минусовой шиной установлен низкочастотный конденсатор, а катод диода и минусовая шина, в свою очередь через свой высокочастотный конденсатор подключены к шине земли.

П. 23. Нейровычислитель по п.20, отличающийся тем, что динамический триггер выполнен как транзисторный усилитель, к базе транзистора которого кроме резисторного делителя подключена LC цепь, индуктивность которой имеет рабочую обмотку и намотанную поверх нее встречно компенсационную, концы которой закорочены.

# НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ.1. СОСТАВ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

ВДОВИН А.С.

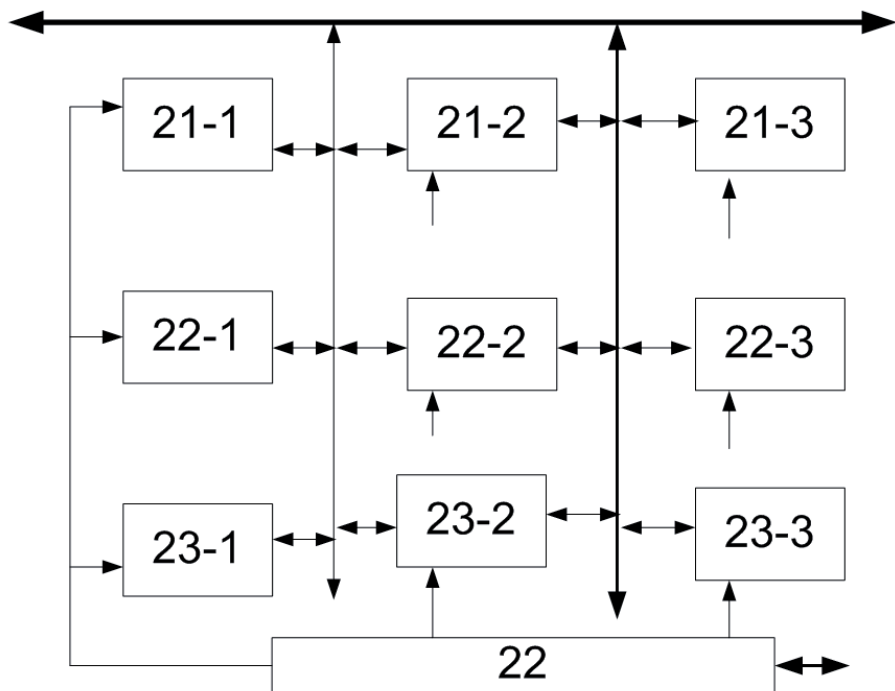
ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.



# НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ.2. БЛОК МАТРИЧНЫХ ПРОЦЕССОРОВ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

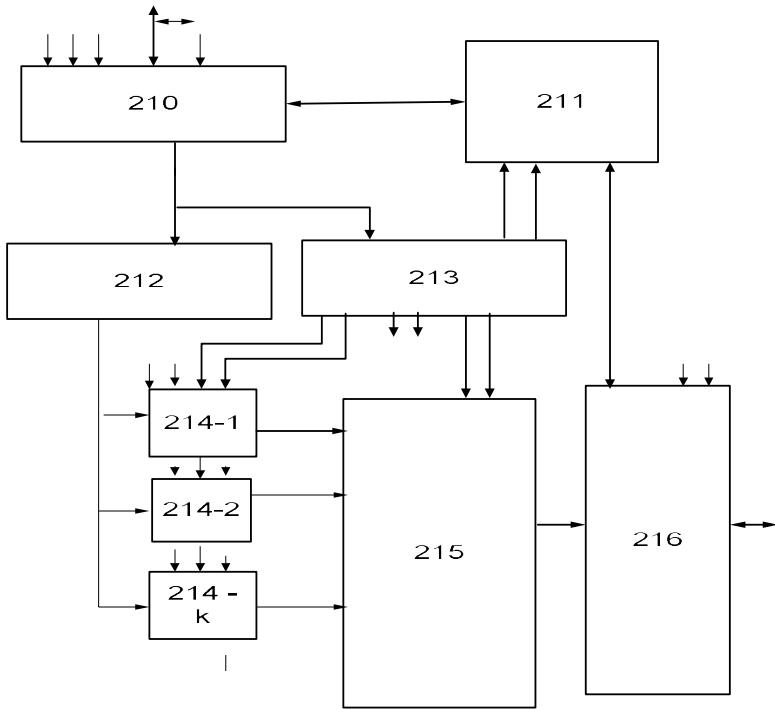
ВДОВИН А.С.

ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.

# НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ

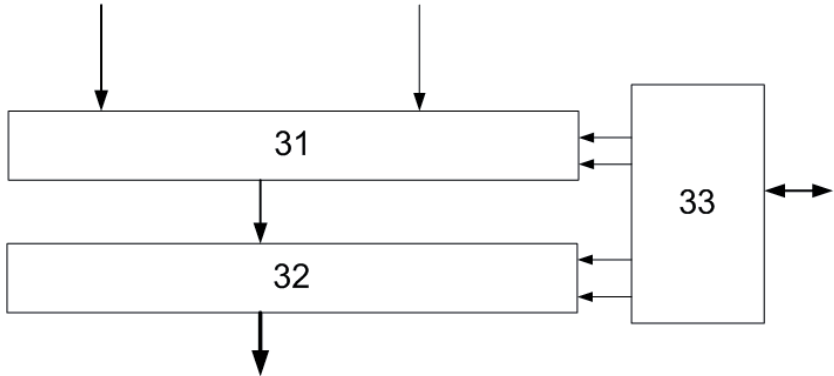


ФИГ. 2-1 - НЕЙРОПРОЦЕССОР

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В. М.  
АНТИМИРОВ Я. В.  
ВАГИН А.Ю.  
ВДОВИН А.С.  
ПЕНТИН А.С.  
СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.  
ЯКОВЛЕВ П. С.



# НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ. 3 ОПЕРАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

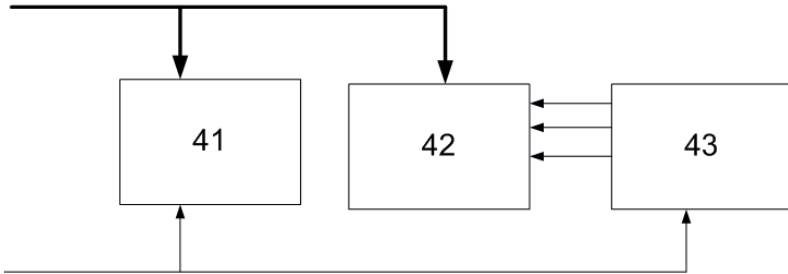
ВДОВИН А.С.

ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.

# НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ.4. ИВЭП

## АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

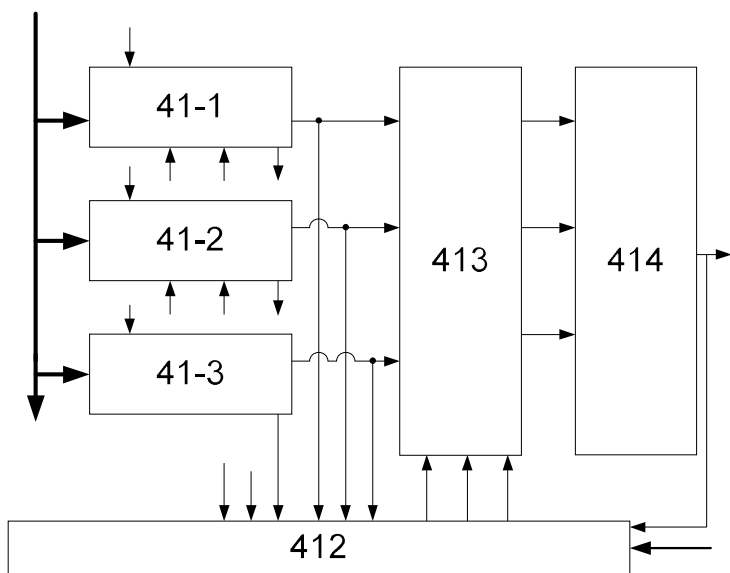
ВДОВИН А.С.

ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.

# НЕЙРОВОЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ.4-1. МПП

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

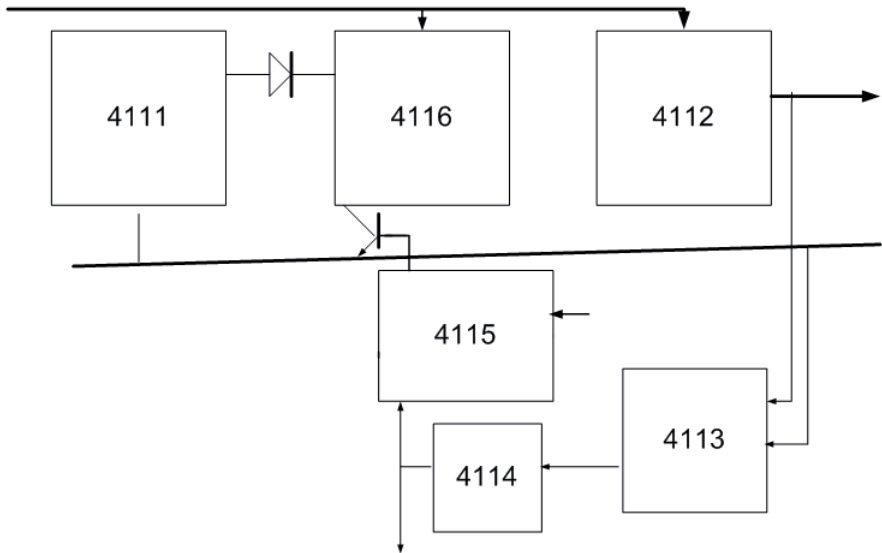
ВДОВИН А.С.

ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.

НЕЙРОВОЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ.4-1-1. КОНВЕРТОР

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

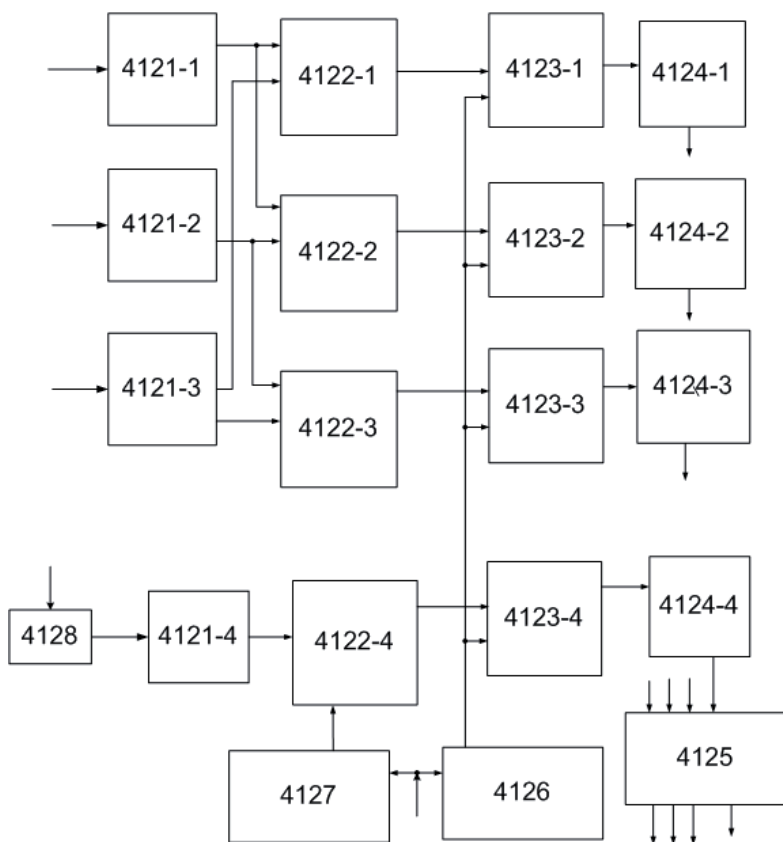
ВДОВИН А.С.

ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.

## НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ.4-1-2 БЛОК УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

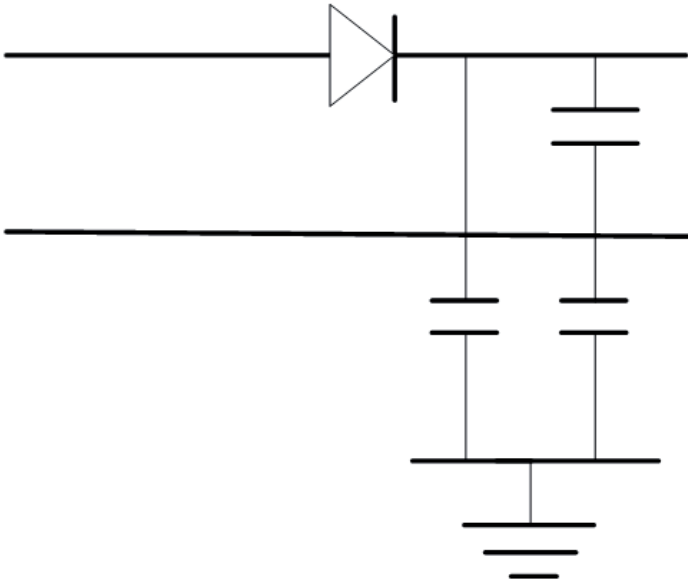
ВДОВИН А.С.

ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.

# НЕЙРОВОЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ. 4-1-3. ФИЛЬТР

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

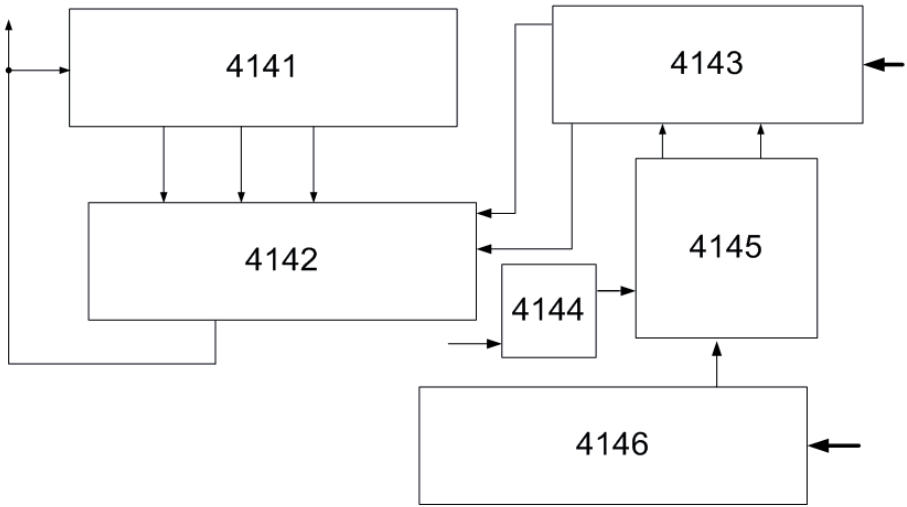
ВДОВИН А.С.

ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.

НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ.4-1-4 ЧАСТОТНО – ИМПУЛЬСНЫЙ МОДУЛЯТОР

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

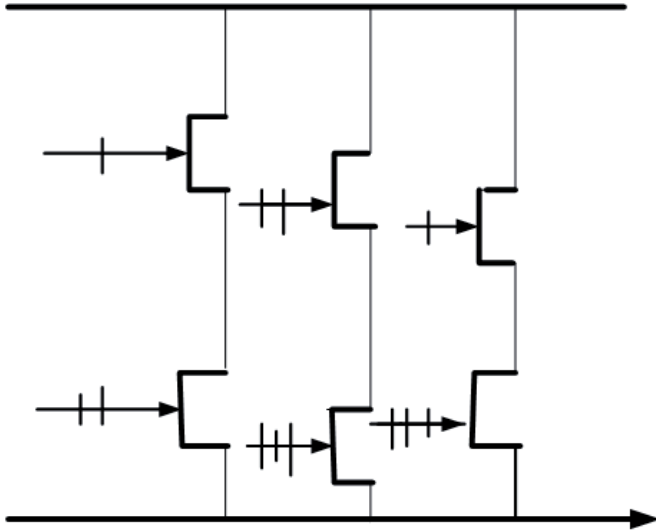
ВДОВИН А.С.

ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.

## НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ.4-2 МОДУЛЬ ИМПУЛЬСНОГО ПИТАНИЯ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

ВДОВИН А.С.

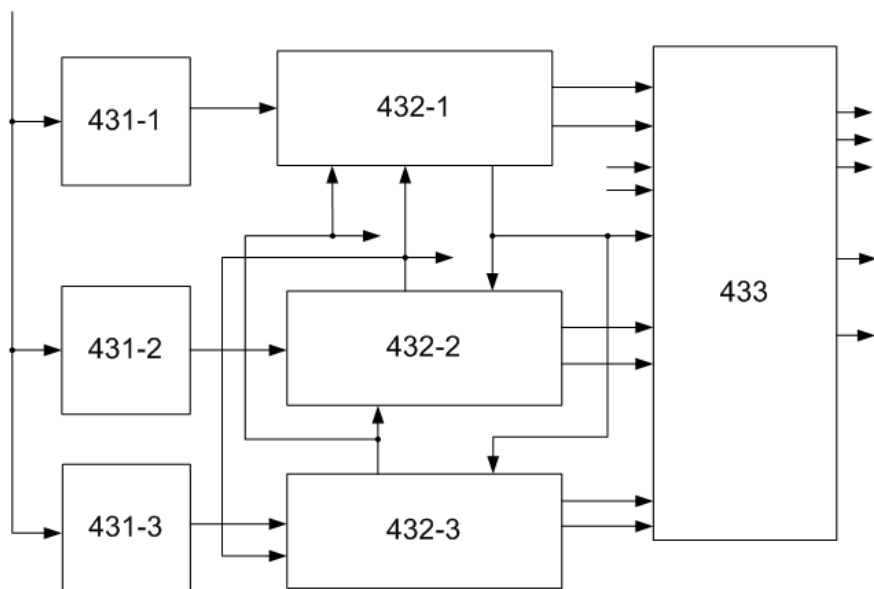
ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.



# НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ.4-3 ФОРМИРОВАТЕЛЬ СИНХРОИМПУЛЬСОВ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

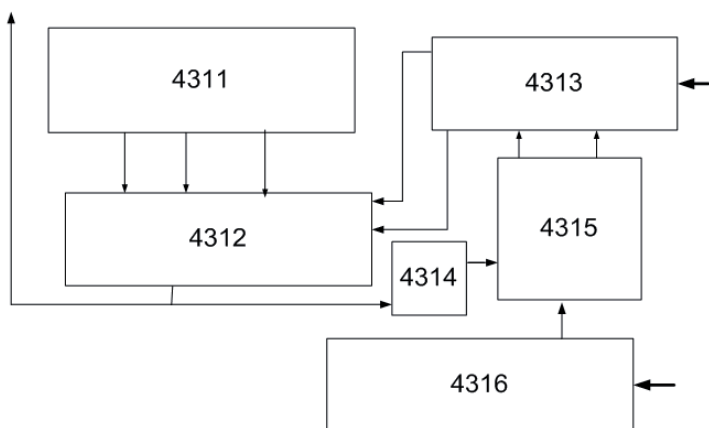
ВДОВИН А.С.

ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.

### НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ.4-3-1 ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ

#### АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

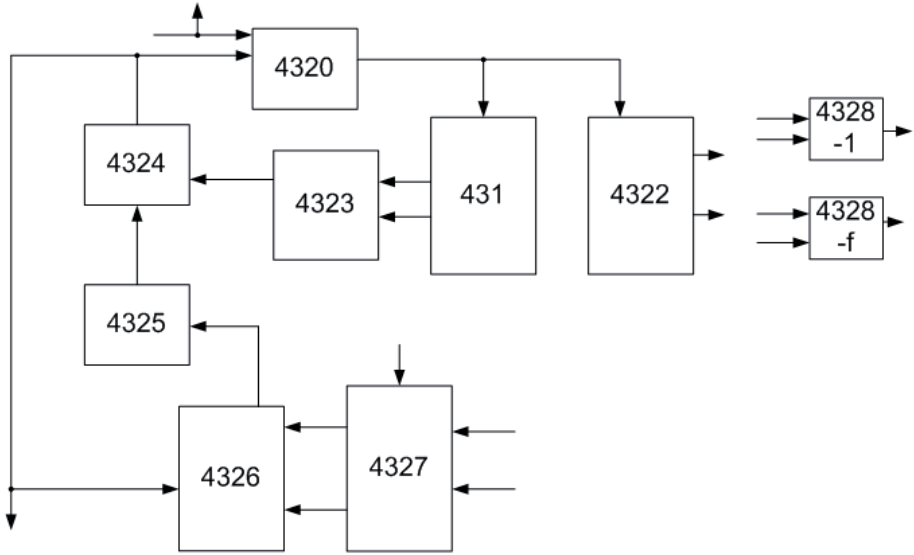
ВДОВИН А.С.

ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.

НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ.4-3-2 БЛОК ФАЗИРОВАНИЯ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

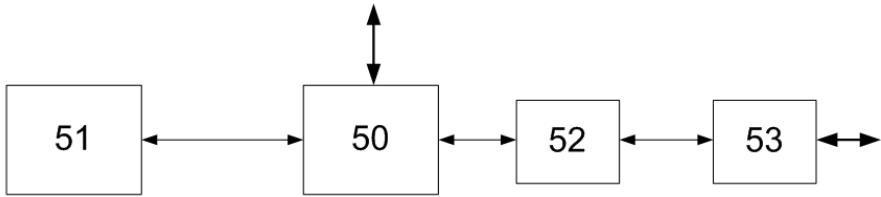
ВДОВИН А.С.

ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.

НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ. 5 БЛОК СВЯЗИ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

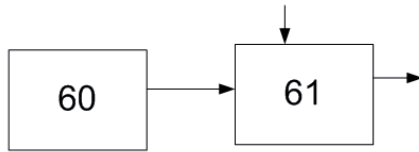
ВДОВИН А.С.

ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.

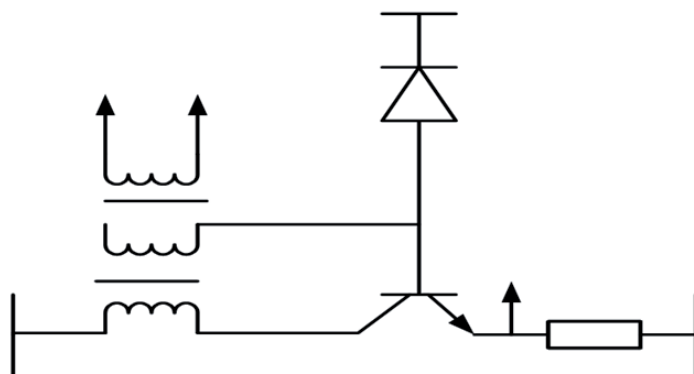
## НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ. 6 ДВВ

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В. М.  
АНТИМИРОВ Я. В.  
ВАГИН А.Ю.  
ВДОВИН А.С.  
ПЕНТИН А.С.  
СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.  
ЯКОВЛЕВ П. С.

# НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ.6-1 ЧЭ ДВВ

## АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

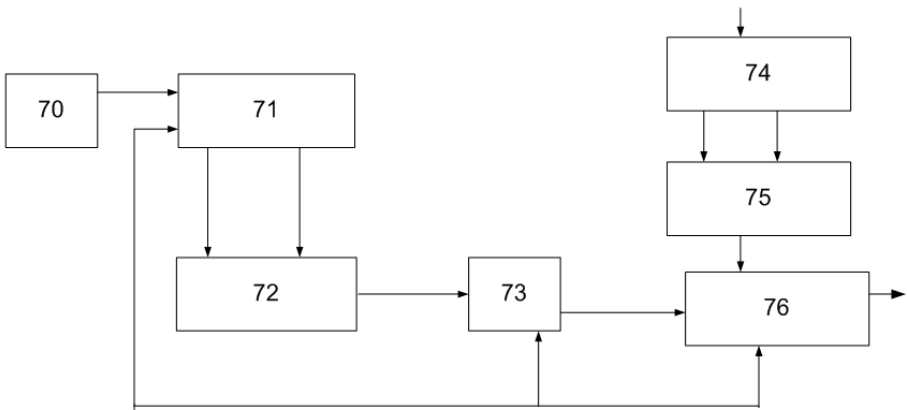
ВДОВИН А.С.

ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.

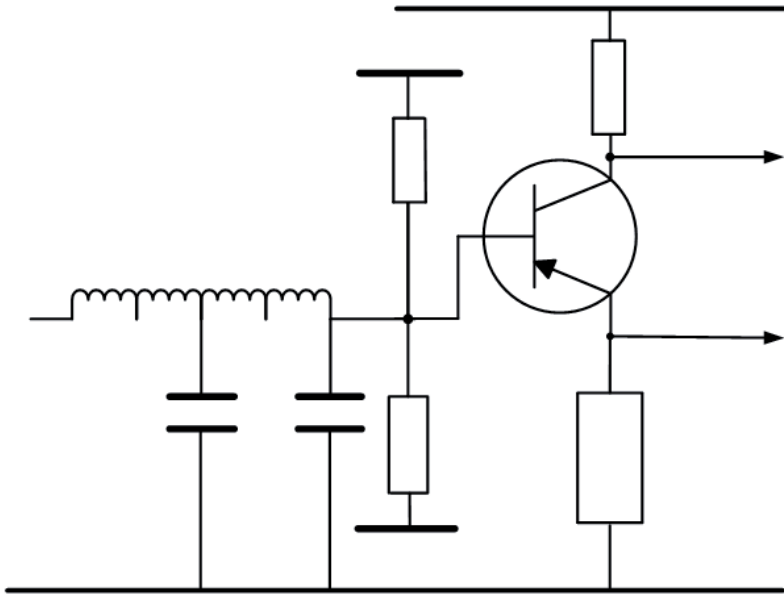
## НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ. 7. ФОРМИРОВАТЕЛЬ СИГНАЛА

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В. М.  
АНТИМИРОВ Я. В.  
ВАГИН А.Ю.  
ВДОВИН А.С.  
ПЕНТИН А.С.  
СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.  
ЯКОВЛЕВ П. С.

НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ.8. ДИНАМИЧЕСКИЙ ТРИГГЕР

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

ВДОВИН А.С.

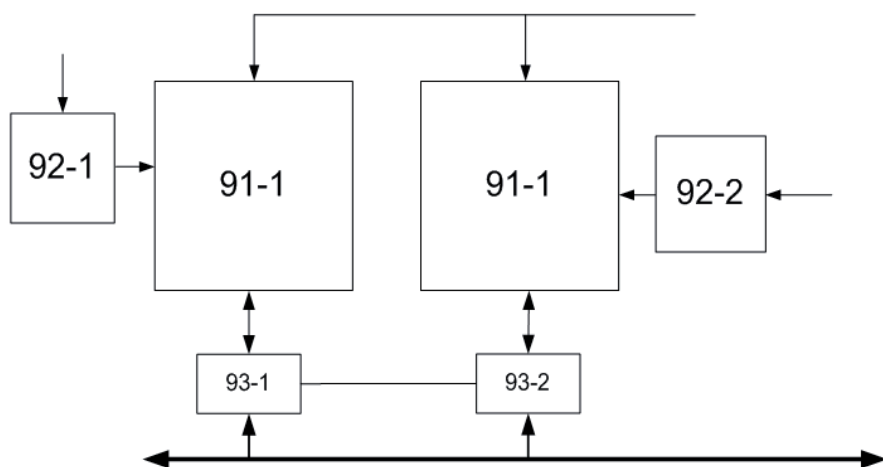
ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.



НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЬ



ФИГ.9. ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО САНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

АНТИМИРОВ Я. В.

ВАГИН А.Ю.

ВДОВИН А.С.

ПЕНТИН А.С.

СМЕЛЬЧАКОВА Г. А.

ЯКОВЛЕВ П. С.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Пример заявки

#### СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ G06T1/00, G02B13/32

Навигация по звездам (включая Солнце и Луну) известна с давних времен. Ее широко использовали рыбаки, штурманы и капитаны судов дальнего плавания. Для навигации использовали два основных прибора - хронометр и секстан, позволяющие по видимым угловым координатам навигационной звезды, зная точное время и зафиксировав тем или иным образом плоскость местного горизонта, определить координаты судна в геоцентрической системе координат. (см., например, Н.А. Рынин «Астронавигация» Изд. АН ССР, Ленинград, 2932.) Этот способ оставался практически единственным в кораблевождении и ориентации на местности до появления систем спутниковой навигации, имеющих более высокую точность и независимость от метеоусловий местности, хотя требующих наличия определенного числа (не менее 4 навигационных спутников в зоне радиовидимости и соответствующих приемников у потребителя. В тоже время астронавигация по звездам не утратила своего значения в силу ее относительной простоты и доступности массовому потребителю (См. например, книгу Брюховец В.В. «Компьютерная астронавигация». Севастополь. Изд. РИБЭСТ, 2011). Важным достоинством описанных в этой книге способов астронавигации является введение способа ориентации по двум навигационным звездам, что заметно повышает достоверность и точность определения координат. Однако при использовании этого способа в системах автоматического управления (САУ) изделиями ракетно – космической техники (РКТ) и роботехническими комплексами (РТК), как гражданского, так и оборонного назначения необходимо обеспечить условия визирования двух светил, что требует проведения маневрирования объектами РКТ и РТК. Маневр не всегда возможен при решении изделием (объектом) основной задачи. Особенно затруднительно обеспечить визирование

одной или двух навигационных звезд для систем, работающих в экстремальных условиях и полях ионизирующего излучения, работа в которых систем спутниковой навигации затруднительна, а в ряде случаев и невозможна, особенно при применении к САУ активного противодействия в виде мощных импульсов электромагнитного и ионизирующего излучения. Все известные способы и простейшие устройства измерения в виде секстанов и более совершенных приборов- теодолитов со встроенными средствами привязки к местной вертикали и цифровой обработки встроенными микропроцессорными устройствами требуют профессиональной работы оператора по выбору навигационной звезды и начального «прицеливания на нее оси оптического визира, что приводит к возможным ошибкам в выборе навигационной звезды. Предпочтительным является ориентация не по отдельным звездам, а по видимым созвездиям без дополнительных маневров объекта и участия оператора в «прицеливании» визира на выбранные светила. Однако это требует введения в устройство астронавигации совершенной системы инерциальной навигации, наличия каталога видимых созвездий в зоне работы объекта и совершенных высокопроизводительных вычислительных средств для опознавания созвездия и получения угловых координат ориентации объекта, относительно его инерциальной системы координат. При переходе к визированию созвездий астроориентация может использоваться в указанных САУ изделиями РКТ и РТК, хотя для обеспечения работоспособности в экстремальных условиях и полях ионизирующего излучения, а также при направленном противодействии реализация навигации по созвездиям требует создания специальной аппаратуры, существенно отличающейся от существующих средств астронавигации на основе оптоэлектронных систем. Экстремальность условий определяют широкий диапазон изменения температуры окружающей среды от -60 до + 125 градусов по Цельсию, а ионизирующие и электромагнитные воздействия обусловлены космическим излучением, вспышками на Солнце, авариями на ядерно-энергетических установках, фоном загрязненной местности и направленным противодействием.

Известен ряд технических решений направленных на получение и обработку оптической информации.

Из них можно отметить патенты США:

1. 5539578, G09G03/02
2. 553942, G09G03/02
3. 5684498, G022710
4. 5596339, G09G03/03
5. 5557444 G02B27/10

Однако эти решения относятся к стационарным системам обработки и отображения информации и не могут использоваться в составе САУ, так как предназначены исключительно для работы в нормальных климатических условиях и более того только в помещениях с кондиционированием и абсолютно неработоспособны в экстремальных условиях и полях ионизирующего излучения.

Известен также отечественный патент RU № 2145110, G02B27/00 на «Устройство для определения угловых элементов внешнего ориентирования линии визирования съемочной аппаратуры»( авторы Петрищев В. Ф., Солунин В.С. и Стрельников Г.И.). Патентообладатель ЦСКБ.

Данное устройство формирует визуальную сферическую поверхность, на которую переносятся точечные изображения. Несомненным достоинством этого устройства являются его малые габариты и небольшое энергопотребление, позволяющие использовать его оператору без каких либо сложных механизированных средств транспортирования. Однако это устройство не позволяет определить плоскость местного горизонта и видимые координаты навигационной звезды, относительно этой плоскости и совершенно неработоспособно в экстремальных условиях и полях ионизирующего излучения.

Эти известные решения могут использоваться только для формирования изображения визируемых объектов и могут быть полезны, например, при разработке постов автоматизированного управления космическим аппаратом

(КА) при решении задачи ориентации экипажем аппарата, но не решают задачи автоматической ориентации космического аппарата в пространстве и совершенно не способны работать в экстремальных условиях и полях ионизирующего излучения.

Более полно задача автоматической ориентации КА с помощью оптических средств решена в изобретении «Мобильный наземный специализированный комплекс приема и обработки изображений» (См. патент RU № 2460136 C2 G06T1/00, G04B7/26).

Данный комплекс получает по радиоканалу информацию с оптических средств обора местности, установленных на борту, и, решая задачу опознавания образов с использованием карт местности, производит вычисление текущих координат КА и передает эти данные по радиоканалу на борт КА. Задача определения параметров движения КА в этом комплексе решается автоматически, однако наличие передачи данных из КА в наземный комплекс и обратно по радиоканалу вызывает существенную задержку в выработке команд управления ориентацией КА, что для ряда КА приводит к ошибкам в управлении КА а для ряда изделий РКТ (в частности, ракет носителей) просто недопустимо. Наличие интенсивного обмена по радиотракту является слабым местом таких реализаций, так как помимо большого запаздывания в формировании управляющей информации аппаратура радиоканала не обладает требуемой надежности при работе в экстремальных условиях и тем более при воздействии мощных импульсных электромагнитных и ионизирующих излучений, космического пространства, вызванных вспышками на Солнце, авариями ядерно-энергетических установок различных КА и направленным противодействием.

Известно также решение по обработке оптической информации «Устройство, способ и программа обработки изображений» (См. патент RU № 2469403). Данное решение предполагает:

1. Наличие средства определения степени размытости изображения.
2. наличие средства выбора операций по обработке изображения.

3. Самих средств обработки, устанавливаемых по выбору оператора.

4. Наличие программ обработки, переносимых в компьютер с внешнего носителя оператором.

Данное решение позволяет при использовании его для задач астронавигации достаточно точно определить центр навигационного светила при навигации по отдельным звездам, но не позволяет определить координаты навигационного светила относительно плоскости местного горизонта, поскольку не предполагают наличия средств определения этой плоскости. Кроме того задача не решается автоматически, а требует работы оператора и наличия внешних носителей программной информации, загружаемой в компьютер после выбора оператором средства обработки изображения.

Загрузка программного обеспечения и тем более работа оператора совершенно недопустимы в САУ изделиями РКТ и РТК, работающими в экстремальных условиях и полях ионизирующего излучения.

Наиболее полно задача обработки и отображения объектов наблюдения решена автором Ковалевым А. М. в патенте «Способ и устройство отображения пространственных объектов». Патент RU № 2143718 С1, G02B27/22, G09G3/02/ Заявитель: Институт автоматики и электрометрии СО РАН. Предлагаемое устройство для реализации обработки и отображения объектов содержит последовательно включенные контроллер, оптические линзы, вертикальный и горизонтальный сканеры, входы синхронизации которых подключены к выходам контроллера, подключенного к ЭВМ общего назначения. Это решение может быть принято за прототип. Важным положительным свойством этого прототипа является использование для синхронизации сканеров цифрового специализированного контроллера, связанного с ЭВМ верхнего уровня, из которой поступает исходная информация для задания параметров визирования и в которую может направляться информация, полученная от сканеров для дальнейшей обработки.

