

**Порівняльна таблиця (академічного) плагіату,
складена доктором філософських наук, професором Т. Пархоменко за результатами перевірки на текстові
співпадіння дисертації доктора технічних наук
Сергія Віталійовича Бабака на тему «Комп'ютеризовані системи контролю довкілля об'єктів енергетики на базі
безпілотних авіаційних комплексів» Захист відбувся 12 квітня 2016 р. о 11 годині на засіданні спеціалізованої
вченої ради Д 26.187.02 в Інституті електродинаміки НАН України
за адресою: 03680, Київ – 57, проспект Перемоги, 56,
Перевірка проведена: доктором філософських наук, професором Тетяною Пархоменко**

БАБАК СЕРГІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ДОВКІЛЛЯ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИКИ НА БАЗІ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ. - Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. - Київ - 2016	ДЖЕРЕЛА ТЕКСТОВИХ І ГРАФІЧНИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ БЕЗ ПОСИЛАНЬ НА НИХ В ДОКТОРСЬКІЙ ДИСЕРТАЦІЇ БАБАКА СЕРГІЯ ВІТАЛІЙОВИЧА
Розділ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ТА ОСНОВНІ НАПРЯМИ ВИРІШЕННЯ НАУКОВО - ТЕХНІЧНОЇ ПРОБЛЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ДОВКІЛЛЯ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИКИ С.20 Відомо [78, 92, 110, 133, 194], що більший питомий викид на одиницю виробленої електроенергії дає вугільна станція. У вугіллі містяться природні радіоактивні речовини - торій, два довгоживучі ізотопи урану, продукти їх розпаду (радій, радон і полоній), а також довгоживучий радіоактивний ізотоп калію - калій-40. При спалюванні вугілля вони	Антонова А. М. (доцент кафедри атомных и тепловых электростанций Томского политехнического университета) Экологические проблемы АЭС и их решения // Промышленные ведомости №10-12 октябрь-декабрь, 2010 г. С.1-2 pdf-файла Известно, что больший удельный выброс на единицу произведенной электроэнергии дает угольная станция. В угле всегда содержатся природные радиоактивные вещества – торий, два долгоживущих изотопа урана, продукты их распада (радий, радон и полоний), а также долгоживущий радиоактивный изотоп калия – калий-40. При сжигании угля

практично повністю потрапляють у зовнішнє середовище. При цьому питома радіаційна активність викидів вугільних ТЕС в 5-10 разів вище, ніж на АЕС.

Значна частка природних радіонуклідів, що містяться у вугіллі, скупчується в шлакових відвалах ТЕС і потрапляє в організм людей по харчових ланцюжках при розчиненні водою. У тонні золи на ТЕС міститься до 100 г радіоактивних речовин. На АЕС такий канал їх розповсюдження відсутній взагалі, оскільки технології поводження з видаленим з реактора опроміненим ядерним паливом (ОЯП) виключають його контакт із зовнішнім середовищем. В цілому ж радіаційний вплив ТЕС на населення виявляється приблизно в 20 разів вище, ніж АЕС рівної потужності. Але в обох випадках він набагато менше впливу природного фону.

78 Зубик С.В. Техноекология. Джерела забруднення і захист навколишнього середовища: [навч. посібник.] / С.В. Зубик. – Львів: Орієна-Нова, 2007. – 400 с.

92 Клименко М.О. Мониторинг довкілля: [підручник] / М.О. Клименко, А.М. Прищепа, Н.М. Вознюк. – К.: ВЦ „Академія”, 2006. – 360 с.

110 Ларичкин В.В. Экология энергетических объектов: [учеб. пособие] / В.В. Ларичкин, Д.А. Немущенко. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. – 139 с.

133.Муравьева С.И. Справочник по контролю вредных веществ в воздухе / С.И. Муравьева, Н.И. Казнина, Е.К. Прохорова. - М: Химия, 1988 - 320 с.

194 Тепловые и атомные электрические станции: Справочник / Под общ. ред. чл.-корр. АН СССР В. А. Григорьева, В. М. Зорина. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с. – (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 3).

Посилання у тексті дисертації формальні.

С.21 Викиди ТЕС містять, головним чином, елементи, які беруть активну участь в життєвому циклі. При цьому концентрація багатьох специфічних речовин, яким притаманна висока біологічна небезпека, у викидах ТЕС не нормується. При спалюванні вугілля, крім золи і сажі, утворюються двоокис вуглецю, що створює парниковий ефект; токсичні гази (оксиди вуглецю, сірки, азоту та ванадію), що викликають кислотні дощі і кислотні отруєння; складні поліциклічні ароматичні вуглеводи канцерогенного впливу (бензапірен і формальдегід); пари соляної та плавикової кислот; токсичні метали (миш'як, кадмій, ртуть, свинець, талій, хром, натрій, нікель, ванадій, бор, мідь, залізо, марганець, молібден, селен,

они практически полностью попадают во внешнюю среду. При этом удельная активность выбросов угольных ТЭС в 5–10 раз выше, чем на АЭС.

Значительная доля природных радионуклидов, содержащихся в угле, скапливается в шлаковых отвалах ТЭС и попадает в организм людей по пищевым цепочкам при размытии водой. В тонне золы на ТЭС содержится до 100 г радиоактивных веществ. На АЭС такой канал их распространения отсутствует вообще, поскольку технологии обращения с удаленным из реактора облученным ядерным топливом (ОЯТ) исключают его контакт с внешней средой. В целом же радиационное воздействие ТЭС на население оказывается примерно в 20 раз выше, чем АЭС равной мощности. Но в обоих случаях оно многократно меньше влияния естественного фона.

Антонова А. М. Экологические проблемы АЭС и их решения //Промышленные ведомости №10-12 октябрь-декабрь, 2010 г.

Выбросы ТЭС содержат, главным образом, элементы, активно участвующие в жизненном цикле. При этом многие специфические вещества, обладающие высокой биологической опасностью, в выбросах ТЭС не нормируются. При сжигании угля, кроме золи и сажи, образуются двуокись углерода, создающая парниковый эффект; токсичные газы (оксиды углерода, серы, азота и ванадия), вызывающие кислотные дожди и кислотные отравления; сложные полициклические ароматические

цинк, сурма, кобальт, берилій), які можуть викликати в 1000 разів більше смертей, ніж ядерні відходи.

Подальший розвиток теплової енергетики на вугіллі, нафті, газі, сланцях, торфі призведе до глобальних змін клімату й властивостей атмосфери [110, 194]. При цьому необхідно проводити зіставлення не просто електростанцій на різних видах палива, але і їх паливних циклів, які включають операції з видобутку, транспортування, підготовці та переробці палива.

Найвні дані в різних країнах свідчать: за шкідливим впливом на людину атомна промисловість знаходиться на 20 місці - попереду вугільна і нафтова електроенергетика та ін.

Дослідження показали [45, 78], що річна доза додаткового випромінювання для людей, які живуть поблизу АЕС (0,01-0,05 мЗв / рік) порівнянна з дозою одноразового рентгенівського знімка зубів, майже в 10 разів менше дози опромінення телеглядача (0,48 мЗв / рік), і в 20 разів менше від середнього природного фону на поверхні Землі (1 мЗв / рік).

110 Ларичкин В.В. Экология энергетических объектов: [учеб. пособие] / В.В. Ларичкин, Д.А. Немущенко. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. — 139 с.

194 Тепловые и атомные электрические станции: Справочник / Под общ. ред. чл.-корр. АН СССР В. А. Григорьева, В. М. Зорина. — 2-е изд., перераб. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 608 с. — (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 3).

45Вартанов А.З. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг: [учебник] / А.З. Вартанов, А.Д. Рубан, В.Л. Шкуратник. — М.: Изд-во МГГУ: Горная книга, 2009. — 641 с.

78 Зубик С.В. Техноекологія. Джерела забруднення і захист навколишнього середовища: [навч. посібник.] / С.В. Зубик. — Львів: Орієна-Нова, 2007. — 400 с.

Посилання у тексті дисертації формальні.

С.21-22 Мінімальний ризик, який фіксується на рівні 10^{-9} відповідає окремим невеликим подіям, що відбуваються в середовищі проживання людини і призводять до загибелі кількох людей у всьому світі щорічно. Рівень ризику смерті більш 10^{-2} представлений особливо небезпечними

углеводороды канцерогенного воздействия (бензапирен и формальдегид); пары соляной и плавиковой кислот; токсичные металлы (мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, таллий, хром, натрий, никель, ванадий, бор, медь, железо, марганец, молибден, селен, цинк, сурьма, кобальт, бериллий), которые могут вызывать в 1000 раз больше смертей, чем ядерные отходы.

Дальнейшее развитие тепловой энергетики на угле, нефти, газе, сланцах, торфе приведет к глобальным изменениям климата и свойств атмосферы. при этом необходимо проводить сопоставление не просто электростанций на различных видах топлива, но и их топливных циклов, включающих операции по добыче, транспортировке, подготовке, переработке топлива.

Имеющиеся данные в разных странах свидетельствуют: по вредному воздействию на человека атомная промышленность находится на 20 месте — впереди угольная, нефтяная, топливная электроэнергетика и др.

Исследования показали, что годовая доза дополнительного для живущих вблизи АЭС излучения (0,01–0,05 мЗв/год) сравнима с дозой однократного рентгеновского снимка зубов, почти в 10 раз меньше дозы облучения телезрителя (0,48 мЗв/год), и в 20 раз меньше среднего естественного фона на поверхности Земли (1 мЗв/год).

Антонова А. М. Экологические проблемы АЭС и их решения //Промышленные ведомости №10-12, октябрь-декабрь, 2010

С.2 pdf-файла Минимальный фиксируемый риск 10^{-9} соответствует отдельным небольшим событиям, происходящим в среде обитания человека и приводящим к гибели нескольких человек во всем мире ежегодно. Уровень риска смерти более 10^{-2} представлен особо опасными видами

видами професійної та непрофесійної діяльності. Ризик від проживання поблизу АЕС оцінюється в $7 \cdot 10^{-7}$.	профессиональной и непрофессиональной деятельности. Риск от проживания вблизи АЭС оценивается в $7 \cdot 10^{-7}$.
С.22 Для населення ризик смерті від різних причин змінюється у виключно широких межах: від 10^{-9} до 10^{-2} / (чол. / рік).	Антонова А. М. Экологические проблемы АЭС и их решения //Промышленные ведомости №10-12, октябрь-декабрь, 2010 С.2 pdf-файла Для населения риск смерти от различных причин изменяется в исключительно широких пределах: от 10^{-9} до 10^{-2} 1/(чел.•год).
С.22 Дози опромінення населення в районах функціонування підприємств атомної галузі не відрізняються від регіональних значень природного фону. Ядерна енергетика позитивно вирішує багато екологічних проблем, не споживає цінної природної сировини і атмосферного кисню, не викидає в атмосферу парникові гази і отруйні речовини, і стабільно забезпечує отримання найдешевшої енергії. При виснаженні запасів органічного палива використання ядерного палива - поки єдиний реальний шлях надійного забезпечення людства необхідною йому енергією, найменш небезпечний для здоров'я людини і навколишнього середовища. Атомна енергетика, замінюючи теплову енергетику, відіграватиме істотну роль у скороченні викидів вуглекислого газу та вирішенні багатьох інших екологічних проблем. Всі українські АЕС мають явно виражені екологічні переваги в порівнянні з іншими видами енергетики.	Антонова А. М. Экологические проблемы АЭС и их решения //Промышленные ведомости №10-12, октябрь-декабрь, 2010 С.2 pdf-файла Дозы облучения населения в районах функционирования предприятий атомной отрасли неотличимы от региональных значений естественного фона. Ядерная энергетика положительно решает многие экологические проблемы, не потребляет ценного природного сырья и атмосферного кислорода, не выбрасывает в атмосферу парниковые газы и ядовитые вещества, и стабильно обеспечивает получение самой дешевой энергии. При истощении запасов органического топлива использование ядерного топлива – пока единственно реальный путь надёжного обеспечения человечества необходимой ему энергией, менее опасный для здоровья человека и окружающей среды. Атомная энергетика, замещая тепловую энергетику, сможет сыграть существенную роль в сокращении выбросов углекислого газа, и разрешении многих других экологических проблем. Все российские АЭС имеют явно выраженные экологические преимущества в сравнении с другими видами промышленной деятельности.
С.22 Таким чином, виходячи з вищенаведеного, АЕС при їхній нормальній експлуатації в екологічному відношенні чистіше теплових електростанцій на вугіллі, однак аварії на АЕС можуть призвести до істотного радіаційного впливу на людей і екосистеми. Як вже було відмічено, право на існування	Антонова А. М. Экологические проблемы АЭС и их решения //Промышленные ведомости №10-12, октябрь-декабрь, 2010 С.2 pdf-файла. Общеизвестно, что АЭС при их нормальной эксплуатации в экологическом отношении чище тепловых электростанций на угле, однако при авариях АЭС могут оказывать существенное радиационное воздействие на людей и экосистемы. Право на существование атомная энергетика имеет

атомна енергетика має тільки у разі забезпечення гранично високого рівня безпеки її підприємств, і недопущення будь-якого винесення радіоактивних продуктів з технологічного обладнання за межі технологічних приміщень (бар'єри безпеки) за будь-яких обставин.

С.47 До числа основних технологій слід віднести такі: розроблення і виробництво сучасних конструкційних матеріалів, зокрема композиційних, з використанням нанопокриттів; сучасні комп'ютерні технології, в тому числі багатопроцесорні системи збирання, опрацювання та зберігання даних; теорія систем автоматичного управління, як галузь кібернетики, разом з теорією передавання інформації, шифрування, стиснення даних тощо; засоби та системи зв'язку, в т.ч. космічного базування; технології дистанційного зондування Землі (радіолокація, оптоелектронні системи; багатоспектральні сенсори); енергетичні технології, використання альтернативних джерел енергії: надпотужні акумуляторні батареї, сонячна енергія, паливні елементи; засоби та системи навігації, організації повітряного руху через впровадження автоматичного залежного спостереження (АЗС); географічні інформаційні системи (ГІС); технології опрацювання зображень, розпізнавання образів; розроблення людино-машинного інтерфейсу; розроблення технологій штучного інтелекту та інші.

только в случае обеспечения предельно высокого уровня безопасности её предприятий, и недопущения какого-либо выноса радиоактивных продуктов из технологического оборудования за пределы, ограниченные технологическими помещениями (барьеры безопасности) при любых обстоятельствах.

Геннадий Трубников, ЗАО «Транзас», Владимир Воронов, ФНПЦ «НефтеГазАэроКосмос». БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ СТРАНЫ //
Беспилотная авиация
(Первоначальный вариант статьи опубликован в специальном приложении к журналу «Экспорт вооружений», 2009, посвященном гражданской авиации)

С.6 Перечислим только основные технологии, используемые при производстве беспилотных комплексов (не только авиационных):

- разработка и производство современных конструкционных материалов, прежде всего композитных, с применением нанопокровов;
- современные компьютерные технологии, включая многопроцессорные системы сбора, обработки и хранения данных;
- теория систем автоматического управления, как отрасль кибернетики, сопряженная с теорией передачи информации, шифрования, сжатия данных;
- средства и системы связи, включая космические;
- технологии дистанционного зондирования Земли (радиолокация, оптикоэлектронные системы, многоспектральные датчики);
- энергетические технологии, использование альтернативных источников энергии: сверхъёмкие аккумуляторы, солнечная энергия, топливные элементы

С.7 - средства и системы навигации, организации воздушного движения через внедрение автоматического зависящего наблюдения (АЗН);

- географические информационные системы (ГИС);
- технологии обработки изображений, распознавания образов;
- задачи разработки человеко-машинного интерфейса;

	– задачі розробки искусственного интеллекта. Список можна продовжити.
Розділ II. ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ДОВКІЛЛЯ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИКИ С.72-73 У процесі створення <i>фізичної моделі</i> в першу чергу відображаються фізичні властивості, характеристики об'єкта вимірювань навколишнього середовища, його елементів, модулів, їх дій і взаємодій між собою з урахуванням фізичних законів. При цьому модель записується з використанням математичних формул з розмірностями системи одиниць фізичних величин. <i>Математична модель</i> у більшій мірі формалізує процес відображення властивостей об'єкта вимірювань. Математичні методи є ефективними методами досліджень і, залежно від постановки задач вимірювань для одного об'єкта вимірювань, можна використовувати різні математичні моделі з одного боку, а з іншого – використовувати <i>ту саму модель</i> для дослідження різних по фізичній природі об'єктів. Кожна з моделей, фізична й математична, доповнюють одна одну й дають можливість проводити процес вимірювань ефективніше, наприклад, обґрунтувати шляхи підвищення точності результатів вимірювань.	Л. Н. Щербак. Глава 1. Задачи функционирования информационно-измерительных систем //Теоретические основы информационно-измерительных систем: Учебник / под ред. чл.-кор. НАН Украины В. П. Бабака / - К., 2014. – с.17-76. с. 36 В процессе создания <i>физической модели</i> в первую очередь отображаются физические свойства, характеристики объекта измерений, его элементов, модулей, их действий и взаимодействий между собой с учетом физических законов. При этом модель записывается с использованием математических формул с размерностями единиц физических величин. <i>Математическая модель</i> в большей мере формализует процесс отображения свойств объекта измерений в модель. Математические методы являются эффективными методами исследований и, в зависимости от постановки задачи измерений для одного и того же объекта измерений, могут использовать различные математические модели с одной стороны, а с другой – использовать <i>одну и ту же модель</i> для исследования различных по физической природе объектов. Каждая из моделей, физическая и математическая, дополняют друг друга и дают возможность проводить процесс измерений более эффективно, например обосновать пути повышения точности результатов измерений.
С.93-94 Гауссова модель є ефективним інструментом для оцінок концентрації радіонуклідів у приземній зоні атмосфери та щільності їх випадіння на поверхню, викидів з висотних джерел (наприклад,	Н. Н. Талерко. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ МОДЕЛЕЙ АТМОСФЕРНОГО ПЕРЕНОСА РАДИОНУКЛИДОВ ДЛЯ РАЗНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ МАСШТАБОВ//ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦИЙ І ЧОРНОБИЛЯ- ВИП. 11- 2009. –с.57-62. Поступила в редакцию 22.12.08 С.59 Гауссова модель струи является эффективным инструментов для оценок концентрации радионуклидов в приземном воздухе и их плотности их выпадений на подстилающую поверхность выбросов из высотных

вентиляційних труб АЕС). Популярність використання цієї моделі пояснюється наступними факторами:

- простота математичного описання моделі й, відповідно, простота її реалізації у програмному забезпеченні;
- відносно невелика кількість входних параметрів моделі: зокрема, усі входні метеорологічні параметри можуть бути отримані з даних вимірювання стандартної метеорологічної станції мережі Гідрометеослужби;
- надійність результатів розрахунків підтверджена даними багатьох верифікацій моделі на основі спеціальних натурних атмосферних експериментів або вимірювань викидів від промислових підприємств.

С.94 Однак така простота й доступність застосування гауссової моделі має й зворотній бік: її використання за межами застосовності моделі, що значно збільшує похибки.

Основними обмеженнями гауссової моделі є:

- 1) модель може використовуватися на відстанях до 10 км від джерела викидів з урахуванням складності рельєфу;
- 2) стаціонарність метеорологічних умов у період поширення викиду;
- 3) горизонтальна однорідність поверхні: у межах зони спостережень АЕС, така умова виконується з прийнятою для практики точністю для місцевості без значних особливостей рельєфу, а також за відсутності великих водоймищ;
- 4) горизонтальна однорідність метеорологічних умов у межах розрахункової області: значною мірою дана умова пов'язана із двома попередніми;

точечных источников (например, вентиляционных труб АЭС). Широкая применимость этой модели объясняется следующими факторами:

- 1) простота математической формулировки модели и, соответственно, легкость ее реализации в виде программного кода;
- 2) относительно небольшое количество входных параметров модели. В частности, все входные метеорологические параметры могут быть получены из данных измерений стандартной метеорологической станции сети Гидрометслужбы либо оценены по этим данным;
- 3) надежность результатов расчетов, подтвержденная данными многих верификаций модели на основе специальных натурных диффузионных экспериментов или измерений выбросов от промышленных предприятий.

Н. Н. Талерко. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ МОДЕЛЕЙ АТМОСФЕРНОГО ПЕРЕНОСА РАДИОНУКЛИДОВ ДЛЯ РАЗНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ МАСШТАБОВ//ПРОБЛЕМЫ БЕЗПЕКИ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ І ЧОРНОБИЛЯ- ВИП. 11- 2009 –с.57-62.
Поступила в редакцию 22.12.08

С.59-60 Однако такая простота и доступность применения гауссовой модели может иметь и обратную сторону: ее использование за пределами применимости модели, приводящее к значительному увеличению погрешностей рассчитываемых величин вплоть до неправильного определения расположения и размеров области повышенного загрязнения.

...

Основными ограничениями гауссовой модели МАГАТЭ являются:

- 1) модель может использоваться на расстояниях до 10 км от источника (в зависимости от сложности рельефа).
- ...
- 2) стационарность метеорологических условий в период распространения выброса.
- ...
- 3) горизонтальная однородность подстилающей поверхности. В пределах зоны наблюдений АЭС такое условие можно считать выполняющимся с

5) стаціонарність джерела викиду: гауссова модель є моделлю стаціонарного струменю і використовується для моделювання тривалого (безперервного) викиду постійної потужності, викиду скінченного часу дії або короткочасного («миттєвого») викиду; в останньому випадку модель дає не концентрацію радіонуклідів у повітрі, а інтегральну за часом викиду їх концентрацію.

Для гауссової моделі необхідна наступна вхідна інформація: дані вимірювань найближчої до джерела викиду метеорологічної станції або значення величин, які можуть бути отримані на основі цих даних: швидкість і напрямок приземного вітру, категорія стійкості, висота шару перемішування, інтенсивність атмосферних опадів; параметр шорсткості підстилаючої поверхні; кількість або інтенсивність викидів; характеристики викидів (ізотопний і фізико-хімічний склад); швидкість сухого осадження; висота джерела тощо.

приемлемой степенью точности для местности без значительных особенностей рельефа, а также при отсутствии крупных водоемов.

...

4) горизонтальная однородность метеорологических условий в пределах расчетной области. В значительной мере данное условие связано с двумя предыдущими.

...

5) стационарность источника выброса. Гауссова модель является моделью стационарной струи и применима для моделирования длительного (непрерывного) выброса постоянной мощности, выброса конечного времени действия или кратковременного («мгновенного») выброса. В последнем случае модель дает не концентрацию радионуклида в воздухе, а интегральную по времени выброса концентрацию.

Для гауссовой модели необходима следующая входная информация: данные измерений ближайшей к источнику выброса метеорологической станции или значения величин, которые могут быть получены на основе этих данных: скорость и направление приземного ветра, категория устойчивости, высота слоя перемешивания, интенсивность атмосферных осадков; параметр шероховатости подстилающей поверхности; количество или интенсивность выброса; характеристики выброса (изотопный и физико-химический состав); скорость сухого осаждения; высота источника.

Н. Н. Талерко. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ МОДЕЛЕЙ АТМОСФЕРНОГО ПЕРЕНОСА РАДИОНУКЛИДОВ ДЛЯ РАЗНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ МАСШТАБОВ//ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ І ЧОРНОБИЛЯ- ВИП. 11- 2009 –с.57.*Поступила в редакцию 22.12.08*

С.95 Поряд із зазначеними «явними» джерелами невизначеності результатів розрахунків за гауссовою моделлю існує ряд «неявних» джерел, які можуть бути значно вагомішими за внеском у похибки оцінок. Основні «неявні» джерела похибок гауссової моделі: - зміна та флуктуації напрямку вітру; - горизонтальна неоднорідність поверхні, рельєф; - нестационарність метеопараметрів; - вплив часового періоду відбору даних вимірювань концентрації радіонуклідів в струмені викидів.	61Наряду с указанными «явными» источниками неопределенности результатов расчетов по гауссовой модели существует ряд «неявных» источников, которые могут быть значительно более важными по своему вкладу в погрешности оценок по гауссовой модели. ... Основные «неявные» источники погрешностей гауссовой модели: - поворот направления ветра с высотой в пограничном слое; - флуктуации направления ветра; - горизонтальная неоднородность подстилающей поверхности; - рельеф; - нестационарность метеопараметров; - влияние периода пробоотбора на результаты измерений концентрации в струе.
Розділ III. МЕТОДИ АНАЛІЗУ ДАНИХ В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ДОВКІЛЛЯ С.148 Ряди Грама-Шарльє доцільно застосовувати для описання розподілів, близьких до нормального закону, оскільки в інших випадках починають проявлятися суттєві недоліки цього методу: ряд може вести себе нерегулярно; помилки апроксимації збільшуються з віддаленням від центру розподілу; сума кінцевого числа членів ряду при великій асиметрії розподілу веде до від'ємних значень функцій (рис. 3.9).	Самойліченко О.В., Суслов Є.Ф.МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ ІНФОРМАТИВНИХ ОЗНАК ДЛЯ ІМПЕДАНСНОЇ ДЕФЕКТОСКОПІ // ВІСНИК ІНЖЕНЕРНОЇ АКАДЕМІЇ УКРАЇНИ-№ 2, - 2012 - с.256-261. С.257 До них належать ряди Грамма-Шарльє та Еджворта. Їх доцільно використовувати для опису розподілів, близьких до нормального. В інших випадках проявляються серйозні недоліки: ряд може вести себе нерегулярно, помилки апроксимації збільшуються з віддаленням від центру розподілу, сума кінцевого числа членів ряду при великій асиметрії розподілу веде до від'ємних значень функцій, особливо на краях розподілу.
	Єременко В.С1.,Сунетчієва С.Р1., Павленко Ж.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ ІНФОРМАТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИ ІМПЕДАНСНОМУ НЕРУЙНІВНОМУ КОНТРОЛІ //Збірник тез доповідей XIV Міжнародної науково-технічної конференції ПРИЛАДОБУДУВАННЯ:стан і перспективи –ПФБ, НТУУ «КПІ», 22 апреля 2015. - с.200-201.