Недостатком данного решения является то, что функции контроллера ограничены только синхронизацией сканеров и он не участвует в

предварительной( внутрикадровой) обработке полученной от сканеров информации, а вся обработка и внутрикадровая и межкадровая возложены на ЭВМ, что при работе в реальном времени требует организации высокоскоростных каналов обмена между первичными источниками полученного изображения( сканерами) и ЭВМ, а также очень высокой производительности этой ЭВМ, которая не может быть достигнута в современных ЭВМ общего назначения с типовой архитектурой, особенно, если она Неймановского типа. как в большинстве известных ЭВМ . Отсутствуют также средства привязки координат осей визирования сканеров к плоскости местного горизонта и угловым координатам осей визирования. Кроме того предлагаемое устройство помимо проблем с работой в реальном времени неработоспособно в экстремальных условиях и полях ионизирующего излучения, что не позволяет использовать данный способ и устройство для получения информации от навигационных звезд при работе в экстремальных условиях в составе САУ изделиями РКТ и РТК. Для решения задачи получения информации о координатах навигационных светил для уточнения по ним координат объекта управления и обеспечения работы в экстремальных условиях и полях ионизирующего излучения предлагается **способ и система астронавигации**. Далее просто способ и система

Предлагаемый способ предполагает начальную привязку осей визира (оптоэлектронного устройства(ОЭУ)), визирующего навигационные светила к базовым осям объекта управления и системы астронавигации. Причем предлагаемый способ основан на визирований не одиночных звезд, а созвездий, что с одной стороны усложняет обработку полученной информации и требует повышенной производительности вычислительных средств, ведущих обработку полученной информации о созвездиях и выработку навигационных параметров, но с другой стороны использование в качестве объекта визирования не отдельных звезд, а созвездий повышает точность и достоверность результирующей информации. Кроме того, для повышения точности предлагается проводить визирование двух созвездий расположенных под

некоторым углом друг к другу. В оптимальном варианте этот угол должен быть  $\rho/2$ .

Решение задачи выработки навигационных параметров предлагается проводить в два этапа.

На первом этапе проводится внутрикадровая обработка с проведением первого уровня фильтрации от «темновых» токов (шумов) ПЗС – матрицы, возможных помех, связанных с несовершенством и возможными дефектами в отдельных элементах (пикселях) ПЗС - матрицы и проведением опознавания созвездий, путем сравнения угловых расстояний полученных световых пятен, с выделением центра пятна градиентным методом поиском максимума светимости, с угловыми расстояниями эталонных созвездий. информация о этих созвездиях хранится в виде каталогов созвездий, которые могут попасть в поле зрения при выбранных возможных направлениях движения объектов управления. Необходимость хранения каталога созвездий ужесточает требования к информативности вычислительных средств, ведущих опознавание, но делает работу по выработке навигационных параметров функционально завершенной и не требующей дополнительных средств, помимо входящих в состав своей системы астронавигации.

Внутрикадровая обработка решает следующие задачи:

1. При закрытых светонепроницаемыми штоками объективах визиров измеряется «темновой» ток(заряд)  $I_t$  каждого пикселя матриц и запоминается в памяти БЦВМ.

2. Шторки на объективах открываются и по уставкам, поступающим из БЦВМ исполнительные устройства ОЭУ устанавливают оптические оси телескопов в расчетных угловых направлениях, выбранных для визирования созвездий.

3. СВУ считывают попиксельно информацию с ПЗС- матрицы и из полученного значения тока(заряда) каждого пикселя матрицы  $I_i$  вычитается значение из мереного ранее для данного пикселя величину темного тока  $I_t$  В результате для каждого пикселя получают значение рабочего тока  $I_p$ ,



вычисляемое по формуле  $I_p = I_i - I_t$ . Получив значения рабочих токов, проводят нахождение центров яркости световых пятен методом градиентного поиска, который в данном случае позволяет найти глобальный максимум светимости пятна, так как он единственный.

На втором этапе, получив координаты по осям матрицы максимумов световых пятен их принимают за центры объекта визирования, и для выделения звезд созвездия из всего набора световых пятен, среди которых могут быть световые помехи от отраженного света частичек покрытия объекта (например краски) или факелов двигательных установок. Производят попарное сравнение угловых расстояний всех найденных центров светимости с эталонными угловыми расстояниями реальных созвездий, для чего в специализированное вычислительное устройство (СВУ) ОЭУ из БЦВМ записывают массивы данных с эталонами угловыми расстояниями созвездий, которые при данной ориентации объекта управления могут оказаться в поле зрения оптоэлектронного устройства. После проведения предварительной фильтрации от помех и опознавания созвездий информация каждого кадра с выделенными координатами центров

Межкадровая обработка решает следующие задачи:

1. Берется информация нескольких кадров (не менее трех) производится суммирование значений токов для каждого пикселя по всем выбранным кадрам.

2. Вычисляется среднее значение токов каждой матрицы для полученных значений попиксельного суммирования.

3. Из полученных значений суммы токов каждого пикселя по задаче 1 вычитается значение среднего тока, полученных в задаче 2.

В результате этих действий при межкадровой обработке исключается информация о световых изображениях движущихся космических объектов как искусственного (отработавшие ресурс спутники, отделяемые элементы ракет носителей и их последние ступени), так и естественного (астероиды, кометы и метеориты).

Для реализации предложенного способа предлагается также система астронавигации( САН).

САН содержит оптоэлектронное устройство (ОЭУ), собственную бесплатформенную инерциальную подсистему (БИНПС), свою бортовую цифровую вычислительную машину (БЦВМ) и собственную подсистему электропитания (ПЭП). Для повышения точности работы с в состав системы введена периферийная аппаратура спутниковой навигации (АСН).

ОЭУ, БИНПС и АСН подключены к БЦВМ через мультиплексные магистрали, а установочным выходом БЦВМ подключена к установочному входу ПЭП и исполнительных органов (ИО) ОЭУ.

ОЭУ содержит размещенные в трехступенном кардановом подвесе два телескопа с оптическими осями, расположенными под углом  $\rho/2$  друг к другу и размещенными в фокусе каждого телескопа на его оси светочувствительными матрицами на основе приборов с зарядовой связью (ПЗС- матрица). Обе ПЗС матрицы подключены к входящему в состав ОЭУ специализированному вычислительному устройству(СВУ) обработки изображений( СВУОИ).

СВУОИ содержит управляющий микропроцессор, вход которого и входы – выходы которого являются соответствующими входами и входами- выходами устройства. Через первую двунаправленную связь к этому микропроцессору подключено обрабатывающее запоминающее устройство. Через вторую двунаправленную связь к управляющему микропроцессору подключено обрабатывающее устройство связи, выход которого подключен к установочному входу первого блока микропрограммного управления(БМУ). Через первую магистраль к управляющему микропроцессору подключено к вычислительных микропроцессоров, каждый из которых через вторую магистраль подключен к обрабатывающему запоминающему устройству, а выходы первого БМУ подключены к входам микропрограммного управления всех микропроцессоров и обрабатывающего устройства связи.

БИНПС содержит блок акселерометров из трех акселерометров, оси чувствительности которых совпадают с исходящими из одной вершины

ребрами условного куба, сходящая из той же вершины диагональ которого совпадает с конструктивной осью БИНПС и конструктивной осью объекта управления. В состав этой подсистемы входит также блок датчиков угловой скорости (ДУС), содержащий четыре ДУС, оси чувствительности трех из которых совпадают с тремя исходящими из одной вершины гранями условного куба, а ось чувствительности четвертого ДУС совпадает с исходящей из той же вершины диагональю условного куба.

Блок акселерометров и блок ДУС подключены к СВУ подсистемы (Нейровычислителю), выполненному как матричный вычислитель на основе нейросетевых структур. Нейровычислитель через двунаправленную связь, являющуюся магистральной мультиплексной связью подсистемы, подключен к БЦВМ.

Нейровычислитель содержит первый и второй матричные нейропроцессоры, которые через магистраль подключены к матричному блоку связи и матричному запоминающему устройству. Входы нейропроцессоров подключены к входам арифметико-логического устройства, которое через первую двунаправленную шину подключено к матричному запоминающему устройству, а через вторую двунаправленную шину - к матричному блоку связи, первый и второй установочные выходы которого подключены к установочным входам соответственно матричного БМУ и матричного формирователя синхриимпульсов (ФСИ), управляющие и синхронизирующие выходы которых подключены к соответствующим входам остальных компонентов нейровычислителя.

БЦВМ реализована как многомодульная вычислительная машина с иерархическим управлением в которой к центральному модулю (системному модулю (СМ)) через дублированную системную магистраль подключено  $n$  вычислительных модулей (ВМ),  $m$  модулей связи (МС) по магистральным мультиплексным линиям связи, таймер и запоминающее устройство с санкционированным доступом (ЗУСД), к блокирующему входу которого подключен выход датчика внешнего воздействия (ДВВ).

ВМ содержит блок процессора, к которому через первую двунаправленную блочную связь подключен блок памяти, а через вторую двунаправленную блочную связь к нему подключен блок связи по магистрали, выход которого подключен к установочному входу блока синхронизации, выходы которого подключены к синхровходам остальных блоков модуля.

Входы -выходы блока связи по магистрали являются входами- выходами модуля, подключенными к системной магистрали БЦВМ.

МС содержит процессор, к которому через первую двунаправленную процессорную связь подключено запоминающее устройство, а через вторую двунаправленную процессорную связь к нему подключено устройство связи по магистрали, выход которого подключен к установочному входу устройства синхронизации, выходы которого подключены к синхровходам остальных устройств модуля, а входы- выходы устройства связи по магистрали являются входами- выходами модуля, подключенными к системной магистрали.

Таймер содержит первый формирователь интервала, второй формирователь интервала и контрольный формирователь, подключенные выходами к устройству контроля, а двунаправленными связями к устройству обмена, к которому выходом подключено устройство контроля, а два входа-выхода устройства обмена являются входами- выходами таймера, подключенными к системной магистрали.

ЗУСД содержит первый и второй накопители, к каждому из которых через временную двунаправленную связь подключен соответственно первый сумматор времени и второй сумматор времени, вход каждого из которых является входом метки времени запоминающего устройства. Кроме того через первую и вторую массивные двунаправленные связи к каждому из накопителей первому и второму подключен свой сумматор массивов, соответственно первый и второй, подключенные входами-выходами к шине связи ЗУСД с БЦВМ. При этом к блокирующему входу каждого из накопителей подключен сигнал блокировки, являющийся одноименным входом ЗУСД.

ДВВ содержит чувствительный элемент (ЧЭ), выполненный как блокинг-генератор к базе транзистора которого подключен обратносмещенный диод. Выход ЧЭ подключен к входу формирователя сигнала (ФС) блокировки, кодовый вход которого кодовым входом датчика, а выход формирователя является выходом ДВВ.

ФС содержит высокостабильный генератор, подключенный выходом к входу интервального счетчика, выход которого через интервальный дешифратор подключен к сбрасываемому входу триггера запрета, запускающий вход которого объединен с запускающим входом интервального счетчика и является входом формирователя, подключенным к ЧЭ. Выход триггера запрета подключен к первому входу логического элемента, второй вход которого объединен с запускающим входом интервального счетчика, а к разрешающему входу логического элемента подключен выход дешифратора кода. Вход этого дешифратора подключен к выходу регистра кода, вход которого является кодовым входом дешифратора и датчика в целом, а выход логического элемента является выходом формирователя и датчика в целом.

Каждый накопитель содержит энергонезависимый элемент памяти, параллельно шинам записи которого включен полевой транзистор со встроенным каналом, к затвору которого подключен входной сигнал блокировки.

ПЭП содержит первый и второй первичные источники энергии, выход каждого из которых подключен к входам первого коммутатора и первой группе входов блока контроля и управления (БКУ). выходы первого коммутатора подключены к входам первого и второго аккумуляторов, выход каждого из которых подключен к входам второго коммутатора и второй группе входов БКУ выходы которого подключены к управляющим входам коммутаторов, причем выход второго коммутатора подключен к силовому входу источника вторичного электропитания (ИВЭП) установочный вход которого является одноименным входом подсистемы, подключенным к выходу БЦВМ а выходы источника являются выходами постоянного и импульсного питания, выходами

метки времени и синхронизирующими выходами, подключенными к соответствующим входам БЦВМ и других подсистем системы.

ИВЭП содержит модуль постоянного питания (МПП), модуль импульсного питания (МИП) и формирователь синхроимпульсов (ФСИ). Силовые входы модулей являются силовым входом источника, их выходы являются соответственно выходами постоянного и импульсного питания источника, установочный вход которого является установочным входом МПП и ФСИ, три управляющих выхода которого подключены к управляющим входам МИП, а синхронизирующие выходы ФСИ являются одноименными выходами источника.

МИП содержит три идентичные ветви, в каждой из которых последовательно включены два полевых транзистора. Три входных управляющих сигнала подключены к затворам транзисторов таким образом, что каждый из них подключен к затворам двух транзисторов, установленных в разных ветвях. Такое включение транзисторов и разводка управляющих сигналов, по сути, реализуют резервирование по принципу «2 из 3», что позволяет нейтрализовать одиночный отказ в элементах МИП.

МПП содержит три идентичных конвертора, силовые и установочные входы которых являются одноименными входами модуля, а частотный выход и выход постоянного питания каждого из конверторов подключен соответственно к частотным и контрольным входам блока управления и контроля (БУК), управляющие выходы которого подключены к управляющим входам блока отключения (БО), входы которого подключены к выходам конверторов, а выходы подключены к входам блока выравнивания (БВ), выход которого является выходом модуля и подключен к дополнительному контрольному входу БУК.

Конвертор содержит последовательно включенные фильтр, вход которого является силовым входом конвертора, трансформатор с включенным в первичную обмотку транзистором – прерывателем, выпрямительный диод (диодный мостик) во вторичной цепи и выходной фильтр нижних частот, выход

которого является выходом конвертора. К выходу конвертора подключена цепь обратной связи, содержащая последовательно включенные преобразователь напряжения в частоту (ПНЧ), элемент развязки, выход которого является частотным выходом конвертора и подключен к входу частотно импульсного модулятора (ЧИМ), установочный вход которого является одноименным входом конвертора, а выход подключен к базе транзистора прерывателя. ЧИМ выполняет двойную функцию. С одной стороны, сравнивая частоту, поступающую от ПНЧ с кодом, записанным по установочному входу в модулятор, он изменяет частоту прерываний первичной обмотки и сводит тем самым отклонения выходного напряжения конвертора от номинала к нулю. С другой стороны меняя по установочному входу код номинальной частоты можно управлять выходным напряжением, что позволяет в свою очередь на участках работы системы с уменьшенной вычислительной нагрузкой снизить номинал выходного напряжения, сократив тем самым быстродействие комплементарных интегральных микросхем с потерей производительности вычислительных средств системы, но с сокращением энергопотребления и тепловыделения, что дополнительно повышает надежность работы системы и продлевает срок службы первичных источников энергии и ресурс работы системы в целом.

Фильтр содержит диод в плюсовой шине, анод которого является входом, а между катодом, являющимся выходом и минусовой шиной включен низкочастотный конденсатор. В свою очередь плюсовая и минусовая шина, каждая через свой высокочастотный конденсатор подключены к шине земли.

ФСИ содержит первый, второй и третий генераторы импульсов, выход каждого из которых подключен к входу своего, соответственно первого второго и третьего блоков фазирования, фазирующий каждого из которых подключен к фазирующим входам двух других блоков фазирования и фазирующим входам блока мажоритации. К синхронизирующим входам этого блока мажоритации подключены синхронизирующие выходы блоков фазирования, а выходы блока

мажоритации являются выходами метки времени, управляющими и синхронизирующими выходами формирователя.

Генератор импульсов содержит несколько последовательно соединенных инверторов, выходы которых подключены к входам первого мультиплексора, выход которого является выходом генератора и подключен к входу первого инвертора и входу первого счетчика частоты. Выходы этого счетчика подключены к первым входам первой схемы сравнения, ко вторым входам которой подключены выходы регистра кода. Инкрементный и декрементный выходы первой схемы сравнения подключены к одноименным входам первого счетчика кода частоты, выходы которого подключены к управляющим входам первого мультиплексора. При этом установочные входы первого регистра частоты и первого счетчика кода частоты являются установочным входом генератора.

Блок фазирования содержит элемент И, первый вход которого является входом блока, подключенным к выходу генератора импульсов. Выход этого элемента подключен к входам сдвигового регистра и выполненного на динамических триггерах счетчика, выход которого через динамический дешифратор подключен к запускаящему входу триггера останова. Выход этого триггера является фазирующим выходом формирователя и подключен к первому входу мажоритарного элемента, выход которого подключен к входу триггера пуска, подключенного выходом к сбрасывающему входу триггера останова. Ко второму и третьему входу мажоритарного элемента подключены выходы триггеров привязки, синхронизирующий вход которых объединен с первым входом элемента И, а входы являются фазирующими входами блока. При этом выходы четных и нечетных разрядов сдвигового регистра подключены соответственно к запускающим и сбрасывающим входам  $f$  триггеров-формирователей, выходы которых являются фазирующими выходами блока.

Динамический триггер реализован как транзисторный усилитель с импульсным питанием в цепи коллектора. К базе транзистора усилителя в



качестве элемента памяти подключена LC цепь. При этом для исключения наводок на содержимое памяти индуктивность L этой цепи имеет две обмотки рабочую и компенсационную. Обмотки на ферритовом кольце намотаны встречно друг к другу, а концы компенсационной обмотки закорочены,

Предложенная обработка информации не отдельных звезд, а созвездий отсутствует в известных решениях. Кроме того наличие собственных БНПС и ПЭП, а также высокопроизводительных собственных вычислительных средств делает систему функционально и приборно завершенной и позволят успешно использовать ее в системах управления изделиями и объектами ракетно – комической техники(РКТ) и робототехнических комплексов(РТК).

К роме того введенные в аппаратуру САН структурные и схемные решения, направленные на нейтрализацию катастрофических отказов, а также сбоев, вызванных внешними неблагоприятными воздействиями(постоянным и импульсным ионизирующим излучением) а также изменением температуры окружающей среды в широком диапазоне также расширят область возможных применений предложенных способа и системы астронавигации в системах управления РКТ и РТК, работающими в экстремальных условиях в которых известные системы и устройства совершенно неработоспособны.

Чертежи системы и составляющих компонентов приведены на фигурах с 1 по 6.

Состав системы приведен на фигуре 1. Здесь цифрой 1 обозначено ОЭУ с ИО, цифрами 2-1 2-2 обозначены БИНПС и АСН. Цифрой 3 обозначена БЦВМ и цифрой 4 обозначена ПЭП.