C.160

В табл. 3.3 наведено значення отриманих оцінок квантилів та похибок їх визначення при застосуванні апроксимації нормальним законом та розподілом Пірсона для даних з фіксованими значеннями коефіцієнту асиметрії.

Таблиця 3.3

Похибки визначення квантилів

Рівень квантиля	Значення квантилів			Відносна похибка оцінювання, %	
	Умовно істинне	Апроксимація нормальним законом	Апроксимація кривими Пірсона	Нормальний закон розподілу	Криві Пірсона
коефіцієнт асиметрії=-1.2					
0.05	0.91	0.6	1.0	75.82	9.89
0.1	2.12	2.55	2.5	20.28	17.93
0.9	8.25	8.94	8.3	8.36	0.6
0.95	8.47	9.8	8.75	15.7	3.3
коефіцієнт асиметрії=1.2					
0.05	-2.46	-3.83	-2.63	55.69	6.91
0.1	-2.22	-2.91	-2.15	31.08	3.15
0.9	4.05	3.56	4.2	12.09	3.7
0.95	5.77	4.47	7.0	22.53	12.31

C.201 Досліджено використання апроксимацій законів розподілу за допомогою кривих Грама-Шарльє та Пірсона. Використання кривих Грама-Шарльє обмежено, оскільки при великих значеннях третього та четвертого моментів функція набуває від’ємних значень. Таку задачу можна ввирішити за допомогою кривих Пірсона, оскільки вони не мають таких обмежень. Приведені результати дослідження відносної похибки оцінювання квантилів при різних законах розподілу (різних коефіцієнтах асиметрії) інформативних параметрів (табл.1).

Таблиця 1.

Рівень квантиля	Значення квантилів			Відносна похибка оцінювання, %	
	Умовно істинне	Апроксимація нормальним законом	Апроксимація кривими Пірсона	Нормальний закон розподілу	Криві Пірсона
Sk=-1.2					
0.05	0.91	0.6	1.0	75.82	9.89
0.1	2.12	2.55	2.5	20.28	17.93
0.9	8.25	8.94	8.3	8.36	0.6
0.95	8.47	9.8	8.75	15.7	3.3
Sk=1.2					
0.05	-2.46	-3.83	-2.63	55.69	6.91
0.1	-2.22	-2.91	-2.15	31.08	3.15
0.9	4.05	3.56	4.2	12.09	3.7
0.95	5.77	4.47	7.0	22.53	12.31

БАБАК СЕРГІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ – дисертація на тему «КОМП’ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ДОВКІЛЛЯ ОБ’ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИКИ НА БАЗІ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ». - Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. - Київ – 2016.	ДЖЕРЕЛА ТЕКСТОВИХ І ГРАФІЧНИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ БЕЗ ПОСИЛАНЬ НА НИХ В ДОКТОРСЬКІЙ ДИСЕРТАЦІЇ БАБАКА СЕРГІЯ ВІТАЛІЙОВИЧА
РОЗДІЛ 4. АПАРАТНО-ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ КОМП’ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ C.163-164 Існують різні способи управління БПЛА: Ручне управління оператором (або дистанційне пілотування) з дистанційного пульта управління в межах зони оптичного спостереження або по візуальній інформації, що надходить з відеокамери переднього огляду. У випадку такого управління оператор перш за все вирішує задачі пілотування: підтримання потрібного курсу, висоти і т.і. Автоматичне управління забезпечує можливість повністю автономного польоту БПЛА по заданій траєкторії на заданій висоті із заданою швидкістю та зі стабілізацією кутів орієнтації. Автоматичне управління здійснюється за допомогою бортових програмних пристроїв. Напіваавтоматичне управління (або дистанційне керування) – політ здійснюється автоматично без втручання людини за допомогою автопілота та заздалегідь заданим параметрам, але при цьому оператор може вносити зміни в маршрут в інтерактивному режимі. Таким чином, оператор має можливість впливати на результат функціонування системи не відволікаючись на вирішення завдань пілотування.	О.Н. Зинченко. БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ: ПРИМЕНЕНИЕ В ЦЕЛЯХ АЭРОФОТОСЪЕМКИ ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ//<<Ракурс>>, Москва, Россия, 2011. C.2 pdf-файла Существует следующие способы: Ручное управление оператором (или дистанционное пилотирование) с дистанционного пульта управления в пределах оптической наблюдаемости или по видовой информации, поступающей с видеокамеры переднего обзора. При таком управлении оператор прежде всего решает задачу пилотирования: поддержание нужного курса, высоты и т.д. Автоматическое управление обеспечивает возможность полностью автономного полета БЛА по заданной траектории на заданной высоте с заданной скоростью и со стабилизацией углов ориентации. Автоматическое управление осуществляется с помощью бортовых программных устройств. Полуавтоматическое управление (или дистанционное управление) – полет осуществляется автоматически без вмешательства человека с помощью автопилота по первоначально заданным C.3 pdf-файла параметрам, но при этом оператор может вносить изменения в маршрут в интерактивном режиме. Таким образом, оператор имеет

Ручне управління може бути одним з режимів для БПЛА, а може бути єдиним способом управління. БПЛА, позбавлені будь-яких засобів автоматичного управління польотом, не можуть розглядатися як платформи для виконання серйозних цільових завдань. Останні два способи в даний час є найбільш витребуваними з боку експлуатантів безпілотних систем, оскільки висувають найменш жорсткі вимоги до підготовки персоналу і сприяють безпечній та ефективній експлуатації систем БПЛА.

Повністю автоматичне управління може бути оптимальним рішенням для завдань аерофотозйомки заданої ділянки, якщо потрібно забезпечити знімання на великому віддаленні від місця базування тобто поза контактом з наземною станцією. У той же час, оскільки за політ відповідає особа, яка здійснює запуск, то можливість впливати на параметри польоту з наземної станції може допомогти уникнути позаштатних ситуацій.

С. 164-165 Як правило, комплекс моніторингу на базі БПЛА [15, 28, 31] спочатку розробляється як цілісна система БАК, що складається з ряду підсистем (рис. 4.1), і включає: станцію управління, в якій розташоване робоче місце оператора і програмні додатки, що забезпечують контроль оператором роботи комплексу; БПЛА, що несе апаратуру корисного навантаження різного типу; систему зв'язку, яка забезпечує передачу керуючих команд зі станції управління на борт БПЛА, а також передачу корисної інформації з борту БПЛА на наземну станцію управління в режимі реального часу; додаткове обладнання, призначене для технічної підтримки програми запланованих досліджень (наприклад, КІВС зі змінними сенсорами).

Посилання за №№ 15,28,31 – це посилання на статті самого С. В. Бабака, у т.ч. на статтю за № 31, яку було видано заднім числом.

возможность влиять на результат функционирования, неотвлекаясь на задачи пилотирования.

Ручное управление может быть одним из режимов для БПЛА, а может быть единственным способом управления. БПЛА, лишённые каких-либо средств автоматического управления полётом – радиоуправляемые авиамодели – не могут рассматриваться в качестве платформы для выполнения серьёзных целевых задач.

Последние два способа в настоящее время являются наиболее востребованными со стороны эксплуатантов беспилотных систем, т.к. предъявляют наименьшие требования к подготовке персонала и обеспечивают безопасную и эффективную эксплуатацию систем беспилотных летательных аппаратов. Полностью автоматическое управление может быть оптимальным решением для задач аэрофотосъёмки заданного участка, когда нужно снимать на большом удалении от места базирования вне контакта с наземной станцией.

В то же время, поскольку за полет отвечает лицо, осуществляющее запуск, то возможность влиять на полет с наземной станции может помочь избежать внештатных ситуаций.

Данилов А.С. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТАКТНОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ//Международный студенческий научный вестник-№3 (часть 1). -2015-с.181-187.

С.181 Комплекс мониторинга изначально разрабатывался как целостная система, состоящая из ряда подсистем (рис. 1), и включает в себя:

а) станцию управления в которой расположено рабочее место оператора и программные приложения, обеспечивающие контроль оператором работы всего комплекса;

б) беспилотный летательный аппарат, несущий аппаратуру полезной загрузки различного типа;

в) систему связи, обеспечивающую передачу управляющих команд со станции управления на борт БПЛА, а также передачу полезной информации

(Див.: Тетяна Пархоменко «Радник Зеленського з освіти, який назвав «реальною» зарплатню вчителя в \$ 4000 - плагіатор» // Українська правда 29 травня 2019 р.).

тобто, маємо таке:

15.Бабак С.В. Задачи создания систем мониторинга окружающей среды объектов энергетики / С.В. Бабак // Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики. Сб. трудов. – К.: ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2015. – С. 133-136.

28. Бабак С.В. Развитие современных беспилотных авиационных измерительных систем / С.В. Бабак // Вимірювальна і обчислювальна техніка в технологічних процесах (ВОТТП-15-2015). Матеріали XV міжнар. наук.-техн. конф., 10-14 вересня 2015р., Одеса. – С. 13-15.

31. Бабак С.В. Структура систем управління польотом і багатофункціональним контрольно-вимірювальним обладнанням безпілотних літальних апаратів / С.В. Бабак // Вісник НУК ім. адмірала Макарова [Електронне видання]. – 2014. – №3. – 7с. – Реж. доступу: <http://dx.doi.org/10.15589/evn20140312>.

с борта БПЛА на наземную станцию управления в режиме реального времени;

г) дополнительное оборудование, предназначенное для технической поддержки проводимых исследований. [2]

2. Reg A. Unmanned Aircraft System, 2010, Aptara Inc. New Delhi, p.34.

зауважимо та вкажемо на таке:

Саме книга **Reg A. Unmanned Aircraft System, 2010**, є першоджерелом тексту, який у перекладі А.Данилова, без посилань було запозичено С.Бабаком.

С.165 Рис. 4.1. Узагальнена структура БАК	С.182 Рис. 1. Схема беспилотной авиационной системы
С.165. БПЛА мають велику ступінь автоматизації. Вони мають можливість «спілкування» з оператором наземної станції управління і можуть передавати на неї дані, наприклад, оптичні або тепловізійні зображення місцевості, разом з первинною інформацією про параметри польоту БПЛА – висоту, курс, швидкість, кут крену і т. д.	Данилов А.С. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТАКТНОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ//Международный студенческий научный вестник-№3 (часть 1). -2015-с.181-187. С.182. БПЛА, в свою очередь, имеют большую степень автоматизации искусственного интеллекта. Они имеют возможность «общения» с оператором, находящимся на наземной станции управления и могут передавать на нее данные, такие как оптические или тепловизионные изображения местности, вместе с первичной информацией о положении БПЛА – высота, курс, скорость, крен и т.д.
	Прокопьев И.В., Бецков А.В. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ СПЕЦИАЛЬНОГО

С. 166-168 **Авіоніка БПЛА** – комплекс апаратно-програмних засобів, розташованих на його борту, тобто бортова апаратура управління, яка забезпечує всі режими польоту та виконання функціональної задачі. **Авіоніка** має радіоканал зв'язку з наземним пунктом управління.

БПЛА, як об'єкт управління, рульові приводи органів управління, **блок радіоканалу, сенсори та навігатор** утворюють САУП - рис. 4.3. Бортова і наземна апаратура управління повинна забезпечувати наступні режими польоту БПЛА: зліт і посадку в автоматичному режимі (можливі також ручний режим зльоту і посадки з управлінням по радіоканалу оператором); політ в напіваавтоматичному режимі з управлінням по радіоканалу з коригуванням дій оператора бортовою апаратурою управління (БАУ); політ в автоматичному режимі по контрольним точкам з одночасним передаванням телеметрії на наземну апаратуру управління (НАУ).

НАЗНАЧЕНИЯ// Труды международного симпозиума Надежность и качество. Пензенский государственный университет. (Пенза).- 2012.- Том1. С.84-85.

С.1 pdf-файла **Авионика БПЛА** - комплекс аппаратно-программных средств, располагаемых на его борту, т. е. бортовая аппаратура управления (БАУ), которая обеспечивает все режимы полета и выполнение функциональной задачи. Авионика имеет радиоканал связи с наземной аппаратурой управления (НАУ). БПЛА, как объект управления, рулевые приводы органов управления, **БАУ и НАУ** образуют систему автоматического управления (САУ) БПЛА. Функциональная схема системы управления БПЛА приведена на рисунке 1.

Бортовая и наземная аппаратура управления должна обеспечить следующие режимы полета БПЛА: - взлет и посадка в автоматическом режиме (возможны также ручной режим взлёта и посадки с управлением по радиоканалу оператором); - полет в полуавтоматическом режиме с управлением по радиоканалу с корректировкой действий оператора бортовой аппаратурой управления (БАУ); - полет в автоматическом режиме по контрольным точкам с одновременной посылкой телеметрии на наземную аппаратуру управления (НАУ).

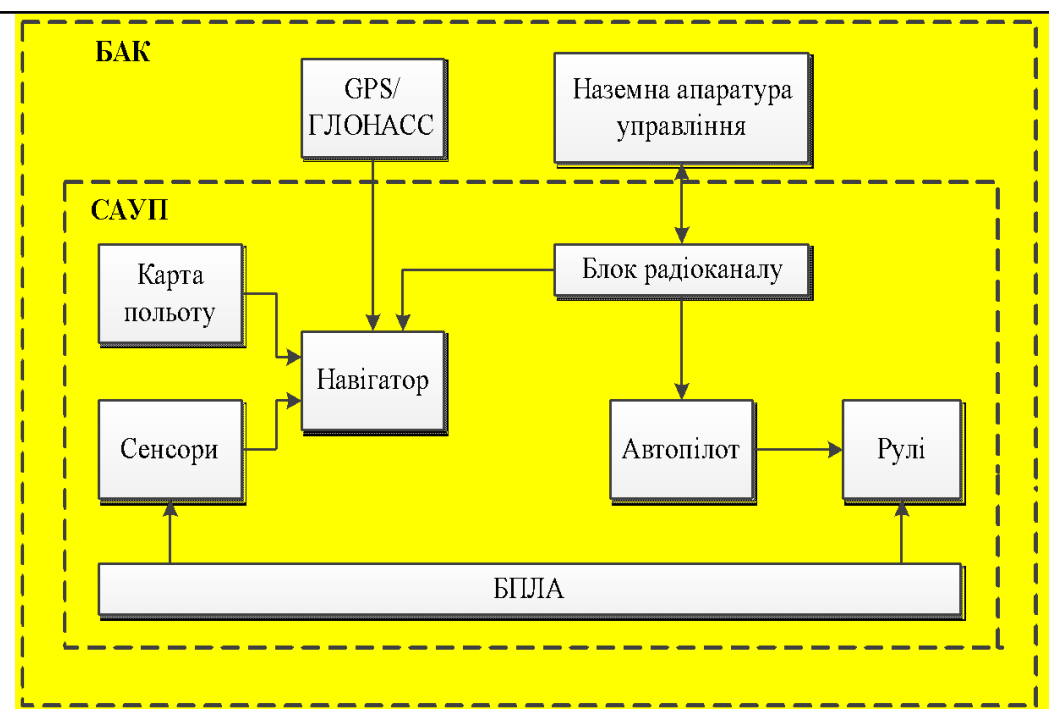
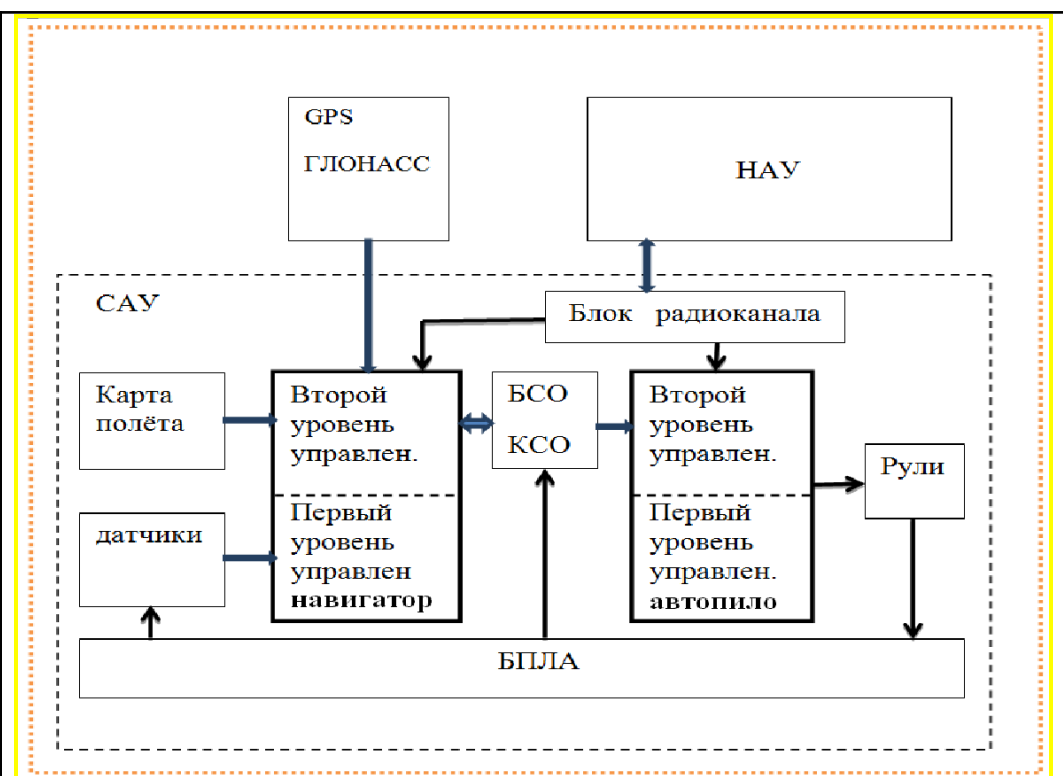


Рис. 4.3. Схема системи автоматичного управління польотом у складі БАК

В ручному режимі оператор, візуально оцінюючи поведінку у просторі (стан) БПЛА, з допомогою НАУ відхиляє органи управління (керма, органи управління двигуном), що приводяться в рух РМ.

Напівавтоматичний режим можливий в радіусі дії радіоканалу, який для малорозмірних БПЛА без застосування спеціальних радіоантенних засобів знаходиться в межах 2500 м.

радіусі дії радіоканалу, який для малорозмірних БПЛА без застосування спеціальних радіоантенних засобів знаходиться в межах 2500 м.



В ручном режиме оператор, визуально оценивая поведение (состояние) БПЛА, с помощью НАУ отклоняет органы управления (рули, органы управления двигателем), приводимые в движение рулевыми машинками (РМ).

С.1 pdf-файла Полуавтоматический режим возможен в радиусе действия радиоканала, который для малоразмерных БПЛА без применения специальных радиоантенных средств находится в пределах 2500 м.

Полуавтоматический режим управления (пилотирование) в данном случае осуществляется с помощью информации о пространственном положении БПЛА, получаемой по радиоканалу и отображаемой на виртуальной приборной панели НАУ. Действия оператора в этом режиме управления

Напівавтоматичний режим управління (пілотування) у даному разі здійснюється з допомогою інформації про просторове положення БПЛА, яка надходить по радіоканалу і відображається на віртуальній панелі приладів НАУ. Дії оператора в цьому режимі управління коригуються САУП, яка виконує функції автопілота, що виключає можливість відпрацювання потенційно небезпечних параметрів руху БПЛА.

У напівавтоматичному режимі БАУ БПЛА забезпечує два інформаційних потоки через радіоканал:

- від блоку ручного управління до пристрою управління автопілоту;
- від сенсорів і системи орієнтації через модуль «Навігатор», інтерфейс телеметрії на пристрій візуалізації параметрів польоту.

У напівавтоматичному режимі польоту БПЛА модуль автопілоту здійснює контроль за командами НАУ:

- отримує по радіоканалу команду від НАУ;
- отримує поточну інформацію про кутову орієнтацію БПЛА і кутову швидкість по двом осям (кутам крену і тангажу) від системи орієнтації. При цьому використовується комплексування систем орієнтації. Якщо БПЛА орієнтований в горизонтальній площині в межах заданих значень кутів і кутових швидкостей по всім трьом осям, то команда передається на РМ, в іншому випадку на РМ передається команда стабілізації режиму горизонтального польоту, яка формується автопілотом.

Автоматичний режим – це забезпечення польоту за заздалегідь заданими контрольними точками маршруту. У даному режимі можлива відсутність радіозв'язку БПЛА з апаратурою управління і зв'язку. Він включається автоматично у випадку виходу БПЛА із зони видимості радіоканалу. У цьому режимі польоту команди від блоку управління ігноруються. Натомість здійснюється автоматичне керування висотою і швидкістю польоту, курсом за показаннями систем орієнтації і навігації та сенсорів; можливе також управління відхиленням від заданої траєкторії. В автоматичному режимі польоту управління здійснюється за принципом "наведення-стабілізація". Модуль навігатора вирішує завдання наведення, тобто генерує команду наведення (включає необхідний напрямок польоту і поточний напрямок польоту, обчислений за сигналами систем орієнтації,

корректируются САУ, выполняющей функции автопилота, не допускающего потенциально опасных параметров движения БПЛА.

В полуавтоматическом режиме САУ БПЛА обеспечивает два информационных потока через радиоканал:

- от блока ручного управления к устройству управления автопилота;
- от датчиков и системы ориентации через модуль навигатор, интерфейс телеметрии на устройство визуализации параметров полета.

В полуавтоматическом режиме полета БПЛА модуль автопилота осуществляет контроль за командами НАУ:

- получает по радиоканалу команду от НАУ;
- получает текущую информации об угловой ориентации БПЛА и угловых скоростях по двум осям (углу крена и углу тангажа) от системы ориентации.

При этом используются комплексирование систем ориентации. Если БПЛА ориентирован в горизонтальной плоскости в пределах заданных значений углов и угловых скоростей по всем трем осям, то команда передается на РМ, в противном случае на РМ передается команда стабилизации режима горизонтального полета, вырабатываемая алгоритмом автопилота.

Автоматический режим - это обеспечение полета по заранее заданному с помощью контрольных точек маршруту. В данном режиме возможно отсутствие радиосвязи БАУ с аппаратурой управления и связи.

С.2 pdf-файла Указанный режим полета включается автоматически при выходе БПЛА из зоны видимости радиоканала.

При этом команды от блока управления игнорируются. В этом режиме полета по показаниям систем ориентации и навигации и датчиков осуществляется автоматическое управление высотой и скоростью полета, курсом, возможно также управление отклонением от заданной траектории. В автоматическом режиме полета управление осуществляется по принципу "наведение-стабилизация". Модуль навигатора решает задачу наведения, т. е. вырабатывает команду наведения (включающую требуемое направление полета и текущее направление полета, вычисленное по сигналам систем ориентации, навигации и датчиков), которая транслируется "Автопилоту". Модуль "Автопилот" решает задачу стабилизации, т. е. обработки команды наведения и обеспечения устойчивости движения путем выработки команд

навігації та датчиків), яка транслюється "Автопілоту". Модуль "Автопілот" вирішує задачу стабілізації, тобто опрацювання команди наведення і забезпечення стійкості руху шляхом генерування команд управління РМ алгоритмом автопілота. У разі перевищення заданих порогів (за кутами і кутовим швидкостям) подається команда стабілізації режиму горизонтального польоту, що передбачено алгоритмом роботи автопілота як і у випадку напіваавтоматичного управління. В автоматичному режимі на модуль навігатора покладено завдання періодично перевіряти наявність зв'язку по радіоканалу. У разі її наявності цей модуль посилає дані телеметрії на наземну станцію.

С.169-170. Основні функції САУП БПЛА в напіваавтоматичному і автоматичному режимах виконує автопілот, який реалізує закони управління каналами тангажу, ризкання та крену.