На фигуре 2 приведена БИНПС. Здесь цифрами 21 обозначен блок акселерометров, цифрами 21-1 – СВУАК, Цифрами от 22-1 до 22-4 обозначены ДУС, цифрами 23 обозначено СВУДУС и цифрами 24 обозначен БМУ БИНПС.

БЦВМ приведена на фигуре 3. Здесь цифрами 31-1, 31-2 и 31-3 обозначены соответственно первый, второй, и третий управляющие процессоры. Цифрами 32 и 33 обозначены соответственно переключатель каналов и блок контроля.

Цифрами от 34-1 до 34-п обозначены вычислительные модули. Цифрами от 35-1 до 35-т обозначены модули связи. Цифрами 36-1 и 36-2 обозначены соответственно таймер и модуль обработки информации АСН и цифрами 37 и 38 обозначены соответственно ЗУСД и ДВВ.

ЗУСД приведено на фигуре 3-1. Здесь цифрами 311 и 312 обозначены соответственно первый и второй накопители, цифрами 313-1 и 313-2 обозначены соответственно первый и второй сумматоры метки времени и цифрами 314-1 и 314-2 обозначены соответственно первый и второй сумматоры массивов.

Блок контроля приведен на фигуре 3-2. На этой фигуре цифрами 321-1, 321-2 и 321-3 обозначены соответственно первый, второй и третий регистры соответственно. Цифрами 322-1, 322-2 и 322-3 обозначены соответственно первая, вторая и третья схемы совпадения, цифрами 323-1, 323-2 и 323-3, обозначены триггеры ошибок и цифрами 324 обозначена логическая схема. Переключатель каналов приведен на фигуре 3-3.

Вычислительный модуль приведен на фигуре 3-4, где цифрами 340 обозначен блок процессора, цифрами 341- блок запоминающего устройства, цифрами 342 обозначен блок синхронизатора и цифрами 343 обозначен блок связи по магистрали.

Модуль связи приведен на фигуре 3-5. Здесь цифрами 350 обозначен процессор, цифрами 351- запоминающее устройство, цифрами 352 обозначено устройство синхронизации, цифрами 353- устройство связи по магистрали и цифрами 354 и 355 обозначены соответственно кодирующее- декодирующее устройство и приемно-передающее устройство.

ПЭП приведена на фигуре 4. Здесь цифрами 41-1 и 41-2 обозначены первый и второй первичные источники соответственно, цифрами 42- первый коммутатор. Цифрами 43-1 и 43-2 обозначены соответственно первый и второй аккумуляторы, цифрами 44 – второй коммутатор и цифрами 45 и 46 обозначены соответственно БКУ и ИВЭП.

Система может быть реализована следующим образом:

ДУС и акселерометры реализуются в производстве ФГУП «НПО автоматики». Их СВУ реализуются там же на больших интегральных схемах(БИС) серий 1825 и 1620, изготавливаемых АО «Ангстрем», дополненных БИС, реализованных на базовых матричных кристаллах(БМК), серий 1555 и 1556, изготавливаемых также АО «Ангстрем». БЦВМ реализуется на БИС серий 11825 и 1620, дополненных БИС на основе БМК серий 1555 и 1556, которые все изготавливаются АО «Ангстрем». ЗУСД и ДВВ изготавливаются в производстве ФГУП «НПО автоматики» на основе дискретных элементов и бескорпусных микросхем, устанавливаемых в многокристальные сборки типа «Система в корпусе».

ОЭУ совместно с ИО изготавливается в производстве ЦКБ «Геофизика-Космос» и ПЗП изготавливается в производстве ФГУП «НПО автоматики» из микроэлектронных элементов, аттестованных для создания САУ изделиями РКТ и РТК, работающими в экстремальных условиях и полях ионизирующего излучения. При этом в качестве первичных источников энергии используются химический источник тока( ампульная батарея, ядерно- энергетическая установка или перспективный источник энергии - радиоизотопный теплоэлектрогенератор(РИТЭГ).

Система работает следующим образом. После задействования первичных источников энергии и выхода на рабочий режим ИВЭП по командам БЦВМ вводятся исходные данные для работы БИНПС и ОЭУ. Производится привязка оптических осей телескопов ОЭУ и выставка через ИО их оптических осей на расчетные углы визирования. Производится обсервация, т.е. фиксация звезд навигационных созвездий на ПЗС – матрицах, информация с которых поступает на обработку в СВУ ОЭУ (проведение внутрикадровой обработки) и определение навигационных углов визирования по информации снятой с обеих ПЗС- матриц после чего полученная по внутрикадровой обработке информация поступает на проведение межкадровой обработки по программам БЦВМ, которая формирует пакет навигационной информации о угловом положении

объекта, его угловых скоростях и координатах, скорости и ускорения центра масс объекта управления. Периодически по командам БЦВМ производится связь с АСН, по информации которой уточняются показания БИНПС и ОЭУ и формируются корреляционные матрицы ошибок этих подсистем, Эти ошибки учитываются в дальнейшем при решении навигационных задач в БЦВМ. Кроме того БЦВМ проводит периодический перевод всех вычислителей подсистем и собственных модулей ВМ и МС в режим тестовых проверок по результатам которых определяется исправность рабочих и резервных модулей и проводится реконфигурация их структуры с включением в работу исправных модулей. Проводится также определение предельно возможного быстродействия модулей и цифровых устройств системы и подсистем и установление перестройкой частоты генераторов импульсов максимально возможного быстродействия при текущем состоянии параметров их полупроводниковых элементов, связанным с изменением температуры окружающей среды и дозовыми эффектами в полупроводниковых структурах, вызванных ионизирующим излучением.

Периодически (раз в цикле решения задач) модули БЦВМ формируют рестартовые массивы для повторения вычислений цикла в случае сбоя их работы, вызванного импульсным внешним излучением или параметрическими отказами их элементов, и записывает эти массивы в ЗУСД, накопители которых блокируются на время воздействия и поледующего восстановления параметров элементов ДВВ и запрещается несанкционированное обращения к ним вызванные сбоями в работе модулей от внешних воздействий. Проведя самовосстановление своей работы, БЦВМ проводит перезапуск всех подсистем вводом набора уставок и исходных данных в память их вычислительных устройств. Для нейтрализации катастрофических отказов, вызванных старением и действием тяжелых заряженных частиц космического пространства БЦВМ и все функциональные компоненты подсистем и ОЭУ имеют резервирование.

Таким образом, введение в состав системы оптико- электронного устройства с двумя телескопами, устанавливаемые на заданной пространственной направлении через индивидуальные исполнительные органы, управляемые командами БЦВМ, наличие в составе этого устройства своего специализированного вычислительного устройства, обрабатывающего с высокой скоростью оптические изображения и ведущее их опознавание позволяет без участия оператора получать необходимую навигационную информацию, а наличие в составе системы собственной БИПС со встроенными своими специализированными вычислителями обеспечивает привязку осей телескопов к пространственным координатам объекта управления также без участия операторов. Введение в состав всех вычислителей перестраиваемых генераторов частоты ( импульсов) и перестройка напряжения постоянного питания обеспечивает подстройку быстродействия вычислительных узлов под фактическое быстродействие их полупроводниковых элементов, нейтрализуя тем самым параметрические уходы быстродействия элементов из-за изменения внешней температуры в широком диапазоне и действия дозовых факторов постоянных полей ионизирующего излучения, а наличие в БЦВМ ЗУСД с датчиком внешних воздействий позволяет восстановить работоспособность БЦВМ, а ее помощью и всей системы после импульсного внешнего электромагнитного или ионизирующего воздействия. Наличие аппаратного резерва компонентов позволяет автоматически без участия оператора нейтрализовать катастрофические отказы в компонентах системы, вызванные старением и действием тяжелых заряженных частиц космического пространства.

Предложенная обработка информации не отдельных звезд, а созвездий отсутствует в известных решениях. Кроме того наличие собственных БИПС и ПЭП, а также высокопроизводительных собственных вычислительных средств делает систему функционально и приборно завершенной и позволят успешно использовать ее в системах управления изделиями и объектами ракетно – комической техники(РКТ) и робототехнических комплексов(РТК).

Кроме того, введенные в аппаратуру САН структурные и схемные решения, направленные на нейтрализацию катастрофических отказов, а также сбоев, вызванных внешними неблагоприятными воздействиями(постоянным и импульсным ионизирующим излучением), а также изменением температуры окружающей среды в широком диапазоне также расширят область возможных применений предложенных способа и системы астронавигации в системах управления РКТ и РТК, работающими в экстремальных условиях в которых известные системы и устройства совершенно неработоспособны.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что предложенные способ система астронавигации обеспечивает получение достоверной навигационной информации при работе в экстремальных условиях и полях постоянного и импульсного ионизирующего излучения без участия человека-оператора.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ

### РЕФЕРАТ

Изобретение относится к области автоматики и может быть использовано при создании систем автоматического управления объектами и изделиями ракетно-космической техники (РКТ) и робототехнических комплексов (РТК), предназначенных для ликвидации последствий аварий, типа Чернобыльской и работающих в экстремальных условиях.

Экстремальность условий определяют широкий диапазон изменения температуры окружающей среды (от -60 до +125 градусов по Цельсию) и механические воздействия в виде ударов и широкополосной вибрации.

Кроме того эти системы должны работать в полях импульсного и непрерывного ионизирующего излучения

Навигация по звездам (включая Солнце и Луну) известна с давних времен. Ее широко использовали рыбаки, штурманы и капитаны судов дальнего плавания. Для навигации использовали два основных прибора - хронометр и секстан, позволяющие по видимым угловым координатам навигационной звезды, зная точное время и зафиксировав тем или иным образом плоскость местного горизонта, определить координаты судна в геоцентрической системе координат. Для решения задачи астронавигации систем автоматического управления РКТ РТК предложен Способ и система астронавигации.

Способ заключается в переходе от визирования одиночных звезд к визированию созвездий двумя телескопами, снабженными для регистрации изображения ПЗС матрицами, установленными в их фокусах, ортогонально оси каждого телескопа. Сами оси телескопов для повышения точности визирования разных созвездий также ортогональны друг другу. Снятая информация обрабатывается в два этапа. На первом Этапе проводится внутрикадровая обработка, и нейтрализующая собственные недостатки матриц в виде дефектных ячеек матрицы (пикселей) и паразитного заря пикселей в виде так называемого «темпового тока». На втором этапе проводится межкадровая

обработка заключается в попиксельном суммировании информации каждого пикселя разных кадров ( от трех до пяти и вычитания из полученных значений для каждого пикселя среднего значения, вычисляемого путем деления суммарной информации от сложения значений всех пикселей на их количество в матрице. Такая процедура позволяет исключить ложную информацию от светящихся движущихся объектов в пространстве как естественного( метеориты и т.п.), так и искусственного происхождения( отработанные ступени ракет - носителей, отработавшие ресурс спутники и т. п. ).

Система реализующая данный способ содержит оптико-электронное устройство (ОЭУ) с двумя телескопами, оси которых расположены ортогонально друг к другу. Телескопы размещены в трехступенном кардановом повесе что позволяет с помощью исполнительных органов ОЭУ, выставить по командам БЦВМ оси телескопов на расчетные направления визирования созвездий. В фокусе каждого телескопа , перпендикулярно его оси установлена своя ПЗС –матрица, информация которых после предварительной обработки в специализированном вычислительном устройстве обработки изображений передается в БЦВМ которая и производит формирование массива навигационных параметров, используя при этом показания акселерометров и датчиков угловой скорости, входящих в состав собственной бесплатформенной инерциальной навигационной подсистемы(БИНПС), в состав которой входит встроенный специализированный вычислитель. Реализованный как Нейровычислитель. Для коррекции показаний ОЭУ и БИНПС система имеет периферийную аппаратуру спутниковой навигации, а для обеспечения электропитанием всех компонентов система имеет собственную подсистему электропитания, содержащую первичные источники энергии, , буферные аккумуляторы и источник вторичного электропитания(ИВЭП , связанные между собой через коммутаторы, управляемые блоком контроля и управления.

ИВЭП включает управляемые модуль постоянного питания и формирователь синхроимпульсов, управляя которыми БЦВМ может переводить аппаратуру системы в режим экономичного энергопотребления снижая



номинал напряжений постоянного питания и частоту работы формирователя синхроимпульсов или в режим форсирования работы повышая напряжения питания и частоту синхроимпульсов. Все основные подсистемы и ИВЭП имеют внутренне резервирование со встроенными средствами управления и контроля а для нейтрализации сбоев в работе цифровых вычислителей, вызванных импульсным ионизирующим излучением от вспышек на Солнце и аварий ядерно-энергетических установок комических аппаратов в состав БЦВМ введено запоминающее устройство с санкционированным доступом с блокировкой записи информации по сигналам датчика внешних воздействий.

Используя сохраненную с этом запоминающем устройстве информацию БЦВМ производит восстановление собственной работы и работы вычислителей подсистем после сбоев, вызванных импульсным ионизирующим излучением, а нейтрализация параметрических отклонений в работе комплектующих элементов, вызванных изменением температуры и дозовыми эффектами в материале полупроводников, осуществляется упомянутой выше перестройкой ИВЭП.

Таким образом, наличие системы астронавигации с управляемым двухтелескопным оптико-электронным устройством, собственной БЦВМ, собственной бесплатформенной инерциальной подсистемы и собственной подсистемы электропитания, резервированных на различных уровнях и устойчивых к ионизирующему излучению и работающих в широком диапазоне изменения температуры окружающей среды позволяет использовать предлагаемый способ визирования созвездий с реализующей его системой астронавигации в системах управления изделиями и объектами РКТ и РТК, работающими в экстремальных условиях и полях ионизирующего излучения.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ ФОРМУЛА

П.1.Способ и система астронавигации, основанная на установление средствами инерциальной навигации плоскости местного горизонта и выставки оптических осей оптоэлектронного устройства на предварительно рассчитанные углы визирования одной или двух навигационных звезд, отличающаяся тем, что проводят в заранее рассчитанный точный момент времени визирование от двух до пяти созвездий двумя телескопами оптоэлектронного устройства с оптическими осями, расположенными под углом  $\pi/2$  друг другу, причем вначале проводят внутрикадровую обработку, заключающуюся в замере светового фона звездного неба и замере шумовых сигналов самого оптоэлектронного устройства, при оптически, плотно закрытых диафрагмами и светозащитным устройством объективах телескопов, а после этого проводят обсервацию созвездий, вычитая из полученной информации о яркости светил созвездий сигналов светового фона и шумовых сигналов оптоэлектронного устройства, и, после нахождения оптических центров яркости светил созвездия, производят опознавание созвездия путем попарного сравнения расстояния между отдельными элементами созвездия с их эталонным значением, хранящимся в памяти БЦВМ виде каталога навигационных созвездий, и переходят к межкадровой обработке, состоящей в суммировании всего поля видимого пространства в приемных ПЗС- матрицах и получения среднего значения светимости для каждого ее адреса( пикселя), которое затем вычитают из значений яркости светил опознанного созвездия совместно с вычитанием значения фона звездного неба и шумов оптико-электронного устройства, после чего полученные значения яркости элементов созвездия после трех или пяти считываний разных кадров суммируют значения токов для всех пикселей(элементов) ПЗС- матрицы и из полученных значений вычитают найденное среднее значение для каждого пикселя.

П.2. Система и способ астронавигации по п.1, отличающиеся тем, что система астронавигации содержит оптоэлектронное устройство со специализированным вычислительным устройством обработки изображений, фотозащитным устройством, диафрагмой и исполнительными органами выставки телескопов, подключенное к бортовой цифровой вычислительной машине, к которой через магистральные мультиплексные магистрали подключены аппаратура спутниковой навигации, бесплатформенная инерциальная навигационная подсистема, исполнительные органы оптоэлектронного устройства и подключенную установочным входом к управляющему выходу бортовой цифровой вычислительной машины подсистему электропитания.

П.3. Система по п.2, отличающаяся тем, что бесплатформенная инерциальная навигационная подсистема содержит блок акселерометров, выходы трех акселерометров которого подключены к входам специализированного вычислительного устройства акселерометров, и блок датчиков угловой скорости, выходы каждого из четырех датчиков которого подключены к входам своего специализированного вычислительного устройства датчиков угловой скорости, вход - выход которого совместно с входом – выходам специализированного вычислительного устройства акселерометров через мультиплексную магистраль подключен к бортовой цифровой вычислительной системе.

П. 4. Система по п.2, отличающаяся тем, что оптико-электронное устройство содержит два телескопа с приемными ПЗС матрицами в фокусах их оптических осей, расположенных ортогонально друг к другу с подключенным к выходам матриц специализированным вычислительным устройством обработки изображений, магистральный мультиплексный вход- выход которой является входом – выходом устройства.

П.5 . Система по п.2, отличающаяся тем, что бортовая цифровая вычислительная машина содержит первый, второй и третий управляющие процессоры, подключенные выходами к входам блока контроля и

переключателя каналов, управляющие входы которого подключены к выходам блока контроля, причем установочный выход переключателя является установочным выходом машины, а два магистральных входа- выходы переключателя каналов подключены к системной дублированной магистрали, к которой подключены  $n$  вычислительных модулей и  $m$  модулей связи по мультиплексным магистралям, являющимися магистральными связями машины с остальными подсистемами и аппаратурой спутниковой навигации, при этом к магистрали подключен таймер и запоминающее устройство с санкционированным доступом, блокирующий вход которого подключен к выходу датчика внешнего воздействия.

П. 6. Система по п.2, отличающаяся тем, что подсистема электропитания содержит первый и второй первичные источники энергии, подключенные выходами к первой группе входов блока контроля и управления и входам первого коммутатора, выходы которого подключены к входам первого и второго аккумуляторов, подключенных выходами к входам второй группы входов блока контроля и управления, и входам второго коммутатора, подключенного выходом к силовому входу источника вторичного электропитания, выходы постоянного и импульсного питания и выходы синхроимпульсов которого являются одноименными выходами подсистемы, а установочный вход которой является установочным входом источника вторичного электропитания и блока контроля и управления, управляющие выходы которого подключены к управляющим входам коммутаторов.