Повністю автоматичне управління БПЛА можливе за наявності відповідної умовам точності пілотування інформації про поточний стан БПЛА в просторі (включаючи і кутову), а також інформації про заданий рух БПЛА. Траєкторне управління БПЛА різного призначення може бути командним (за командами, що надходять ззовні), програмним (траєкторія сформована і задається на борту у вигляді часових залежностей), адаптивним термінальним, в якому управління здійснюється для досягнення кінцевого результату (в цьому випадку може мати місце ряд обмежень).

Крім траєкторного керування, як правило, здійснюються кутова стабілізація і керування кутовим положенням БПЛА. Найважливішими завданнями, які повинні бути враховані під час створення управління БПЛА, є: забезпечення стійкості руху на всіх режимах польоту з урахуванням можливих збурень, відхилень вихідних даних; досягнення необхідної точності реалізації цільового призначення ЛА; забезпечення живучості управління за відмов у системі управління, викликаних зовнішнім впливом.

Під час польоту в автоматичному режимі БПЛА повинен літати на малих висотах з огинанням рельєфу місцевості. При цьому повинна бути забезпечена похибка підтримки висоти в межах трьох метрів.

управління РМ алгоритмом автопілота. В случае превышения заданных порогов (по углам и угловым скоростям) подается команда стабилизации режима горизонтального полета, вырабатываемая алгоритмом автопилота как и в случае полуавтоматического управления. В автоматическом режиме на модуль навигатора ложится задача периодически проверять наличие связи по радиоканалу. В случае её наличия модуль навигатор посылает данные телеметрии на землю.

С.2 pdf-файла Основные функции САУ БПЛА в полуавтоматическом и автоматическом режимах выполняет автопилот, реализующий законы управления по каналам тангажа, рыскания и крена.

Полностью автоматическое управление БПЛА возможно при наличии соответствующей требуемым условиям точности пилотирования информации о текущем положении ЛА в пространстве (включая и угловое), а также информации о заданном движении БПЛА. Траекторное управление БПЛА различного назначения может быть командным (по командам, поступающим извне), программным (траектория сформирована и задается на борту в виде временных зависимостей), адаптивным терминальным, при котором управление осуществляется для достижения конечного результата (при этом можно выполнять ряд ограничений). Кроме траекторного управления, как правило, осуществляются угловая стабилизация и управление угловым положением БПЛА. Важнейшими задачами при создании такого управления БПЛА являются; обеспечение устойчивости движения на всех режимах полета с учётом возможных возмущений, отклонений исходных данных; достижение точности реализации целевого назначения ЛА; обеспечение живучести управления при заданных отказах, вызванных внешним воздействием, в системе управления;

При полете в автоматическом режиме БПЛА должен летать на малых высотах с огибанием рельефа местности. При этом должна быть обеспечена точность поддержания высоты в пределах трёх метров. Создание интеллектуальной системы автоматического управления БПЛА, ядром которой является бортовая аппаратура управления (Авионика), возможно

Створення інтелектуальної системи автоматичного керування БПЛА, ядром якої є бортова апаратура управління (авіоніка), можливе тільки за умови використання в системі управління (як системи для оцінки стану БПЛА) інтегрованої системи орієнтації і налаштування коефіцієнтів автопілота на конкретні режими польоту БПЛА. Так, повинні бути передбачені варіанти виходу з критичних режимів польоту, наприклад з критичного крену, який може виникнути внаслідок пориву вітру під час здійснення маневру з розвороту.

Основна мета комплексування (об'єднання) систем орієнтації і навігації полягає в підвищенні точності визначення навігаційних і кутових параметрів орієнтації БПЛА. Об'єднуватися можуть не тільки системи, але й окремі сенсори первинної інформації (сенсори тиску, магніторезистори, акселерометри і т. д.), що виробляють одні і ті ж параметри.

При об'єднанні декількох навігаційних засобів вимірювання найбільш широке застосування отримали дві схеми комплексування, відомі як спосіб компенсації та фільтрації [169, 170].

169.Распопов В.Я. Бесплатформенные системы ориентации и навигации на микромеханических чувствительных элементах / В.Я. Распопов, В.В. Матвеев. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.mr.rtc.ru/doc/report/doc22.pdf>

Посилання сфальсифіковане: у джерелі під №169 цього тексту немає.

170.Распопов В.Я. Микросистемная авионика / В.Я. Распопов. – Тула: Гриф и К, 2010. – 248 с.

Посилання сфальсифіковане: у джерелі під №170 цього тексту немає.

С. 170-171 Бортові контролери (процесори) і лінії зв'язку скомплексовані як ядро системи, що забезпечує основні (критичні) лінії зв'язку між бортовими сенсорами і наземною апаратурою, а також системами керування двигуном. Багатофункціональні можливості, потреба в яких визначається обмеженнями ваги і потужності, досягнуті високоінтегрованою конструкцією з фізичними багатофункціональними компонентами. Наприклад, крило також служить як антена або апертура сенсора. Джерело живлення інтегроване з конструкцією фюзеляжу і так

только при использовании в системе управления в качестве системы для оценки состояния БПЛА интегрированной системы ориентации и настройки коэффициентов автопилота на конкретные режимы полета БПЛА. В частности, должны быть предусмотрены варианты выхода из критических режимов полета, например из критического крена, который может возникнуть вследствие порыва ветра при совершении маневра по развороту и уклонению БПЛА от целенаправленных враждебных действий.

Основная цель комплексирования (объединения) систем ориентации и навигации заключается в повышении точности определения навигационных и угловых параметров ориентации БПЛА. Объединяться могут не только системы, но и отдельные датчики первичной информации (датчики давления, магниторезисторы, акселерометры и т. д.), вырабатывающие одни и те же параметры. При объединении нескольких навигационных измерителей наиболее широкое применение получили две схемы комплексирования, известные как способ компенсации и фильтрации [2].

2. Н.А.Северцев, А.Н.Катулев. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности. Тверь 1999.

Лопота А.В., Николаев А.Б. Беспилотные летательные аппараты. Аналитический доклад. – СПб.: ГНЦ РФ ЦНИИ робототехники и технической кибернетики. 2015.- 17 с.

С.11-12 Перспективные электронные технологии позволяют скомплексировать бортовой процессор и линии связи как ядро системы, которое обеспечивает основные (критические) связи между бортовыми датчиками и наземной станцией, а также с системой управления двигателем. Многофункциональные возможности, потребность в которых определяется ограничениями веса и мощности, могут быть достигнуты только высокоинтегрированной конструкцией с физическими компонентами, выполняющими многие функции. Например, крыло может служить в

далі. Подібна ступінь конструктивної синергетики ще не досягалася в конструкції традиційних літальних апаратів.	качестве антенны или апертуры датчика. Источник питания может быть интегрирован с конструкцией фюзеляжа, и так далее. Подобная степень конструктивной синергетики ранее не требовалась в конструкции традиционных летательных аппаратов;
С. 171 Для забезпечення навігації застосовано алгоритм «ковзної орієнтації» (Algorithm of sliding orientation). Принцип його роботи полягає в тому, що географічні координати БПЛА обчислюються не відносно початкового положення, а відносно попереднього положення, обчисленого раніше.	П.П.Парамонов, Ю.И.Сабо, В.Я.Распопов, Ю.В.Иванов, Р.В.Алалуев, С.Е.Товкач, А.П.Шведов. Микросистемная авионика малогабаритного беспилотного летательного аппарата // Материалы XV Юбилейной СанктПетербургской международной конференции по интегрированным навигационным системам. - СПб.: ГНЦ РФ ЦНИИ «Электроприбор». 2008. - С. 342- 349. Для обеспечения навигации (микросистемной авионикой) применяется алгоритм «скользящей ориентации» (Algorithm of sliding orientation). Принцип его работы состоит в том, что географические координаты БПЛА вычисляются не относительно начального положения, а относительно предыдущего положения, вычисленного ранее.
С. 172 Для підвищення точності визначення параметрів кутової орієнтації БПЛА можливе комплексування (об'єднання) систем орієнтації різного типу. На рис. 4.4 наведена загальна структура об'єднання модуля тривісного магнітометра, пірогоризонту і модуля супутникової навігаційної системи GPS/ГЛОНАСС.	Прокопьев И.В., Бецков А.В. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ // Труды международного симпозиума Надежность и качество. Пензенский государственный университет. (Пенза).- 2012.- Том1. С.84-85. С.2-3 pdf-файла Для повышения точности определения угловой ориентации БПЛА возможно комплексирование (объединение) систем ориентации различного типа. На рисунке 2 приведена блок-схема объединения модуля трехосевого магнитометра, пирогоризонта и модуля спутниковой навигационной системы (СНС)GPS/ГЛОНАСС.

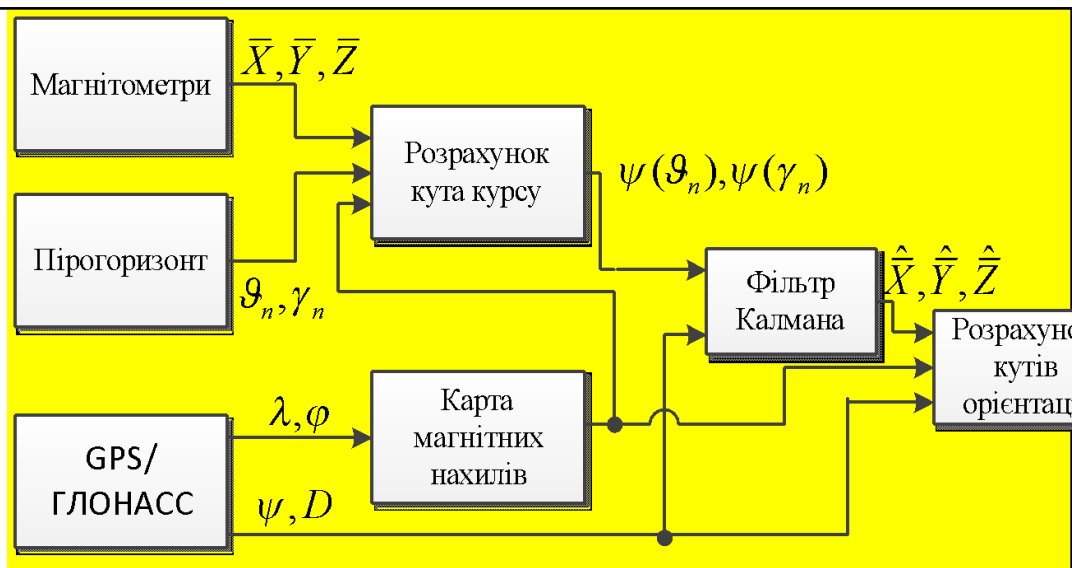


Рис. 4.4. Загальна структура комплексування модуля магнітометрів, пірогоризонту і модуля GPS/ГЛОНАСС

Тривісний магнітометр видає по кожному каналу нормовані показання X, Y, Z . Пірогоризонт визначає кути тангажу ϑ_n і крену γ_n . Модуль GPS/ГЛОНАСС приймає сигнали супутникової навігаційної системи і передає в блок розрахунку кутів орієнтації значення географічних координат ϕ, λ , шляхового кута ψ та кутів магнітного схилу D і нахилу I .

На підставі визначених пірометричними сенсорами кутів тангажу і крену, у блоці розрахунку обчислюється кут курсу. Таким чином, отримують значення кутів курсу, що обчислені за показаннями пірометрів та магнітних сенсорів і курс, який видається модулем GPS. Це дозволяє реалізувати фільтр Калмана для оцінювання систематичних похибок магнітних датчиків.

Такий спосіб комплексування підвищує точність визначення кутів тангажу і крену та усуває складові похибки, пов'язані з наявністю залишкових некомпенсованих магнітних перешкод і похибку, обумовлену кутом ковзання БПЛА.