П.7. Система по п.3, отличающаяся тем, что блок акселерометров, содержит три акселерометра, оси чувствительности которых расположены по трем смежным, исходящим из одной вершины граням условного куба, диагональ которого совпадает с основной приборной осью подсистемы и объекта управления, а выходы чувствительных элементов подключены в входам специализированного вычислительного устройства акселерометров, вход- выход которого является входом- выходом блока.

П.8. Система по п.3, отличающаяся тем, что блок датчиков угловой скорости содержит четыре датчика угловой скорости, оси трех из которых совпадают с исходящими из одной вершины гранями условного куба, а ось четвертого совпадает с исходящей из той же вершины диагональю этого куба, причем выходы всех датчиков подключены к входам специализированного вычислительного устройства датчиков угловой скорости, вход- выход которого является входом- выходом блока.

П. 8. Система по п. 4, отличающаяся тем, что специализированное вычислительное устройство обработки изображений содержит управляющий микропроцессор, входы и вход – выход которого являются входами и входом - выходом устройства, а через первую магистраль к нему подключено к вычислительных микропроцессоров подключенных через вторую магистраль к обрабатываемому запоминающему устройству, подключенного двунаправленной связью к управляющему микропроцессору, установочный выход которого подключен к установочным входам обрабатывающего блока микропрограммного управления , содержащего обрабатывающий синхронизатора, управляющие и синхронизирующие выходы которых подключены к соответствующим входами всех микропроцессоров и обрабатывающего запоминающего устройства.

П. 9. Система по п.7, отличающаяся тем , что специализированное вычислительное устройство акселерометров содержит микропроцессор, входы и вход- выход которого являются входами и входом - выходом устройства, а выход микропроцессора подключен через буферный регистр к входам п, соединенных последовательно шинами переноса, умножителей, выходы которых подключены к входам сумматора, подключенного выходом к входу первого блока связи, вход выход которого является входом- выходом устройства, а вход блока связи подключен к установочным входам первого блока микропрограммного управления, содержащего первый блок синхронизации, управляющие и синхронизирующие выходы которых подключены к соответствующим входам остальных компонентов устройства.

П. 10. Система по п. 7, отличающаяся тем, что акселерометр содержит счетчик к входу которого подключен выход чувствительного элемента акселерометра, который выполнен как кварцевый задающий генератор, скол кварца которого является осью чувствительности элемента, а выход счетчика является выходом акселерометра.

П. 11. Система по п. 8 отличающаяся тем, что специализированное устройство датчиков угловой скорости содержит первый и второй матричные вычислители, к которым через магистраль подключены матричное запоминающее устройство и второй блок связи, вход - выход которого является входом выходом устройства, а выход подключен к установочным входам второго блока микропрограммного управления содержащего второй блок синхронизации, управляющие и синхронизирующие выходы которых подключены к соответствующим входам остальных компонентов устройства.

П.12 Система по п. 8, отличающаяся тем, что датчик угловой скорости содержит расположенные на одной оси чувствительный элемент грубого отсчета и чувствительный элемент точного отсчета, которые выполнены идентично и каждый из них содержит задающий генератор, выход которого является контрольным выходом датчика и подключен к входу передатчика оптического и вычитающему входу дифференциального счетчика, к суммирующему входу которого подключен выход приемника оптического, подключенного к выходу намотанного в виде катушки волокна оптического, к входу которого подключен выход передатчика оптического, а выход каждого счетчика является выходом датчика, установочный вход которого является установочным входом задающих генераторов.

П.13. Система по п.5, отличающаяся тем, что таймер содержит первый и второй таймерные счетчики формирователи и контрольный счетчик, подключенные выходами к таймерному устройству контроля, а через магистраль – к таймерному устройству связи, подключенного входом к выходу устройства контроля, причем входы - выходы устройства связи являются входами –выходами таймера.

П. 14. Система по п. 5, отличающаяся тем , что блок контроля содержит первый, второй и третий регистры, входы которых являются входами блока, причем выход первого регистра подключен к первым входам первой и третьей схем совпадения, выход второго регистра подключен к о второму входу первой схемы совпадения и первому входу второй схемы совпадения, а выход третьего регистра подключен ко вторым входам второй и третьей схем совпадения а выходы всех схем совпадения подключены к входам логической схемы, выходы которой являются выходами блока.

П.15. Система по п. 5, отличающаяся тем , что переключатель каналов содержит три полевых транзистора, истки которых являются входами, стоки – выходами , управляющие входы соединены с затворами транзисторов.

П. 16. Система по п. 5, отличающаяся тем, что запоминающее устройство с санкционированным доступом содержит первый и второй накопители, блокирующие входы которых являются блокирующим входом запоминающего устройства, вход- выход каждого из накопителей подключен к шине связи запоминающего устройства, к которой через первую и вторую двунаправленные связи подключен соответственно первый и второй сумматоры массивов, каждый из которых через свою, соответственно первую и вторую массивную двунаправленную связи подключен к своему, соответственно первому и второму накопителю, к каждому из которых через свою, соответственно, первую и вторую временную двунаправленную связи подключен выход соответственно, первого и второго сумматоров времени, вход каждого из которых является входом метки времени запоминающего устройства.

П. 17. Система по п. 5, отличающаяся тем, что датчик внешнего воздействия содержит чувствительный элемент, подключенный выходом к входу формирователя сигнала, кодовый вход которого является кодовым входом датчика, выход формирователя является выходом датчика.

П.18. Система по п.6,отличающаяся тем, что источник вторичного электропитания содержит модуль постоянного питания и модуль импульсного

питания, силовые входы которых являются силовым входом источника, а выходы постоянного и импульсного питания – одноименными выходами источника, установочный вход которого является установочным входом модуля постоянного питания и формирователя синхроимпульсов, три управляющих выхода которого подключены к управляющим входам модуля импульсного питания, а синхронизирующие выходы, и выход метки времени являются одноименными выходами источника.

П. 19. Система по п.17, отличающаяся тем, что модуль постоянного питания содержит три конвертора, силовые и установочные входы которых являются одноименными входами модуля, а их частотные выходы и выходы постоянного питания подключены соответственно к частотным входам и контрольным входам блока управления и контроля, причем выходы постоянного питания через блок отключения подключены к входам блока выравнивания, выход которого является выходом модуля и подключен к дополнительному контрольному входу блока управления и контроля, установочный вход которого является одноименным входом модуля.

П.20. Система по п.17, отличающаяся тем, что модуль импульсного питания содержит три идентичные цепи, объединенные с каждой из сторон, одна из которых является силовым входом модуля вторая – выходом, причем в каждой цепи последовательно включены два полевых транзистора, а три входных управляющих сигнала разведены таким образом, что каждый из них подключен к затворам двух транзисторов, установленных в разных цепях, образуя выборку « 2 из 3».

П.21. Система по п. 17, отличающаяся тем, что формирователь синхроимпульсов содержит первый, второй и третий генераторы импульсов, выход каждого из которых подключен к входу своего, соответственно первого, второго и третьего блока фазирования, фазирующий выход каждого из которых подключен к фазирующим входам двух других блоков и фазирующим входам блока мажоритации, к синхронизирующим входам которого подключены



синхронизирующие выходы блоков фазирования, а выходы блока мажоритации являются синхронизирующими выходами, выходом метки времени и трех управляющих сигналов формирователя.

П. 22. Система по п. 18, отличающаяся тем, что блок отключения содержит три полевых транзистора, истоки которых являются входами, стоки выходами, а управляющие входы соединены с затворами транзисторов.

П. 22. Система по п.18, отличающаяся тем, что блок выравнивания содержит три идентичные ветви, в каждой из которых установлены последовательно включенные резистор и диод, причем первый вывод резистора является входом, второй вывод подключен к аноду диода, а катоды диодов объединены и являются выходом блока.

П. 23. Система по п.18, отличающаяся тем, что конвертор содержит последовательно включенные фильтр, вход которого является силовым входом конвертора, трансформатор с включенным в первичную обмотку транзистором - прерывателем, выпрямляющий диод, выходной фильтр, выход которого является выходом конвертора и подключен к входу преобразователя напряжения в частоту, подключенного выходом к входу элемента развязки, выход которого является частотным выходом конвертора и подключен к входу частотно- импульсного модулятора, установочный вод которого является установочным входом конвертора, а выход подключен к базе транзистора - прерывателя.

П 24. Система по п. 18, отличающаяся тем, что блок управления и контроля содержит первый, второй, третий и четвертый частотные счетчики, входы первых трех из которых являются частотными входами блока, а вход четвертого счетчика подключен к выходу контрольного преобразователя напряжения в частоту, , входы которого являются контрольными дополнительным контрольным входами блока, , у которого выход первого частотного счетчика подключен к первым входам первого и третьего сумматоров, выход второго частотного счетчика подключен к первому входу второго сумматора и второму входу первого сумматора , выход третьего

частотного счетчика подключен ко вторым входам второго и третьего сумматоров а выход четвертого счетчика подключен к первому входу четвертого сумматора, ко второму входу которого подключен выход регистра кода, вход которого является установочным входом блока и объединен с входом регистра допуска, выход которого подключен к первым входам первого, второго, третьего и четвертого устройств сравнения, ко вторым входам каждого их которых подключен выход своего, соответственно первого, второго, третьего и четвертого сумматоров, а выход каждого из устройств сравнения, первого, второго, третьего и четвертого через свой, соответственно первый, второй, третий и четвертый контрольные триггеры подключены к входам логического устройства, выходы которого являются управляющими выходами блока.

П. 25. Система по п.20, отличающаяся тем, что генератор импульсов содержит  $n$  последовательно включенных инверторов, выходы которых подключены к входам первого мультиплексора, выход которого является выходом блока и подключен к входу первого инвертора и входу первого счетчика частоты, выходы которого подключены к первым входам первой схемы сравнения, ко вторым входам которой подключены выходы регистра кода частоты, а инкрементный и декрементный выходы этой схемы сравнения подключены к одноименным входам первого счетчика кода частоты, выходы которого подключены к управляющим входам первого мультиплексора, а установочный вход этого счетчика объединен с входом регистра кода частоты и является установочным входом генератора.

П. 26. Система по п.20, отличающаяся тем, что блок фазирования содержит логический элемент, первый вход которого является входом блока, а выход подключен к входам сдвигового регистра и выполнено на динамических триггерах динамического счетчика, выход которого через дешифратор подключен к запускаящему входу триггера останова, выход которого является фазирующим выходом блока и подключен ко второму входу логического элемента и первому входу мажоритарного элемента, ко второму и третьему

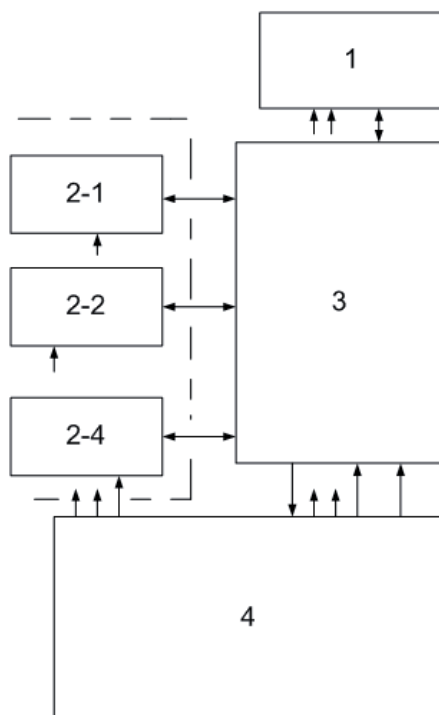
входу которого подключены выходы триггеров привязки, входы которых являются фазирующими входами блока, при этом выходы четных и нечетных разрядов сдвигового регистра подключены соответственно к запускающим и сбрасывающим входам триггеров формирователей, выходы которых являются синхронизирующими выходами блока.

П. 27. Система по п. 23, отличающаяся тем, что фильтр содержит в плюсовой цепи диод, анод которого является входом, катод – выходом причем между катодом и минусовой шиной установлен низкочастотный конденсатор, а минусовая шина и катод дополнительно, каждый через свой высоко частотный конденсатор подключены к шине земли.

П. 28. Система по п. 23, отличающаяся тем, что частотно- импульсный модулятор содержит группу последовательно соединенных инверторов, подключенных выходами к входам второго мультиплексора, выход которого подключен к входу первого инвертора и является выходом модулятора, вход которого является входом второго счетчика частоты, подключенного выходами к первым входам второй схемы сравнения, ко вторым входам которой подключены выходы второго регистра кода частоты, а инкрементный и декрементный выходы этой схемы сравнения подключены к одноименным входам второго счетчика кода частоты, выходы которого подключены к управляющим входам второго мультиплексора, а вход второго счетчика кода частоты объединен с входом второго регистра частоты и является установочным входом модулятора.

П. 29. Система по п. 26, отличающаяся тем, что динамический триггер выполнен как транзисторный усилитель, к базе транзистора которого помимо резисторного делителя подключена выполняющая роль элемента памяти LC цепь, индуктивность  $L$  которой имеет рабочую обмотку и намотанную поверх нее, встречно- компенсационную, концы которой закорочены.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІЇ



ФИГ.1. СОСТАВ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

МАНЬКО Н. Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.

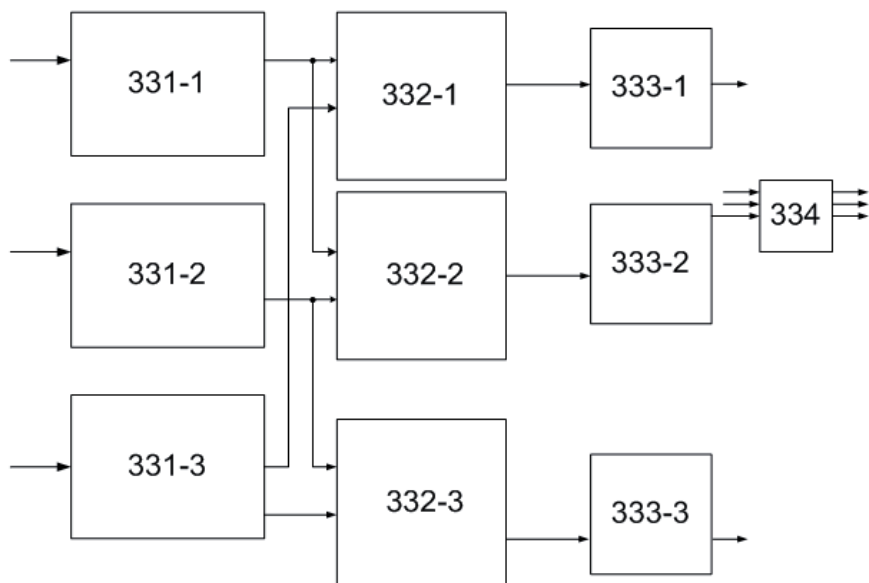
УМАНСКИЙ А. Б.

ШАЛИМОВ Л. Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ



ФИГ.3-3 БЛОК КОНТРОЛЯ

АВТОРЫ:

АНТИМИРОВ В.М.

ЗЫКОВА Л. Г.

. ТРАПЕЗНИКОВ М. Б

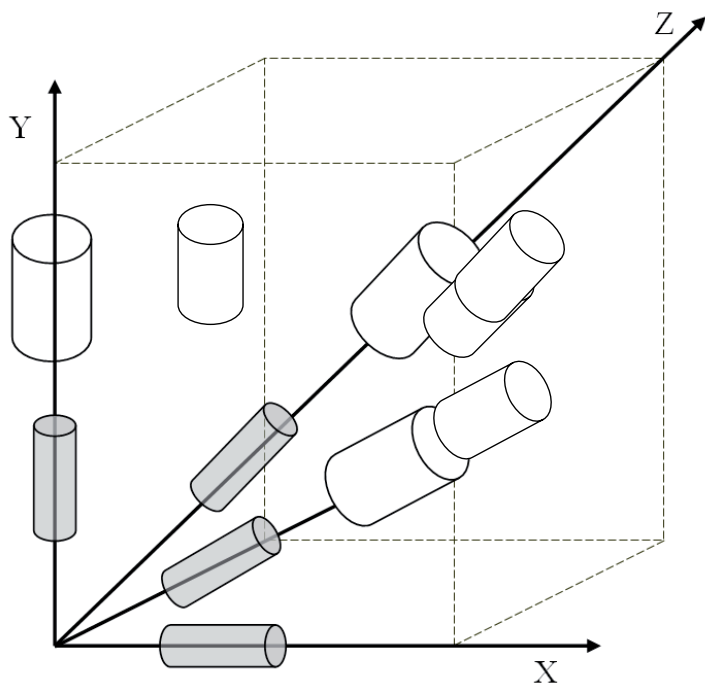
ЛИТВИНЕНКО С. П.

ШАЛИМОВ Л. Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

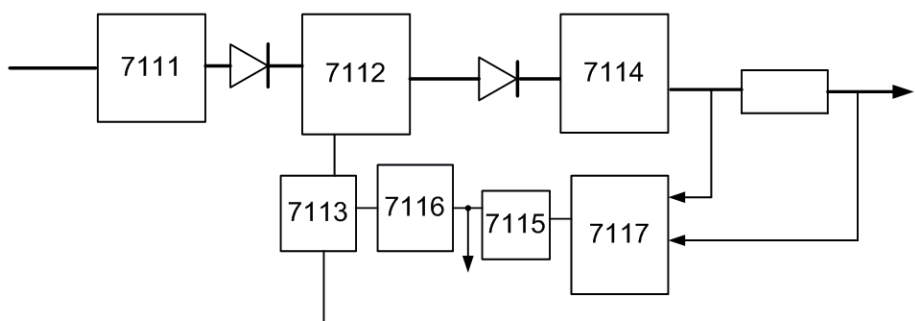
## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ



ФИГ. 2 – Расположение блоков ДУС

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В. М.  
МАНЬКО Н.Г.  
ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.  
УМАНСКИЙ А. Б.  
ШАЛИМОВ Л.Н.  
ШЕСТАКОВ Г. В.  
ШТЫКОВ А. Н.

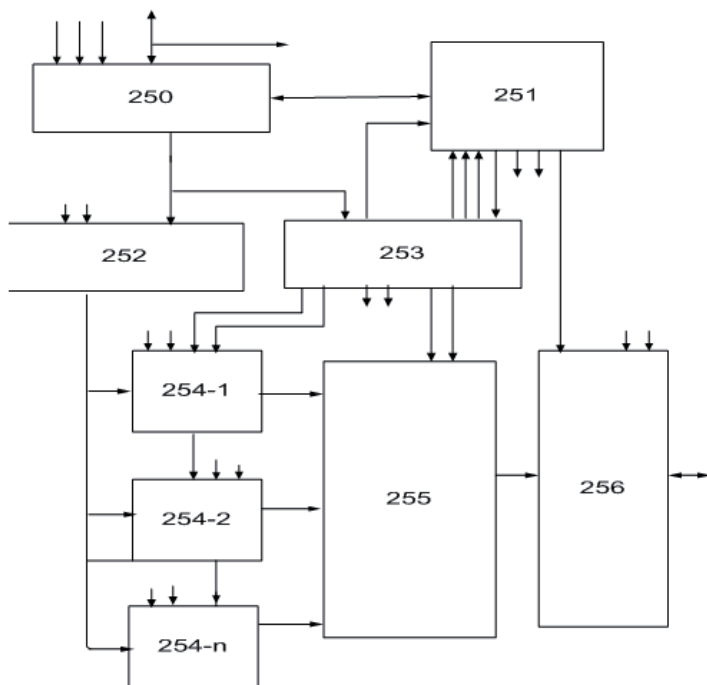
## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІИ



ФИГ.7-1-1. КОНВЕРТОР

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В. М.  
ЗЫКОВА Л.Г.  
МАНЬКО Н.Г.  
ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.  
ШАЛИМОВ Л. Н.  
ШЕСТАКОВ Г. В.  
ШТЫКОВ А. Н.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІЇ

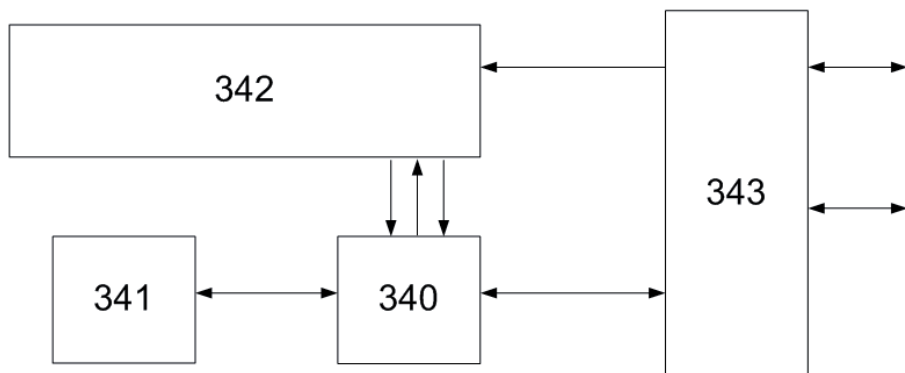


ФИГ.2-5СВУ ДУС

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В.М.  
ВДОВИН А. С.  
МАНЬКО Н.Г.  
ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.  
УМАНСКИЙ А. Б.  
ШАЛИМОВ Л. Н.  
ШЕСТАКОВ Г. В.  
ШТЫКОВ А. Н.



## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ



ФИГ3-4 ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В.М.

ВДОВИН А. С.

МАНЬКО Н. Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.

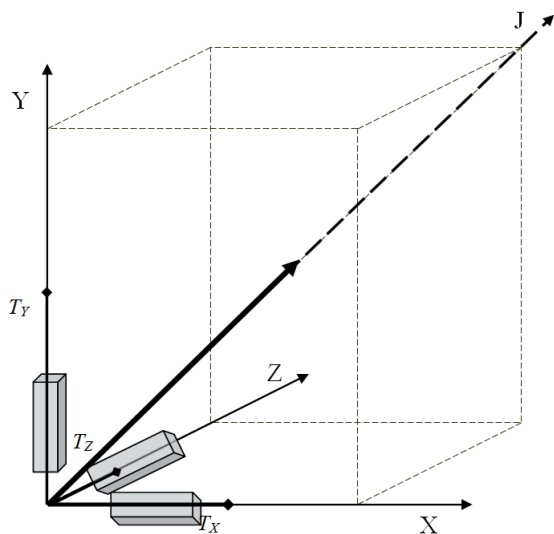
УМАНСКИЙ А. Б.

ЩАЛИМОВ Л. Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ



ФИГ. 2-1 – РАСПОЛОЖЕНИЕ ЧЭ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

МАНЬКО Н. Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.

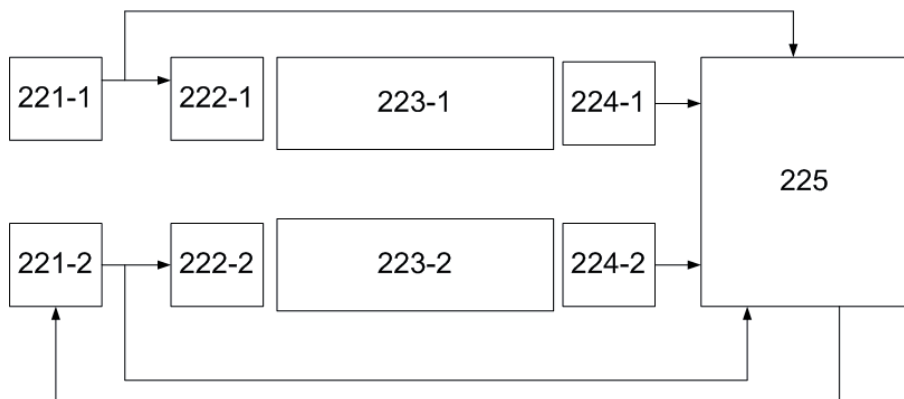
УМАНСКИЙ А. Б.

ШАЛИМОВ Л. Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

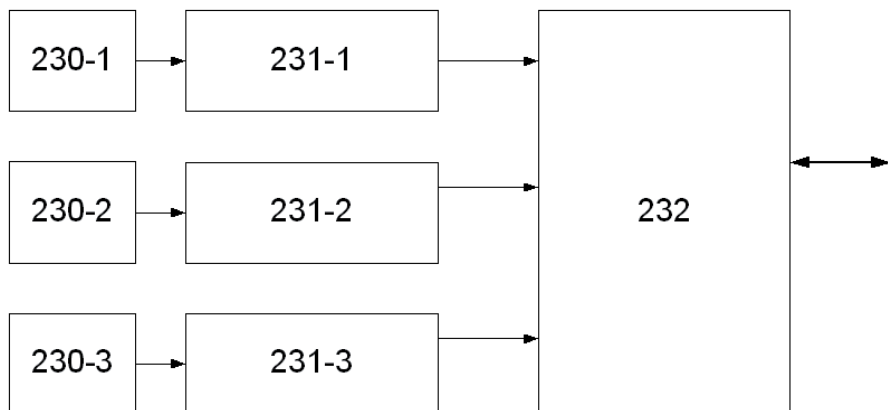
## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІЇ



ФИГ. 2-2 БЛОК ДУС

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В. М.  
ВДОВИН А. С  
МАНЬКО Н. Г.  
ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.  
УМАНСКИЙ А. Б.  
ШАЛИМОВ Л. Н.  
ШЕСТАКОВ Г. В.  
ШТЫКОВ А. Н.

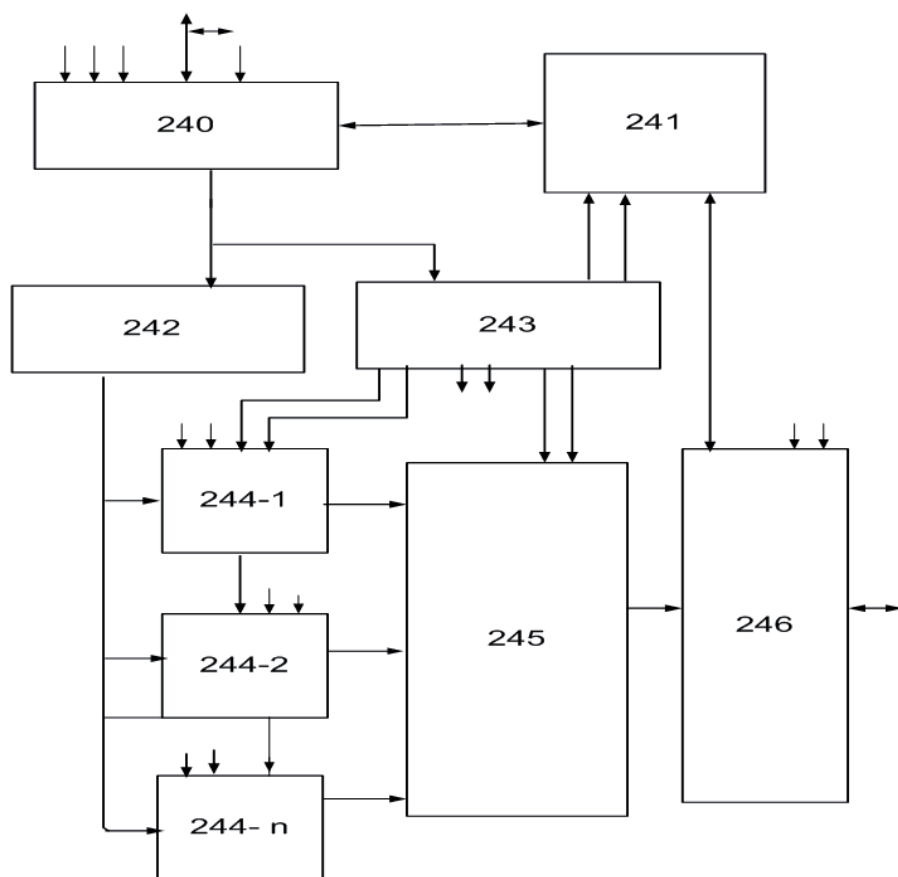
## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІЇ



ФИГ. 2-3 БЛОК АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В. М.  
ВДОВИН А. С.  
МАНЬКО Н. Г.  
ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.  
УМАНСКИЙ А. Б.  
ШАЛИМОВ Л.Н.  
ЩЕСТАКОВ Г. В.  
ШТЫКОВ А. Н.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІЇ



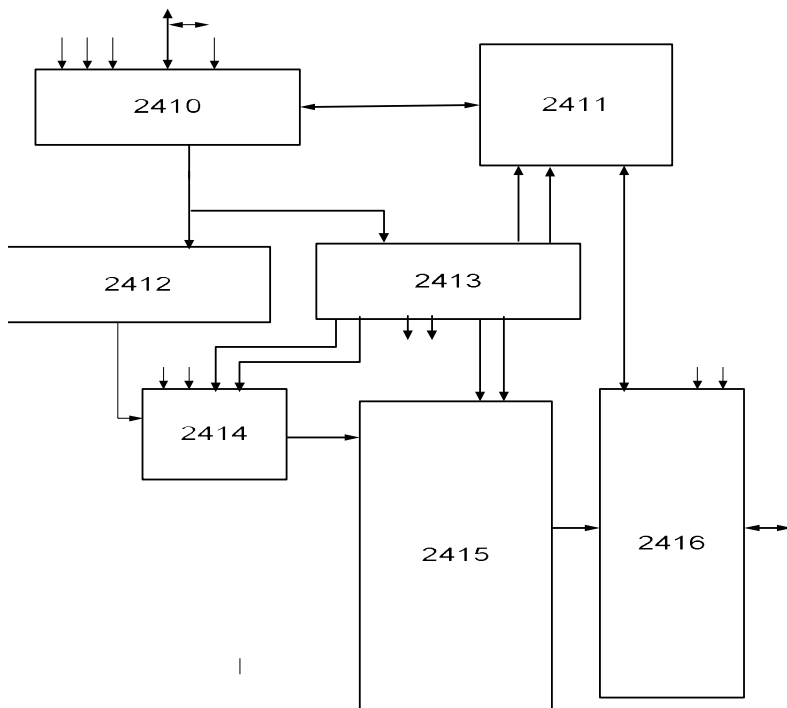
ФИГ.2-4СВУ ДУС

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В.М.  
ВДОВИН А. С.  
МАНЬКО Н. Г.  
ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.  
УМАНСКИЙ А. Б.  
ШАЛИМОВ Л. Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

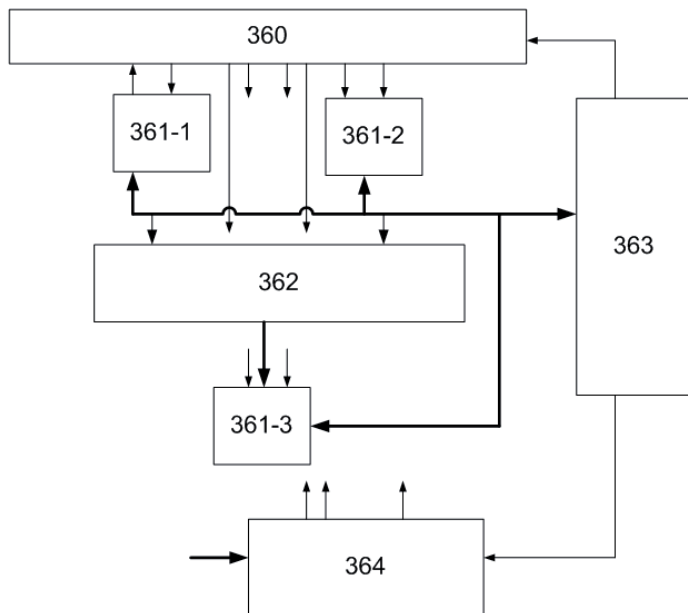
## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІЇ



ФИГ.2-41СВУ АК

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В.М.  
ВДОВИН А. С.  
МАНЬКО Н. Г.  
ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.  
УМАНСКИЙ А. Б.  
ШАЛИМОВ Л. Н.  
ШЕСТАКОВ Г. В.  
ШТЫКОВ А. Н.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ

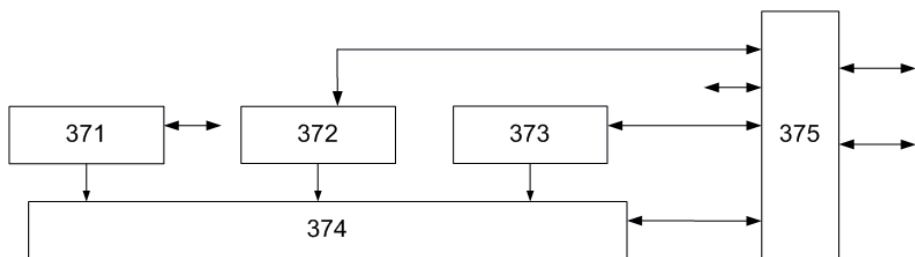


ФИГ. 3-6 МАТРИЧНЫЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬ

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В. М.  
ВДОВИН А. С.  
МАНЬКО Н. Г.  
ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.  
УМАНСКИЙ А. Б.  
ШАЛИМОВ Л. Н.  
ШЕСТАКОВ Г. В.  
ШТЫКОВ А. Н.



## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ



ФИГ. 3-7 ТАЙМЕР

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

ВДОВИН А. С.

МАНЬКО Н.Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М.Б.

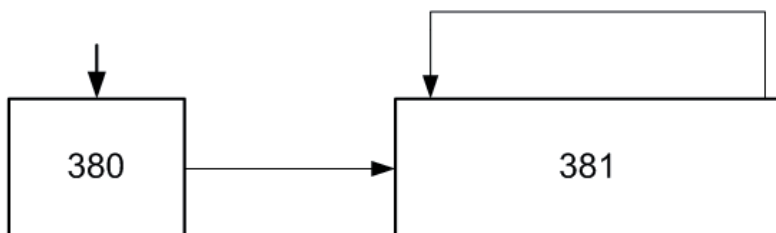
УМАНСКИЙ А. Б.

ШАЛИМОВ.Л. Н.

ШЕСТАКОВ Г.В.

ШТЫКОВ А. Н

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІИ



ФИГ.3- 8 БЛОК СИНХРОНИЗАЦИИ

АВТОРЫ:

АНТИМИРОВ В.М.

ВДОВИН А. С

МАНЬКО Н. Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.

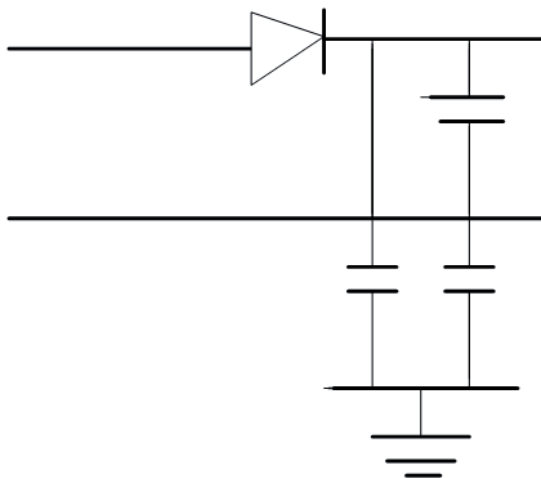
УМАНСКИЙ А. Б.

. ШАЛИМОВ Л.Н

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

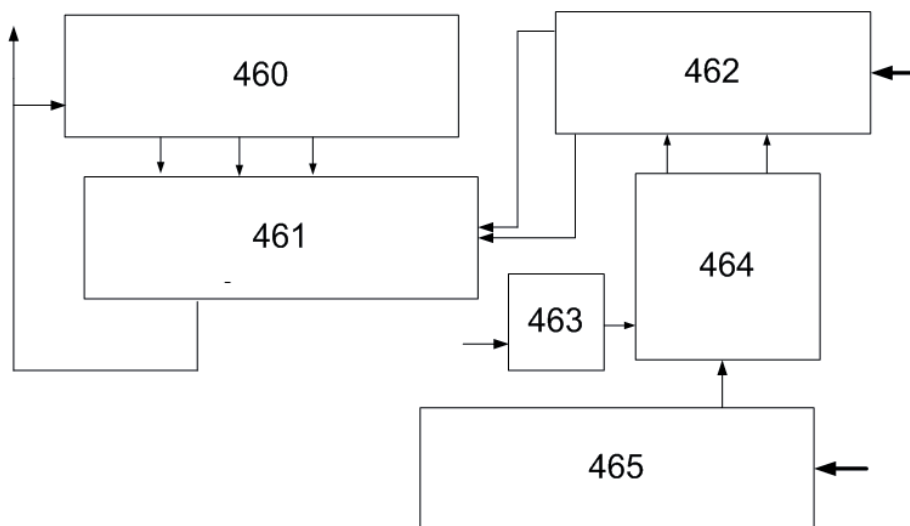
## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІЇ



ФИГ.71-3. ФИЛЬТР

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В.М.  
ВДОВИН А. С.  
МАНЬКО Н.Г.  
ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.  
УМАНСКИЙ А. Б.  
ШАЛИМОВ Л. Н.  
ШЕСТАКОВ Г. В.  
ШТЫКОВ А. Н.