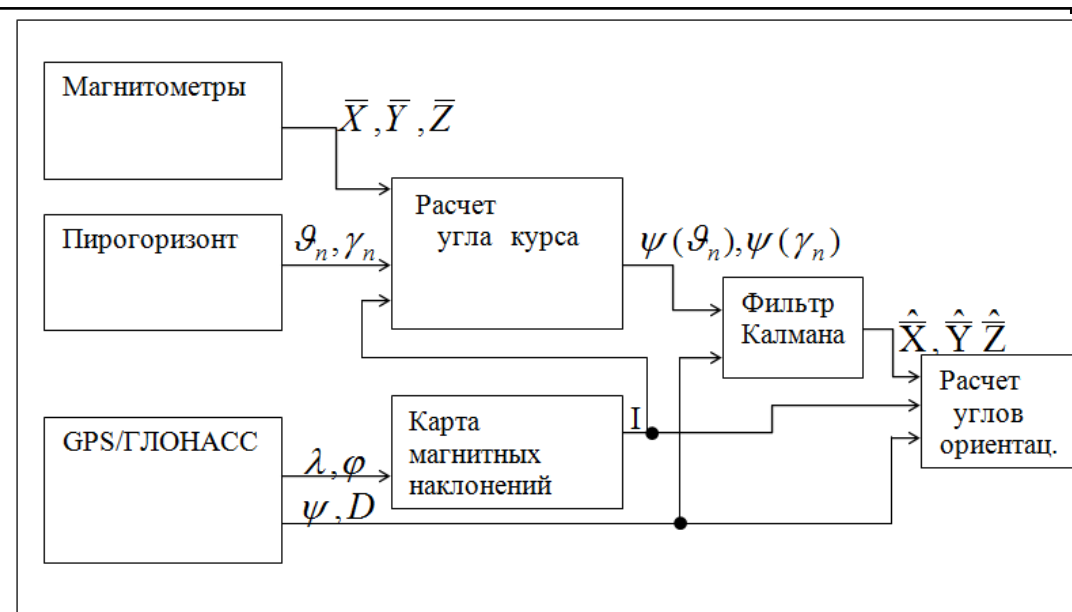


Рисунок 2 - Блок-схема комплексования модуля магнитометров, пирогоризонта и модуля GPS/ГЛОНАСС

Трехосный магнитометр вырабатывает по каждому каналу нормированные показания X, Y, Z . Пирогоризонт определяет углы тангажа n и крена n . Модуль GPS/ГЛОНАСС принимает сигналы спутниковой навигационной системы и передает в блок расчета углов ориентации значения географических координат ϕ, λ , путевого угла Θ и углов магнитного склонения D и наклонения I . На основании определенных по пирометрическим датчикам углов тангажа и крена, в блоке расчета вычисляется угол курса. Таким образом, имеются значения углов курса, вычисленные по показаниям пирометров и магнитных датчиков и курс, выдаваемый модулем GPS. Это позволяет реализовать фильтр Калмана для оценки систематических ошибок $X^\wedge, Y^\wedge, Z^\wedge$ магнитных датчиков. Такой способ комплексования повышает точность определения углов тангажа ϑ_n и крена γ_n и устраняет ошибки, связанные с наличием

Використання методів оптимальної фільтрації Калмана передбачає, що параметри стохастичного описання збурень і похибок вимірювань відомі точно.

На практиці, у випадку невизначеності оцінюваних параметрів, налаштування фільтру проводиться на апіорній моделі збурень і похибок вимірювань, що призводить до додаткових втрат точності оцінювання. У цьому випадку коваріаційна матриця не є оцінкою точності вектора стану, тобто фільтр неправильно формує характеристику точності (коваріацію похибки оцінювання) одночасно з оцінкою вектора стану.

Для підвищення точності визначення вектора стану, разом з фільтрацією Калмана розроблено алгоритм нейромережевої апроксимації довільної щільності розподілу ймовірності. Нейромережі можуть навчатися на результатах реальних вимірювань, а не на моделі похибок, що дозволяє суттєво зменшити негативний вплив невизначеності моделі.

остаточных некомпенсированных магнитных помех и ошибку, обусловленную углом скольжения БПЛА.

Использование методов оптимальной Калмановской фильтрации предполагает, что параметры стохастического описания возмущений и ошибок измерений известны точно. На практике, в случае неопределенности параметров, настройка фильтра производится на априорные модели возмущений и ошибок измерений, что приводит к дополнительным потерям в точности оценивания. В этом случае ковариационная матрица не является оценкой точности вектора состояния, т.е. фильтр неправильно формирует точностную характеристику (ковариацию ошибки оценивания) вместе с оценкой вектора состояния. Для повышения точности вектора состояния, вместе с Калмановской фильтрацией разработан алгоритм нейросетевой аппроксимации произвольной плотности распределения вероятности. Нейросети могут обучаться на реальных измерениях, а не на модели погрешностей, что позволяет обойти неопределенности модели.

П.П. Ткачук, Ю.П. Сальник, Ю.М. Пашук, І.В. Матала. СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПОЛЬОТОМ І КОРИСНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ ТАКТИЧНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ// Військово-технічний збірник 1(10) / 2014-с.73-77

С. 173 Виконання вищезазначених функцій забезпечується використанням змінного корисного навантаження модульної побудови, яке встановлюється на внутрішній та/або на зовнішній підвісках БПЛА.

По суті БПЛА – це авіаційна платформа для транспортування корисного навантаження, яке може включати [15, 20, 28, 30, 237, 241]: сенсори збирання інформації, у т.ч.: фото, теле, тепловізійні та мультиспектральні камери (EO/IR); лазерні сканери та далекоміри (LRF/LD); РЛС із синтезованою апертурою (SAR); обладнання для ретрансляції зв'язку; багатофункціональну KIBC тощо.

С.74 Виконання вищезазначених функцій забезпечується використанням змінного корисного навантаження (КН) модульної побудови, яке встановлюється на внутрішній та/або на зовнішній підвісках ТБпЛА.

По суті безпілотний ЛА – це авіаційна платформа для транспортування корисного навантаження, яке може включати [5, 6]:

1) сенсори (датчики) збору розвідувальної інформації, у т.ч.: фото-, теле-, тепловізійні та мультиспектральні камери (EO/IR); лазерні сканери та цілевказівники/далекоміри (LRF/LD); системи визначення (індикації) наземних рухомих цілей (GMTI); РЛС із синтезованою апертурою (SAR); засоби радіо- і радіотехнічної розвідки (SIGINT);

Всі посилання є сфальсифікованими: п'ять із шести – це посилання на статті самого Сергія Бабака, видані пізніше статті П.П. Ткачука, Ю.П. Сальника, Ю.М. Пашука, І.В. Матала.

15.Бабак С.В. Задачи создания систем мониторинга окружающей среды объектов энергетики / С.В. Бабак // Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики. Сб. трудов. – К.: ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2015. – С. 133-136.

20.Бабак С.В. Комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні системи на базі безпілотних авіаційних комплексів / С.В. Бабак // Проблеми інформатики та моделювання (ПІМ-2015). Матеріали XV міжнар. наук.-тех. конф., 14-18 вересня 2015р., Одеса. – С. 14.

28.Бабак С.В. Развитие современных беспилотных авиационных измерительных систем / С.В. Бабак // Вимірювальна і обчислювальна техніка в технологічних процесах (ВОТП-15-2015). Матеріали XV міжнар. наук.-техн. конф., 10-14 вересня 2015р., Одеса. – С. 13-15.

30.Бабак С.В. Статистическая диагностика электротехнического оборудования / С.В. Бабак, М.В. Мыслович, Р.М. Сысак. - К.: Ин-т электродинамики НАН Украины, 2015. – 456 с.

237. Babak S. Computerised systems for remote monitoring and diagnostics of electric power facilities / S. Babak, M. Myslovych, R. Sysak // Computational Problems of Electrical Engineering. – 2015. –Issue 6. – P.61-64.

241 Cai G. A Survey of Small-Scale Unmanned Aerial Vehicles: Recent Advances and Future Development Trends / G. Cai, J. Dias, L. Seneviratne // Unmanned Systems, 2014, Vol. 02, No. 02, P. 175-184.

Джерело за №241 даного тексту не містить

С.173 Під час вибору варіанту компоновки модулів корисного навантаження враховуються їх технічні характеристики, переваги і недоліки, а також умови виконання польотних, контрольно-вимірювальних

датчики РХБ розвідки та виявлення вибухових пристроїв (CBRNE);

2) обладнання для ретрансляції зв'язку;

3) засоби ураження/ придушення (смертельної та несмертельної дії);

4) різноманітні вантажі.

5. U.S. Army Field Manual Interim (FMI) 3-04.155–Department of the Army. – Washington, DC, April, 183

[p.https://www.fas.org/irp/doddir/army/fmi3-04-155.pdf](https://www.fas.org/irp/doddir/army/fmi3-04-155.pdf).

6. Eyes of the Army. The Army Roadmap for UAS 2010-2035. 140 p. <http://www-ucker.army.mil/usaace/uas>.

П.П. Ткачук, Ю.П. Сальник, Ю.М. Пашук, І.В. Матала. СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПОЛЬОТОМ І КОРИСНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ ТАКТИЧНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ// Військово-технічний збірник 1(10) / 2014-с.73-77

С.74 При визначенні (виборі) варіантів компоновки модулів корисного навантаження враховуються їх технічні характеристики, переваги і недоліки, а також умови виконання розвідувальних або інших завдань за

або інших завдань за призначенням та умовами функціонування (погода, місцевість, час доби і пора року та інші фактори).

Як підсумок вищенаведеного зазначимо, що САУП з корисним навантаженням БПЛА відіграє надважливу роль у забезпеченні автономного (керованого) польоту БПЛА за визначеною траєкторією на заданій висоті із заданою швидкістю, виведення у визначений район і виконання поставлених завдань згідно з передпольотним планом та змінами до нього у процесі його реалізації.

Також однією з основних функцій САУП є керування роботою корисного навантаження та передаванням (поширенням) відповідної інформації на наземний пункт управління та до її споживачів.

Вищезазначена система забезпечує можливість оператору керувати польотом БПЛА та його корисним навантаженням у ручному режимі зі стандартного пульта дистанційного управління, в автоматичному (за сигналами підсистем САУП) та у напівавтоматичному (за командами оператора) режимах.

С.174 САУП БПЛА є складною, багаторівневою комплексною системою, яка включає (рис. 4.5): бортовий обчислювальний комплекс; навігаційний комплекс; систему управління польотом БПЛА; систему зв'язку; апаратуру інформаційного обміну та інші складові, необхідні для функціонування БПЛА.

призначенням (погода, місцевість, протидія противника, час доби і пора року та інші фактори).

Як підсумок вищенаведеного зазначимо, що система автоматизованого управління польотом і корисним навантаженням ТБПЛА відіграє надзвичайно важливу роль у забезпеченні автономного (керованого) польоту тактичного безпілотного ЛА за визначеною траєкторією на заданій висоті із заданою швидкістю, виведення у визначений район і виконання поставлених завдань згідно з передпольотним планом та змінами до нього у процесі його реалізації. Також однією з основних функцій САУ є керування роботою корисного навантаження та передачею (поширенням) відповідної інформації на наземний пункт управління та до її споживачів. Вищезазначена система забезпечує можливість оператора керувати польотом БпЛА та його корисним навантаженням у ручному режимі зі стандартного пульта дистанційного управління, в автоматичному – за сигналами підсистем САУ та у напівавтоматичному – за командами оператора.

П.П. Ткачук, Ю.П. Сальник, Ю.М. Пащук, І.В. Матала. СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПОЛЬОТОМ І КОРИСНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ ТАКТИЧНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ// Військово-технічний збірник 1(10)/2014-с.73-77

С. 74 САУ тактичного безпілотного літального апарата являє собою складну, багаторівневу комплексну систему, яка включає (рис. 3): бортовий обчислювальний комплекс; навігаційний комплекс; систему управління польотом БпЛА; систему зв'язку; апаратуру інформаційного обміну та інші складові, необхідні для функціонування БпЛА.

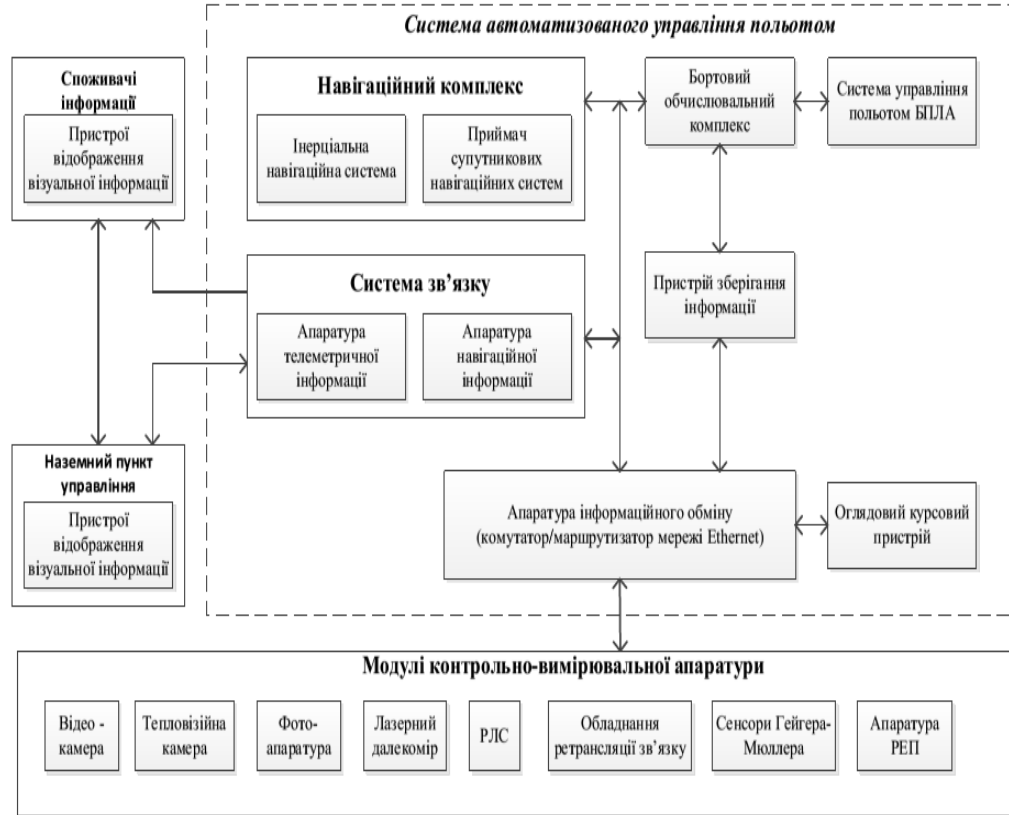


Рис. 4.5. Структура системи управління польотом і багатофункціонального контрольно-вимірювального обладнання БПЛА

та режимами збирання і накопичення інформації

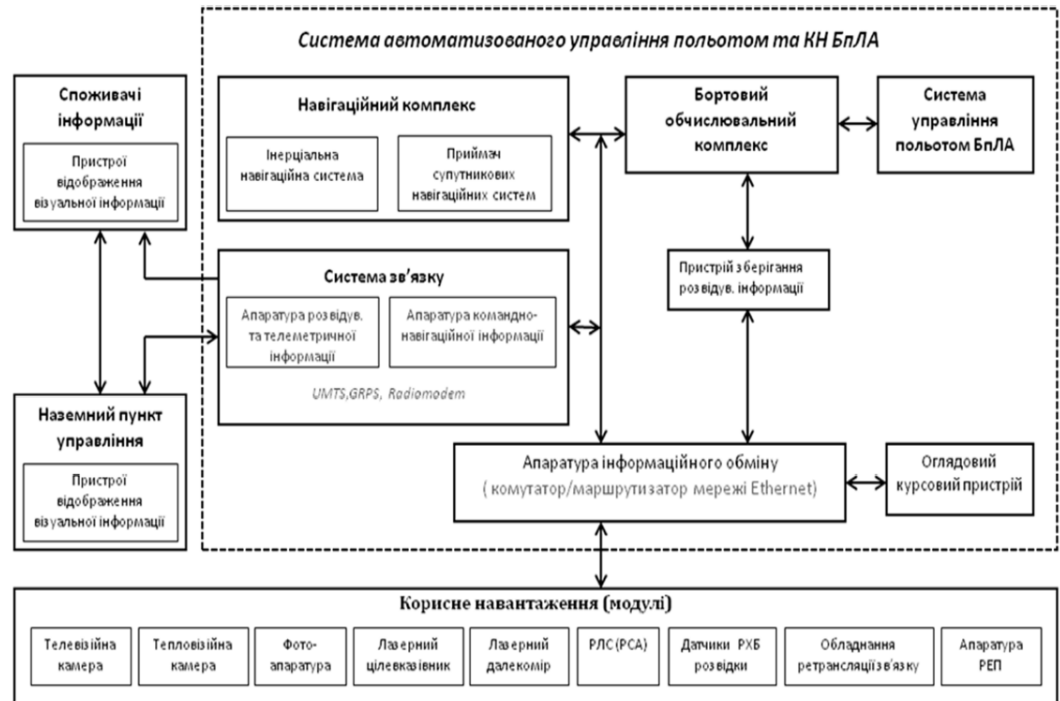


Рис. 3. Функціональна структура системи автоматизованого управління польотом і корисним навантаженням тактичного БПЛА

П.П. Ткачук, Ю.П. Сальник, Ю.М. Пашук, І.В. Матала. СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПОЛЬОТОМ І КОРИСНИМ

174-175 Бортний обчислювальний комплекс повинен вирішувати завдання навігації, орієнтації і векторної гравіметрії, оптимальної

оцінювання різних параметрів і їх корекції, а також завдання опитування датчиків та систем, занесення масивів вихідної інформації в пам'ять, забезпечення функціонування системи індикації і контролю стану периферійних пристроїв, самоконтролю тощо.

Сьогодні значного поширення набув підхід до побудови малорозмірних бортових обчислювальних комплексів на основі застосування мікроконтролерів, що функціонують під управлінням операційних систем реального часу.

Навігаційний комплекс БПЛА є інтегрованою системою, яка здійснює опрацювання навігаційної інформації, що надходить від інерційної системи (ІНС, інерційна компонента) та приймача супутникової радіонавігаційної системи (СРНС, супутникова компонента).

Ключовим елементом САУ щодо забезпечення автономності її функціонування є інерційна компонента. Це, як правило, безплатформна інерційна навігаційна система (БІНС) [169, 170, 200-204, 237, 241], яка виконує функцію визначення положення БПЛА у просторі і має у своєму складі інерційні датчики, барометричний висотомір та тривимірний магнітометр, і після порівняння даних від вищезазначених датчиків з даними приймача СРНС система виробляє повне навігаційне рішення за координатами і кутами орієнтації.

Супутникова компонента забезпечує визначення координат БПЛА та об'єктів розвідки за сигналами глобальної супутникової навігаційної системи (GPS/ГЛОНАСС), а також визначення курсового кута БПЛА.

Система зв'язку призначена для забезпечення стійкого зв'язку між персоналом наземного пункту управління та споживачами інформації з БПЛА.

В джерелах під №№169, 170, 200-204, 241 цього тексту немає.

Джерело під №237 – це стаття самого С.Бабака, яка вийшла після статті П.П. Ткачука, Ю.П. Сальника, Ю.М. Пащука, І.В. Матали.

169.Распопов В.Я. Бесплатформенные системы ориентации и навигации на микромеханических чувствительных элементах / В.Я. Распопов, В.В. Матвеев. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.mr.rtc.ru/doc/report/doc22.pdf>
170.Распопов В.Я. Микросистемная авионика / В.Я. Распопов. – Тула: Гриф и К, 2010. – 248 с.

НАВАНТАЖЕННЯМ ТАКТИЧНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ // Військово-технічний збірник 1(10)/2014-с.73-77

С. 75 Бортовий обчислювальний комплекс повинен вирішувати завдання навігації, орієнтації і векторної гравіметрії, оптимальної оцінки різних параметрів і їх корекції, а також завдання опитування датчиків та систем, запису масивів вихідної інформації в пам'ять, забезпечення функціонування системи індикації і контролю стану периферійних пристроїв, самоконтролю тощо.

Сьогодні широкого поширення набув підхід до побудови малорозмірних бортових обчислювальних комплексів на основі застосування мікроконтролерів, що функціонують під управлінням операційних систем реального часу.

2. Навігаційний комплекс ТБПЛА являє собою інтегровану систему, яка здійснює обробку навігаційної інформації, що надходить від інерціальної системи (ІНС, інерціальна компонента) та приймача супутникової радіо-навігаційної системи (СРНС, супутникова компонента).

Ключовим елементом САУ щодо забезпечення автономності її функціонування є інерціальна компонента. Це, як правило, безплатформна інерціальна навігаційна система (БІНС), яка виконує функцію визначення положення БпЛА у просторі і має у своєму складі інерціальні датчики, барометричний висотомір та тривісний магнітометр, і після порівняння даних від вищезазначених датчиків з даними приймача СРНС система виробляє повне навігаційне рішення за координатами і кутами орієнтації.

Супутникова компонента забезпечує визначення координат БпЛА та об'єктів розвідки за сигналами глобальної супутникової навігаційної системи (GPS/ГЛОНАСС), а також визначення курсового кута БпЛА.

3. Система зв'язку призначена для забезпечення стійкого зв'язку між персоналом наземного пункту управління та споживачами інформації з тактичним БпЛА.

200.Товкач С.Е. Авионика малоразмерных беспилотных летательных аппаратов / С.Е. Товкач, В.Я. Распопов // Мир авионики. – 2009. – № 3. – С. 39-47.

201.Товкач С.Е. Информационно-измерительные микросистемы для подвижных объектов / В.Я. Распопов, Ю.В. Иванов, Д.М. Малютин, Р.В. Алалуев, М.Г. Погорелов, А.П. Шведов, В.В. Лихошерст, С.Е. Товкач // Нано- и микросистемная техника. – 2010. – № 1. – С. 27-34.

202.Товкач С.Е. Микросистемная авионика для мини-БПЛА / П.П. Парамонов, Ю.И. Сабо, В.Я. Распопов, С.Е. Товкач // Известия вузов. Приборостроение. – 2006, т. 49. – № 6. – С. 51-55.

203.Товкач С.Е. Микросистемная авионика современных мини-БПЛА / С.Е. Товкач, В.Я. Распопов // Справочник. Инженерный журнал. Приложение. – 2007. – № 10. – С. 21-24.

204.Товкач С.Е. Система навигации мини-беспилотного летательного аппарата / С.Е. Товкач, В.Я. Распопов // Датчики и системы. – 2007. – № 3. – С. 6-9.

237. Babak S. Computerised systems for remote monitoring and diagnostics of electric power facilities / S. Babak, M. Myslovych, R. Sysak // Computational Problems of Electrical Engineering. – 2015. –Issue 6. – P.61-64.

241. Cai G. A Survey of Small-Scale Unmanned Aerial Vehicles: Recent Advances and Future Development Trends / G. Cai, J. Dias, L. Seneviratne // Unmanned Systems, 2014, Vol. 02, No. 02, P. 175-184.

С. 175-176. Основними елементами системи зв'язку БПЛА є наступні.

Апаратура телеметричної інформації (передавач і антенно-фідерний пристрій), яка призначена для передавання телеметричної інформації у реальному масштабі часу на наземний пункт управління та поширення її у межах радіовидимості.

Апаратура командно-навігаційної інформації (приймач і антенно-фідерний пристрій). Призначена для приймання команд керування польотом БПЛА і його корисним навантаженням. Для підтримання зв'язку на значних відстанях і підвищення завадозахищеності апаратури як на

П.П. Ткачук, Ю.П. Сальник, Ю.М. Пащук, І.В. Матала. СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПОЛЬОТОМ І КОРИСНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ ТАКТИЧНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ// Військово-технічний збірник 1(10)/2014-с.73-77

С.76 Основними елементами системи зв'язку ТБПЛА є:

3.1. Апаратура розвідувальної і телеметричної інформації (передавач і антенно-фідерний пристрій). Призначена для передачі розвідувальної та телеметричної інформації у реальному масштабі часу на наземний пункт управління та розповсюдження її у межах радіовидимості.

3.2. Апаратура командно-навігаційної інформації (приймач і антенно-фідерний пристрій). Призначена для приймання команд керування польотом ТБПЛА і його корисним навантаженням. Для підтримання зв'язку на значних відстанях і підвищення завадозахищеності як на тактичному БПЛА, так і на наземному пункті управління БпАК використовуються гостронаправлені антенні системи.

БПЛА, так і на наземному пункті управління використовуються гостроспрямовані антенні системи.

Апаратура інформаційного обміну забезпечує комутацію, проходження та маршрутизацію інформаційних потоків між складовими та елементами бортового і цільового обладнання БПЛА, у т.ч. розподіл інформації між бортовими датчиками збирання інформації, передавачем відеоінформації і пристроєм її зберігання. Введення польотного завдання і передстартовий контроль функціонування основних вузлів і систем БПЛА здійснюються перед його зльотом через зовнішній порт даної апаратури.

Пристрій зберігання інформації призначений для накопичування інформації з моменту старту і до моменту приземлення БПЛА. Цей пристрій може бути змінним або вбудованим. Інформація, яка зчитується з нього, дозволяє проводити детальніший аналіз інформації, що отримується сенсорами БПЛА під час виконання польотних завдань.

Оглядовий курсовий пристрій призначений для візуального контролю процесу управління польотом БПЛА і забезпечує необхідну зону охоплення місцевості, над якою він пролітає.

Інформацію, яку отримують від оглядового курсового пристрою, передають оператору БПЛА (оператору корисного навантаження) та використовують для управління польотом БПЛА та роботою багатофункціонального контрольно-вимірювального обладнання. До складу оглядового курсового пристрою входить телевізійна камера з ширококутовим об'єктивом, яка у залежності від завдань може бути замінена або доповнена тепловізійною камерою, цифровим фотоапаратом чи РЛС.