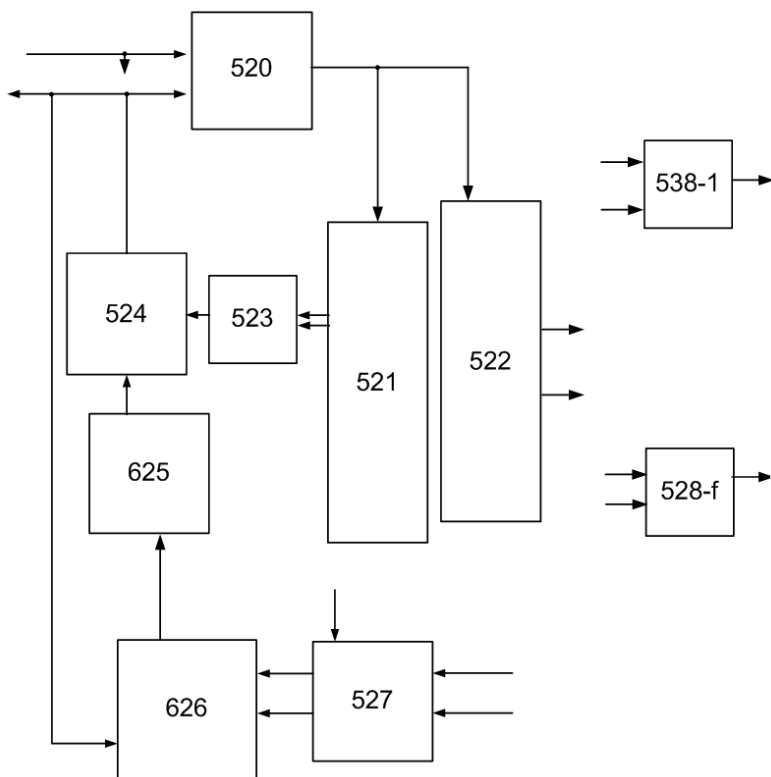
## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ



ФИГ.4-6 ЧАСТОТНО – ИМПУЛЬСНЫЙ МОДУЛЯТОР

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В.М.  
ВДОВИН А. С.  
МАНЬКО Н.Г.  
ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.  
УМАНСКИЙ А. Б.  
ШАЛИМОВ Л.Н  
ШЕСТАКОВ Г. В.  
ШТЫКОВ А. Н.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ



ФИГ.5-2 БЛОК ФАЗИРОВАНИЯ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В.М.

ВДОВИН А. С.

МАНЬКО Н.Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.

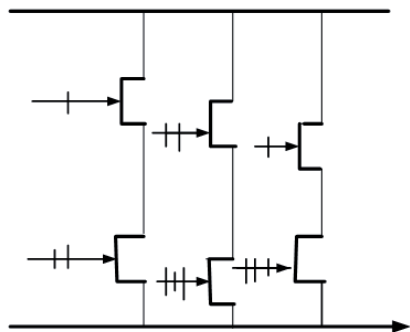
УМАНСКИЙ А. Б.

ШАЛИМОВ Л. Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

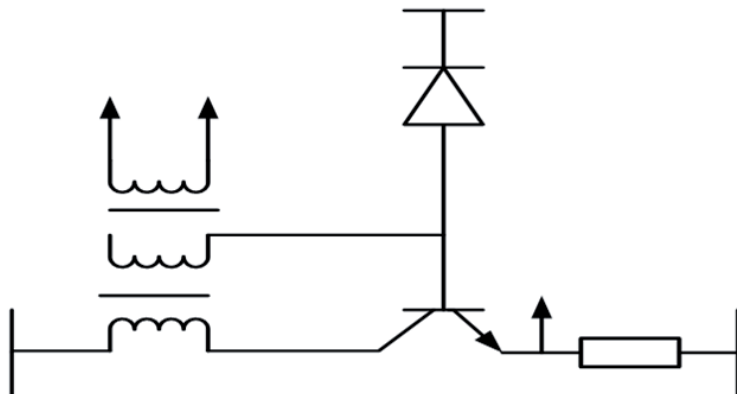
## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ



ФИГ. 7-2 МОДУЛЬ ИМПУЛЬСНОГО ПИТАНИЯ

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В. М.  
ЗЫКОВА Л. Г.  
МАНЬКО Н. Г.  
ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.  
ШАЛИМОВ Л. Н.  
ШЕСТАКОВ Г. В.  
ШТЫКОВ А. Н.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ



ФИГ.7. ДАТЧИК ВНЕШНЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

МАНЬКО Н. Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.

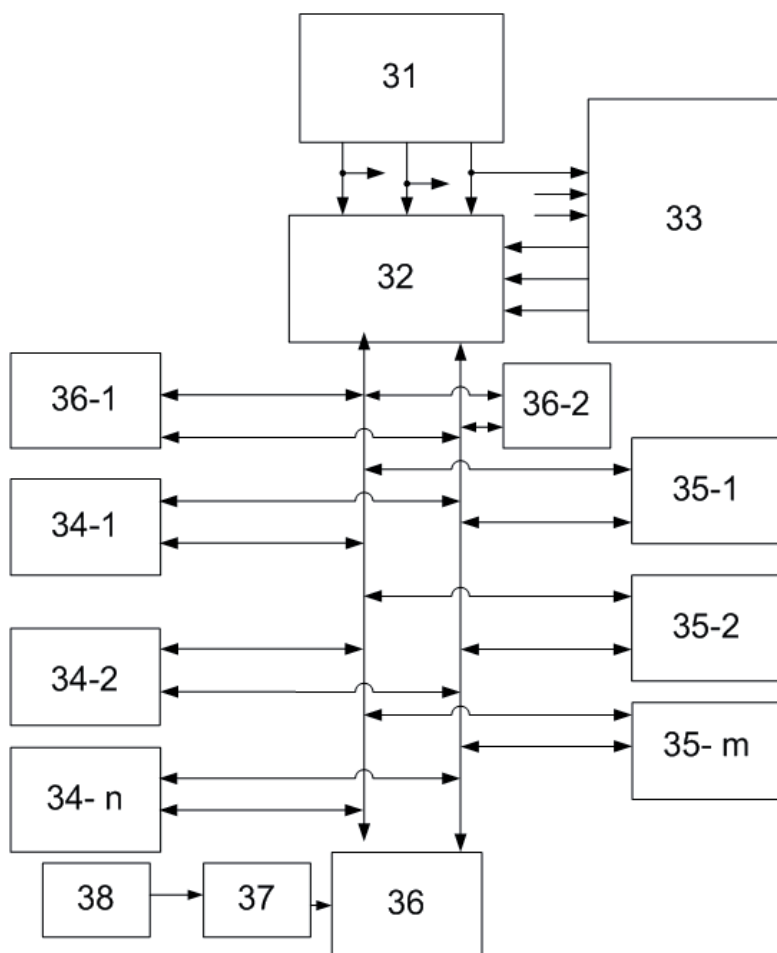
УМАНСКИЙ А. С.

ШПЛИМОВ Л. Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

# СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІЇ



ФИГ.3 БЦВМ

АВТОРЫ:  
. АНТИМИРОВ В. М.  
ВДОВИН А.С.  
МАНЬКО Н. Г.



ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.

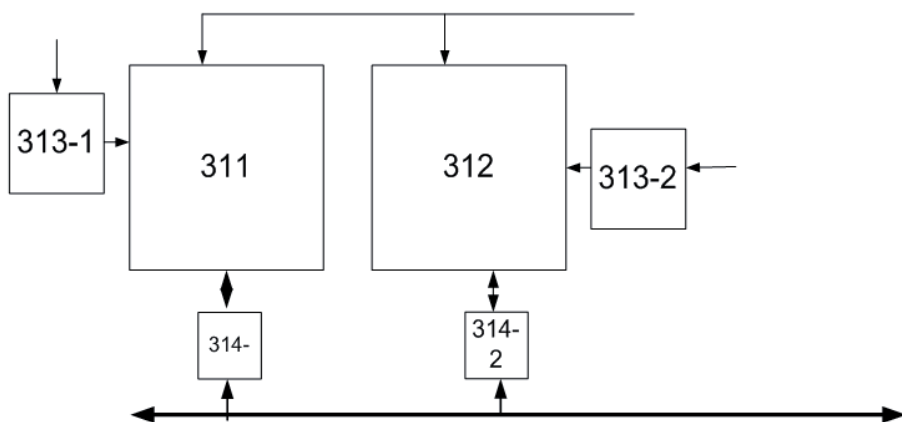
УМАНСКИЙ А. Б.

ЩАЛИМОВ Л. Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

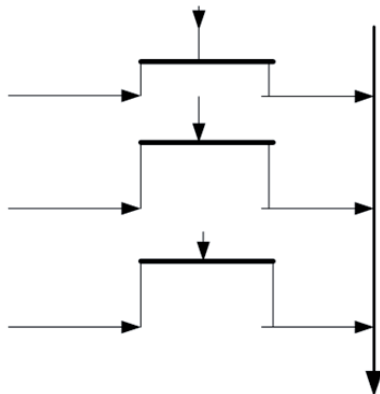
## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ



ФИГ.3-1 ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО СД

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В.М.  
МАНЬКО Н. Г.  
ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.  
УМАНСКИЙ А. Б.  
ШАЛИМОВ Л. Н.  
ШЕСТАКОВ Г. В.  
ШТЫКОВ А. Н.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІЇ



ФИГ.3-2. ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ КАНАЛОВ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В.М.

ВДОВИН А. С.

МАНЬКО Н. Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.

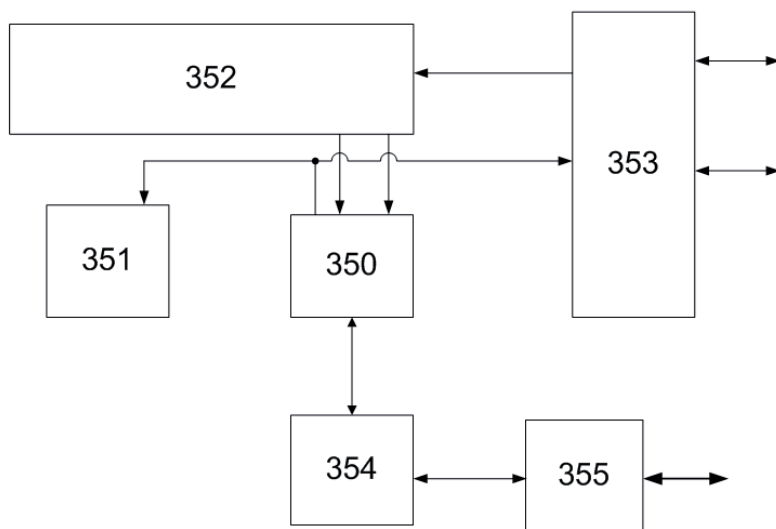
УМАНСКИЙ А. Б.

ШАЛИМОВ Л. Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

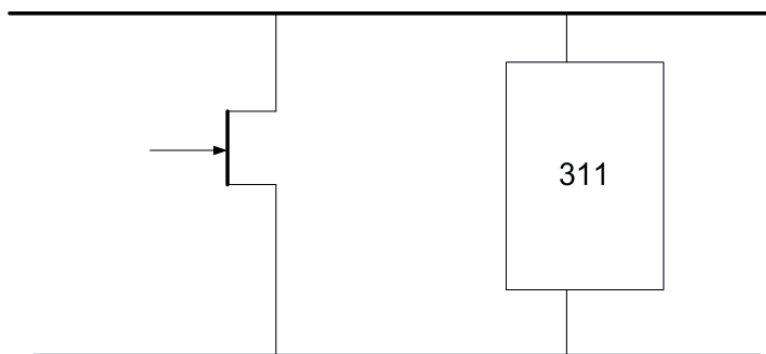
## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІИ



ФИГ3-5. МОДУЛЬ СВЯЗИ

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В.М  
ВДОВИН А. С..  
МАНЬКО Н. Г.  
ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.  
УМАНСКИЙ А. Б.  
ШАЛИМОВ Л.Н.  
ШЕСТАКОВ Г. В.  
ШТЫКОВ А. Н.

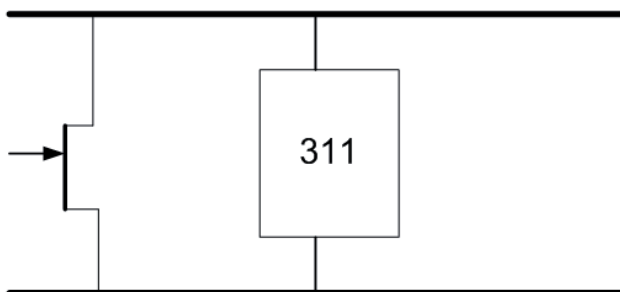
## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІЇ



ФИГ. 3-11. НАКОПИТЕЛЬ

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В. М.  
ВДОВИН АЮ С.  
МАНЬКО Н. Г.  
ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.  
УМАНСКИЙ А. Б.  
ШАЛИМОВ Л. Н.  
ШЕСТАКОВ Г. В.  
ШТЫКОВ А. Н.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІИ



ФИГ. 3-11 НАКОПИТЕЛЬ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

МАНЬКО Н. Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.

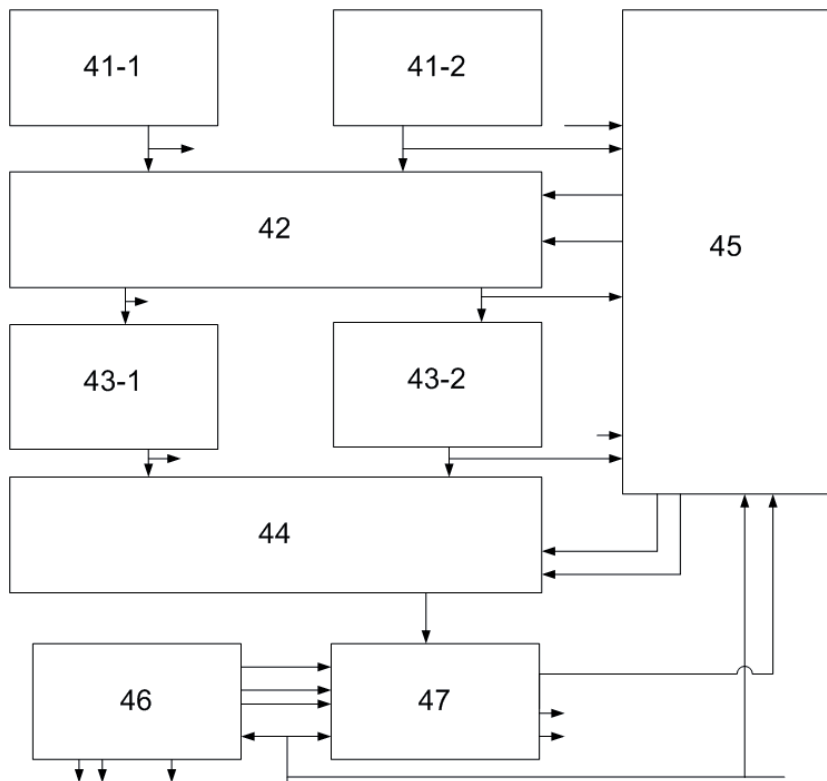
УМАНСКИЙ А. Б.

ШАЛИМОВ Л. Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ



ФИГ. 4. ПОДСИСТЕМА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

МАНЬКО Н. Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.

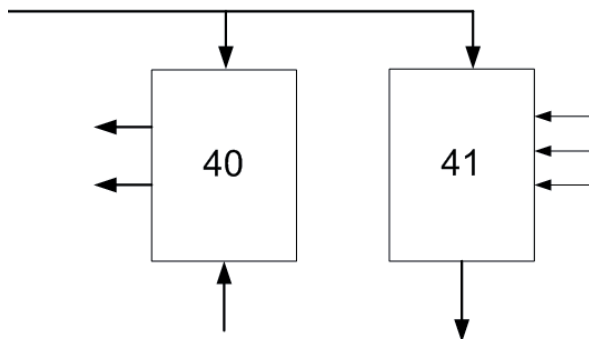
УМАНСКИЙ А. Б.

ШАЛИМОВ Л.Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІЇ



ФИГ.4-1 ИВЭП

АВТОРЫ:

АНТИМИРОВ В.М.

ВДОВИН А. С.

МАНЬКО Н. Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М.Б.

УМАНСКИЙ А. Б.

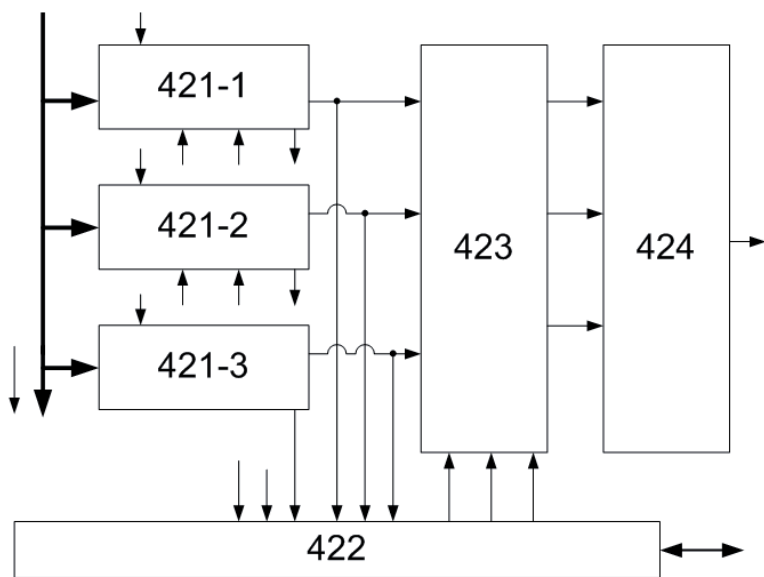
ШАЛИМОВ Л.Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.



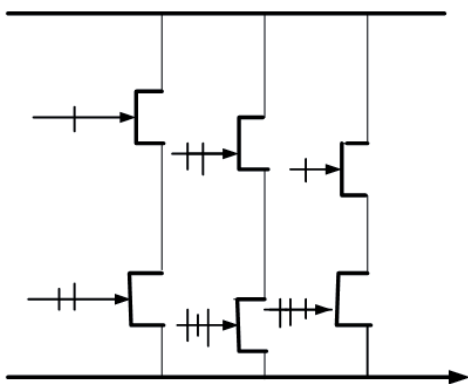
## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІЇ



ФИГ4-2. МПП

АВТОРЫ:  
АНТИМИРОВ В.М  
ВЛОВИН А. С.  
МАНЬКО Н.Г  
ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.  
УМАНСКИЙ А. Б.  
ШАЛИМОВ Л.Н  
ШЕСТАКОВ Г.В.  
ШТЫКОВ А. Н.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІЇ



ФИГ.4-3. МОДУЛЬ ІМПУЛЬСНОГО ПИТАНЯ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

ВДОВИН А. С.

МАНЬКО Н. Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.

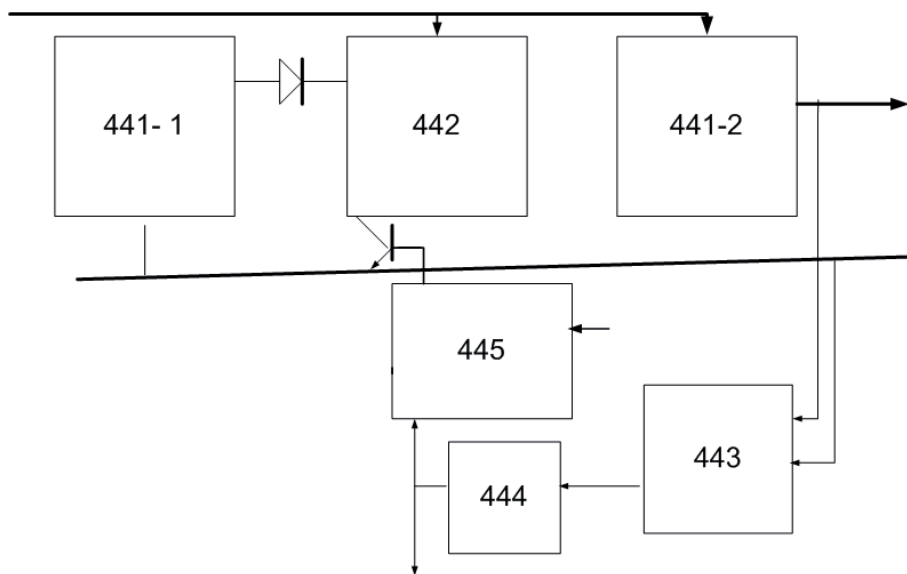
УМАНСКИЙ А. Б.

ШАЛИМОВ Л. Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

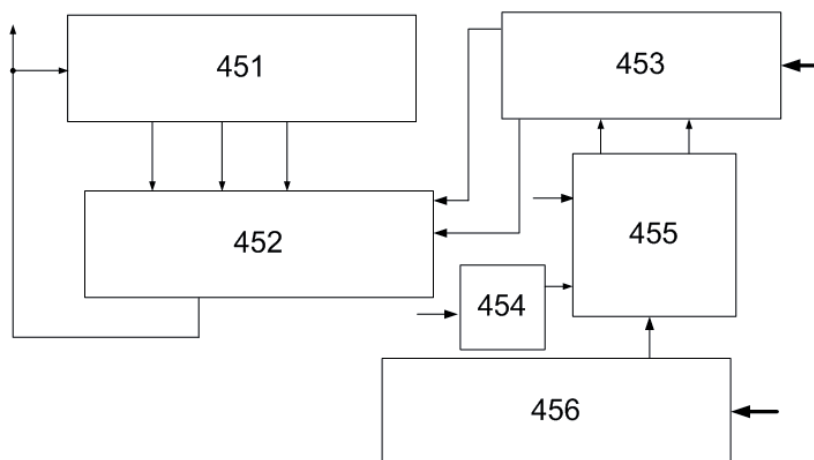
## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ



ФИГ.4-4. КОНВЕРТОР

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В.М.  
ВДОВИН А. С.  
МАНЬКО Н.Г.  
ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.  
УМАНСКИЙ А. Б.  
ШАЛИМОВ Л. Н.  
ШЕСТАКОВ Г. В.  
ШТЫКОВ А. Н.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ



ФИГ.4-5 ЧАСТОТНО – ИМПУЛЬСНЫЙ МОДУЛЯТОР

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В.М.

ВДОВИН А. С.

МАНЬКО Н. Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.

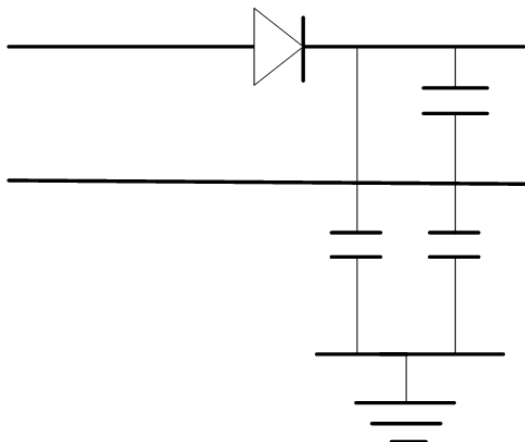
УМАНСКИЙ А. Б.

ШАЛИМОВ Л. Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІИ



ФИГ.4 -6 ФИЛЬТР

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В.М.

ВДОВИН А. С.

МАНЬКО Н. Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М.Б.

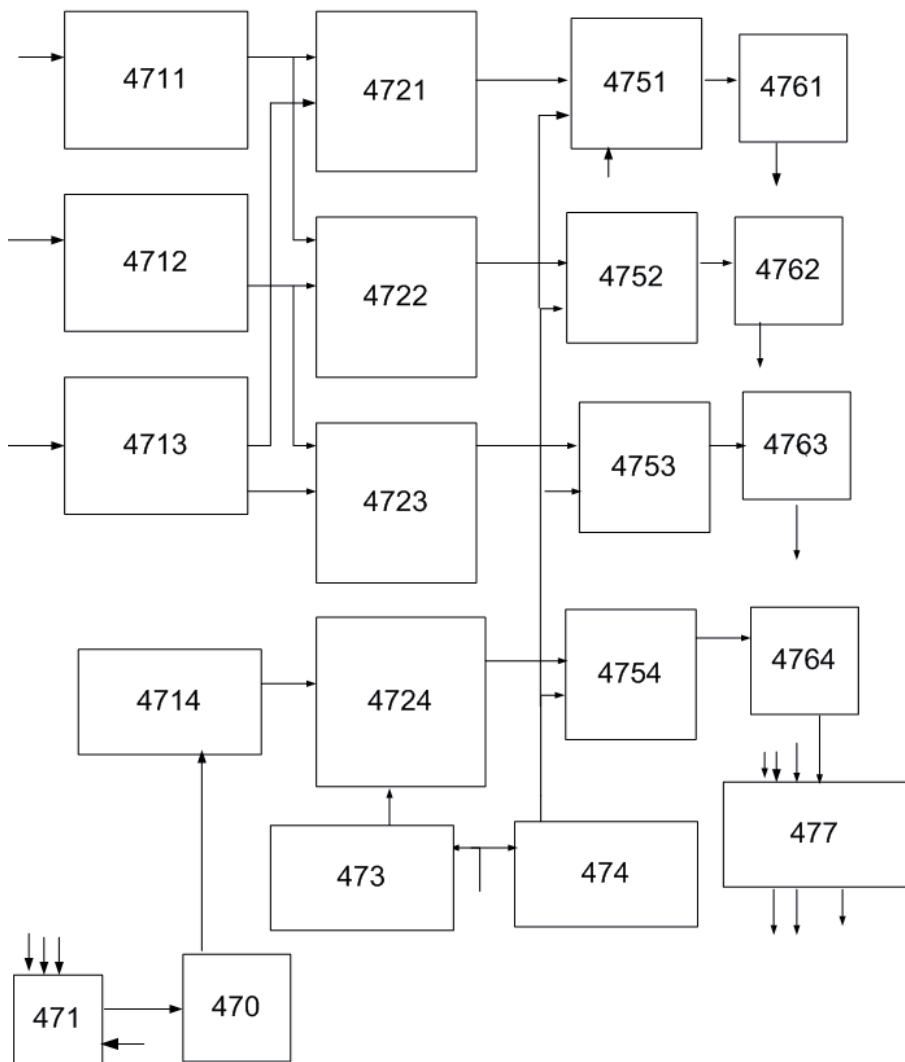
УМАНСКИЙ А. Б.

ШАЛИМОВ Л.Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІЇ



ФИГ. 4-7 МОДУЛЬ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В. М.

ВДОВИН А. С.

МАНЬКО Н. Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.

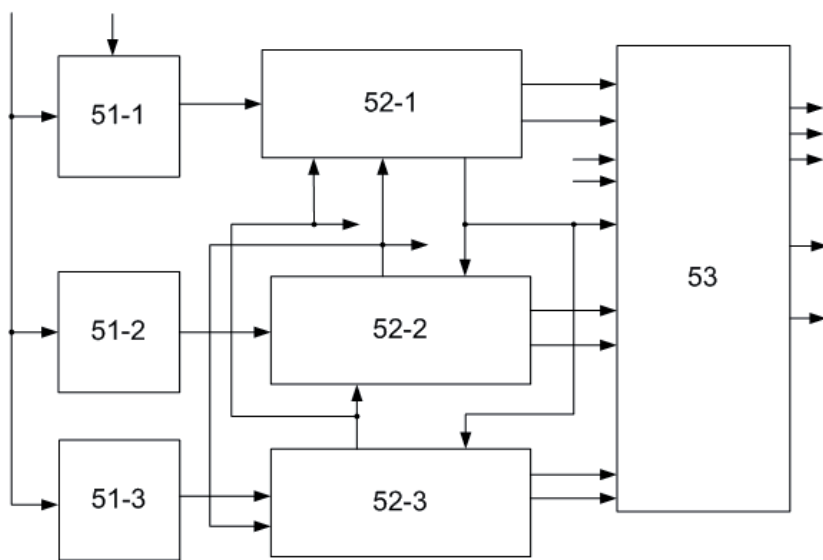
УМАНСКИЙ А. Б.

ШАЛИМОВ Л. Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІИ



ФИГ. 5 ФОРМИРОВАТЕЛЬ СИНХРОИМПУЛЬСОВ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В.М.

ВЛОВИН А. С.

МАНЬКО Н. Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.

УМАНСКИЙ А. Б.

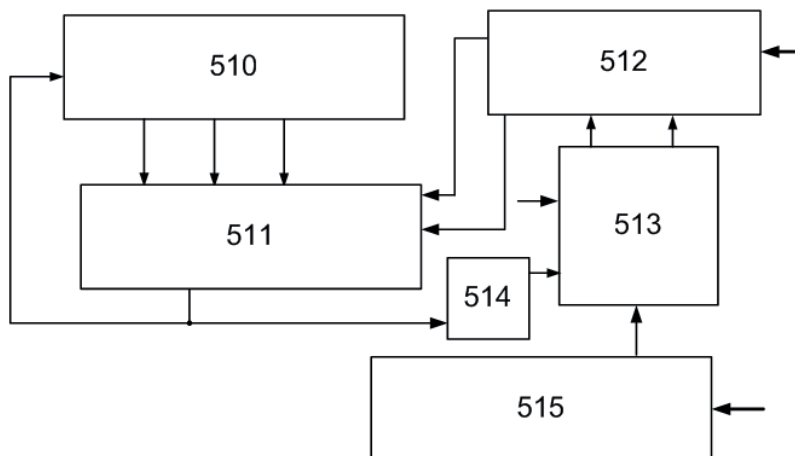
ШАЛИМОВ Л. Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.



## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ



ФИГ.5-1 ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В.М.

ВДОВИН А. С.

МАНЬКО Н.Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.

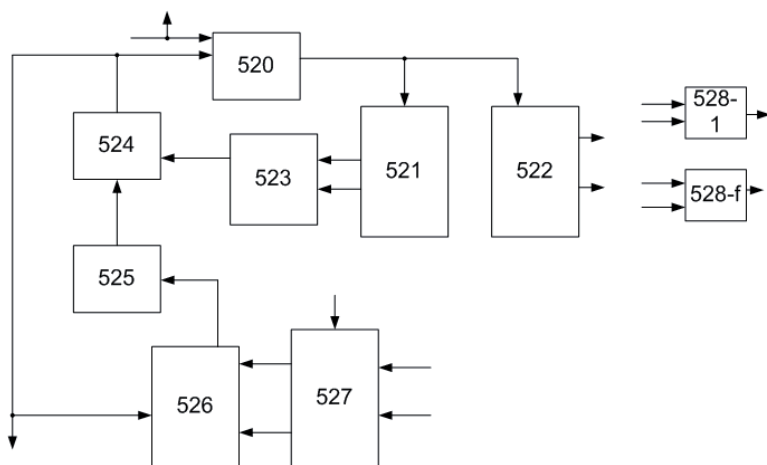
УМАНСКИЙ А. Б.

ШАЛИМОВ Л.Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦИИ



ФИГ.5-2 БЛОК ФАЗИРОВАНИЯ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В.М.

ВДОВИН А. С.

МАНЬКО Н. Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.

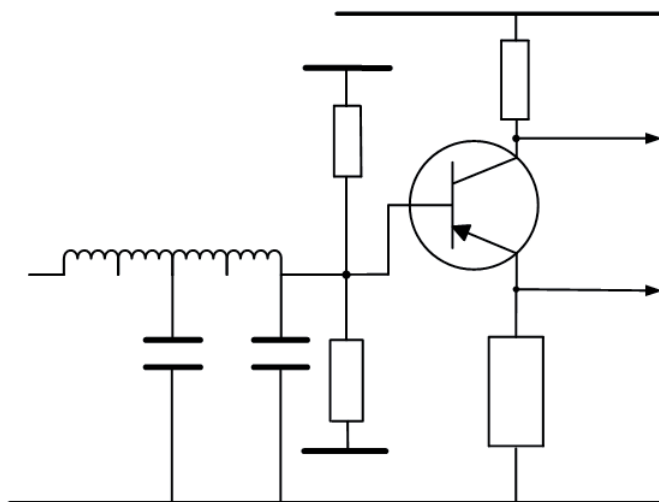
УМАНСКИЙ А. Б.

ШАЛИМОВ Л. Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.

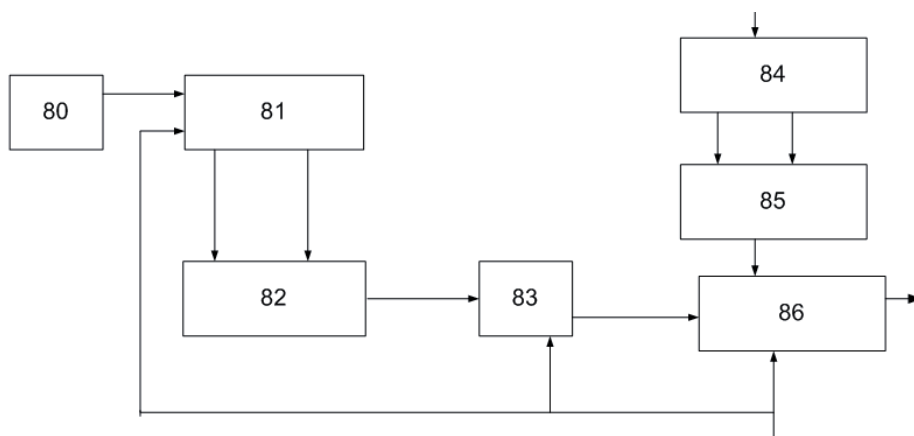
## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІИ



ФИГ. 6. ДИНАМИЧЕСКИЙ ТРИГГЕР

АВТОРЫ  
АНТИМИРОВ В.М.  
ВДОВИН А. С.  
МАНЬКО Н.Г.  
ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.  
УМАНСКИЙ А. Б.  
ШАЛИМОВ Л. Н.  
ШЕСТАКОВ Г. В.  
ШТЫКОВ А. Н.

## СПОСОБ И СИСТЕМА АСТРОНАВИГАЦІЇ



ФИГ. 8 ФОРМИРОВАТЕЛЬ СИГНАЛОВ

АВТОРЫ

АНТИМИРОВ В.М.

ВДОВИН А. С.

МАНЬКО Н.Г.

ТРАПЕЗНИКОВ М. Б.

УМАНСКИЙ А. Б.

ШАЛИМОВ Л. Н.

ШЕСТАКОВ Г. В.

ШТЫКОВ А. Н.



Люблю **книги**  
ljubljuknigi.ru



**yes**  
**i want morebooks!**

Покупайте Ваши книги быстро и без посредников он-лайн - в одном из самых быстрорастущих книжных он-лайн магазинов!  
Мы используем экологически безопасную технологию "Печать-на-Заказ".

Покупайте Ваши книги на  
**[www.ljubljuknigi.ru](http://www.ljubljuknigi.ru)**

Buy your books fast and straightforward online - at one of the world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at  
**[www.get-morebooks.com](http://www.get-morebooks.com)**

OmniScriptum Marketing DEU GmbH  
Heinrich-Böcking-Str. 6-8  
D - 66121 Saarbrücken  
Telefax: +49 681 93 81 567-9

[info@omniscrptum.de](mailto:info@omniscrptum.de)  
[www.omniscrptum.de](http://www.omniscrptum.de)

OMNIScriptum