С. 177. Основними вимогами, які висуваються до САУП БПЛА, є [15, 20, 30, 237, 242]:
невисока вартість;

4. Апаратура інформаційного обміну забезпечує комутацію, проходження та маршрутизацію інформаційних потоків між складовими та елементами бортового і цільового обладнання БпАК, у т.ч. розподіл інформації між бортовими датчиками збору інформації, передавачем радіолінії розвідувальної інформації і пристроєм її зберігання.

Ввід польотного завдання і передстартовий контроль функціонування основних вузлів і систем ТБпЛА здійснюються перед його злетом через зовнішній порт даної апаратури.

5. Пристрій зберігання розвідувальної інформації призначений для накопичування інформації з моменту злету і до моменту приземлення ТБпЛА. Цей пристрій може бути знімним або вбудованим. Інформація, яка зчитується з нього, дозволяє проводити більш детальний аналіз інформації, що отримується датчиками ТБпЛА під час виконання польотних завдань.

6. Оглядовий курсовий пристрій (ОКП) призначений для візуального контролю процесу управління польотом БпЛА і забезпечує необхідну зону охоплення місцевості, над якою він пролітає. Інформація, яка отримується від оглядового курсового пристрою, передається оператору БпЛА (оператору корисного навантаження) та використовується для керування польотом літального апарата та роботою корисного навантаження.

До складу ОКП входить телевізійна камера з ширококутовим об'єктивом, яка у залежності від завдань може бути замінена або доповнена тепловізійною камерою, цифровим фотоапаратом чи РЛС.

П.П. Ткачук, Ю.П. Сальник, Ю.М. Пащук, І.В. Матала. **СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПОЛЬОТОМ І КОРИСНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ ТАКТИЧНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**// Військово-технічний збірник 1(10)/2014-с.73-77

С.76 Основними вимогами, які висуваються до САУ БпЛА, є [3, 6-11]:
низька вартість;
мініатюризація (мінімізація маси та габаритних характеристик);

мініатюризація (мінімізація маси та габаритних характеристик);
зниження енергоспоживання;
забезпечення режиму автоматизованого виконання польоту БПЛА, стабілізації кутів орієнтації та відповідності польоту заданій траєкторії у всіх режимах управління на всіх етапах польоту, зокрема під час старту, набору висоти, зниженню та приземленню; забезпечення можливості операторам дистанційно переходити від ручного до автоматичного режиму управління БПЛА (корисним навантаженням) та навпаки; програма автоматизованого управління БПЛА протягом його польоту може змінюватися персоналом наземного пункту управління; використання недорогих, комерційно доступних технічних засобів та обладнання, а також власного інноваційного програмного забезпечення; збільшення обсягу пам'яті центральної обчислювальної системи, необхідного для накопичення вимірювальної інформації; варіанти компоновки модулів корисного навантаження повинні гарантувати виконання завдань за призначенням у складних умовах експлуатації, зокрема у випадку різких змін температурних режимів; підвищення завадостійкості тощо.

Джерела за №№ 15, 20, 30, 237 – це статті самого С.Бабака, які вийшли після статті П.П. Ткачука, Ю.П. Сальника, Ю.М. Пашука, І.В. Матали.

15.Бабак С.В. Задачи создания систем мониторинга окружающей среды объектов энергетики / С.В. Бабак // Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики. Сб. трудов. – К.: ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2015. – С. 133-136.

20.Бабак С.В. Комп'ютеризовані інформаційно-вимірювальні системи на базі безпілотних авіаційних комплексів / С.В. Бабак // Проблеми інформатики та моделювання (ПІМ-2015). Матеріали XV міжнар. наук.-тех. конф., 14-18 вересня 2015р., Одеса. – С. 14.

30.Бабак С.В. Статистическая диагностика электротехнического оборудования / С.В. Бабак, М.В. Мыслович, Р.М. Сысак. - К.: Ин-т электродинамики НАН Украины, 2015. – 456 с.

зниження енергоспоживання;
забезпечення автоматизованого виконання польоту БПЛА, стабілізації кутів орієнтації та слідування заданій траєкторії у всіх режимах управління на всіх етапах польоту, зокрема при злеті, наборі висоти, зниженні та приземленні;
забезпечення можливості операторам дистанційно переходити від ручного до автоматичного режиму управління БПЛА (корисним навантаженням) та навпаки;
програма автоматизованого управління БПЛА протягом його польоту може змінюватися персоналом наземного пункту управління;
використання недорогих, комерційно доступних технічних засобів та обладнання, а також власного (українського) інноваційного програмного забезпечення;
збільшення обсягу пам'яті центральної обчислювальної системи, необхідного для накопичення вимірювальної інформації;
варіанти компоновки модулів корисного навантаження повинні гарантувати виконання завдань за призначенням у складних умовах експлуатації, зокрема при різких змін температурних режимів;
підвищення завадостійкості тощо.

3. Управление и наведение беспилотных летательных аппаратов на основе современных информационных технологий / Под редакцией М.Н. Красильщикова и Г.Г. Серебрякова. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 280 с.

6. Eyes of the Army. The Army Roadmap for UAS 2010-2035. 140 p.

<http://www-ucker.army.mil/usaace/uas>.

7. M.L. Cummings, I S. Bruni, S. Mercier, and P.J. Mitchell. Automation Architecture for Single Operator, Multiple UAV Command and Control [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.dodccrp.org/files/>.

8. Kemaop Penga, Guowei Cai b, Ben M. Chenb, Miaobo Dongb, Kai Yew Luma, b, Tong H. Lee. Design and implementation of an autonomous flight control law for a UAV helicopter [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://vlab.ee.nus.edu.sg/>.

237. Babak S. Computerised systems for remote monitoring and diagnostics of electric power facilities / S. Babak, M. Myslovych, R. Sysak // Computational Problems of Electrical Engineering. – 2015. –Issue 6. – P.61-64. 242 Calise, Anthony J., Adaptive Flight Control using Neural Networks [Electronic resource] / Anthony J. Calise, Rolf T. Rysdyk // Access mode: http://www.aa.washington.edu/research/afsl/publications/rysdyk1998adaptiveN У назві джерела №242 С.Бабак зробив помилку (не читав?): <u>Nonlinear</u> Adaptive Flight Control using Neural Networks. Ця стаття, оприлюднена 1999 року, тексту абзацу, в якому фігурує посилання на неї, не містить.	9. HaiYang Chao, YongCan Cao, and YangQuan Chen. Autopilots for Small Unmanned Aerial Vehicles: A Survey. [Електронний ресурс] Режим доступу: http://mechatronics-ece.usu.edu/yqchen/. 10. David H. Shim, H. Jin Kim, and Shankar Sastry. A Flight Control System for Aerial Robots: algorithms and experiments. [Електронний ресурс] Режим доступу: http://robotics.eecs.berkeley.edu/. 11. I.H.Johansen. Autopilot Design for Unmanned Aerial Vehicles. [Електронний ресурс] Режим доступу: http://www.diva-portal.org/smash/.
С.177. Одним з пріоритетних завдань створення перспективних БАК слід вважати розроблення досконаліших САУП, які покращать безпеку польотів, зменшать втрати БПЛА та забезпечать ефективне застосування їх корисного навантаження.	П.П. Ткачук, Ю.П. Сальник, Ю.М. Пащук, І.В. Матала. СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПОЛЬОТОМ І КОРИСНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ ТАКТИЧНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ// Військово-технічний збірник 1(10)/2014-с.73-77 С.76 Висновки 4. Одним з пріоритетних завдань при створенні перспективних ТБпАК слід вважати розробку більш досконалих систем автоматизованого управління, які покращать безпеку польотів, зменшать втрати БпЛА та забезпечать ефективне застосування їх корисного навантаження.
С. 177 Перспективним напрямом розроблення САУП є створення "інтелектуальної" авіоники, яка має програмне забезпечення, здатне за відмови будь-яких систем вибирати альтернативні алгоритми управління для продовження польоту.	Прокопьев И.В., Бецков А.В. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ // Труды международного симпозиума Надежность и качество. Пензенский государственный университет. (Пенза).- 2012.- Том1. С.84-85. Перспектива в разработке САУ БПЛА заключается в создании "интеллектуальной" авионики, имеющей программное обеспечение, способное при отказах каких либо систем выбирать альтернативные алгоритмы управления для продолжения полета.
	Данилов А.С. Система экологического мониторинга окружающей среды с использованием малогабаритных беспилотных летательных аппаратов//Экология и промышленность России. - №9 - сентябрь 2013 г. – с.4-7.

С. 178-179 Розроблена методика проведення контролю довкілля з використанням БПЛА в залежності від об'єкта досліджень, його площі, протяжності, рівня та номенклатури забруднюючих компонентів навколишнього середовища (див. розділ 5). Контроль атмосферного повітря здійснюють у дві стадії. До програми включено контроль концентрації забруднюючих речовин у верхніх шарах атмосфери і сумарного внеску джерела забруднення в нижніх шарах атмосфери. Траєкторія обльоту визначається площею джерела забруднення, а також технічними можливостями БПЛА, що визначають максимальним часом польоту БПЛА.	С.5 Методика проведення моніторинга с использованием БЛА разрабатывается в зависимости от объекта исследований, его площади, протяженности, уровня и номенклатуры загрязняющих компонентов окружающей среды. Мониторинг атмосферного воздуха осуществляют в две стадии. ... С.5-6 Программа мониторинга включает контроль концентрации загрязняющих веществ в верхних слоях атмосферы и суммарного вклада источника загрязнения в нижних слоях атмосферы, траектория облета определяется площадью источника загрязнения, а также техническими возможностями беспилотных летательных аппаратов, определяющими максимальную длину возможного полета беспилотного летательного аппарата.
С. 179 Таку методику раціонально застосовувати у випадку проведення контролю стану атмосферного повітря в районах розташування точкових і площинних джерел забруднення атмосфери.	Данилов А.С. Система экологического мониторинга окружающей среды с использованием малогабаритных беспилотных летательных аппаратов//Экология и промышленность России. - №9 - сентябрь 2013 г. – с.4-7. С.5 Данную методику рационально применять при проведении мониторинга состояния атмосферного воздуха в районах расположения точечных и площадных источников загрязнения атмосферы.
С. 179.Для проведения мониторингу протяжных об'єктів (наприклад, ліній електропередач) запропоновано застосовувати обліт БПЛА вздовж об'єкта контролю (див. розділ 5). Програмне забезпечення наземної станції управління дозволяє використовувати як карту будь-яку топографічну основу. Прив'язка може бути здійснена за двома або кількома точками. Також можливе використання як топологічної основи цифрових карт.	Данилов А.С. Система экологического мониторинга окружающей среды с использованием малогабаритных беспилотных летательных аппаратов//Экология и промышленность России. - №9 - сентябрь 2013 г. – с.4-7. С.6 Для проведения мониторинга протяженных объектов (линий электропередач, газо- и нефтепроводов, лотических водных объектов) предлагается применять облет БЛА самолетного типа вдоль объекта мониторинга. ... С.6-7.Програмное обеспечение наземной станции управления позволяет использовать в качестве карты любую топографическую основу. Прив'язка

Програма забезпечує введення, автоматичний контроль і редагування маршруту обльоту. Для кожної точки маршруту може бути задана висота. Існує можливість завдання точки посадки, а також алгоритм поведінки БПЛА в нештатних ситуаціях.

На наземній станції управління також програмується частота відбору проб повітря на протязі всього маршруту польоту, коефіцієнт перекриття кадрів (у разі проведення аерофотозйомки місцевості).

С. 179-180 За необхідності записування точок будь-яких дій, пов'язаних із зміною режиму управління БПЛА, ведеться лог подій. Також в лог записуються телеметричні дані по мірі їх надходження.

Панель оперативної індикації дозволяє контролювати всі важливі параметри, для аналізу функціонування і контролю справності бортових систем.

Для перегляду логів польоту (в тому числі і в режимі реального часу), аналізу поведінки БПЛА і бортової апаратури в польоті та оперативного коректування параметрів використовується вбудоване програмне забезпечення

С. 209 Мережа АРТ [216] є векторним класифікатором. Вхідний вектор класифікується залежно від того, якому раніше зафіксованих

может быть осуществлена по двум точкам. Также возможно использование в качестве топоосновы электронных карт. Программное обеспечение позволяет осуществлять автоматический контроль и редактирование маршрута облета. Для каждой точки облета может быть задана высота. Существует возможность задания точки посадки (на площадку 5х5 метров), а также выполнение алгоритма поведения БЛА в нештатных ситуациях. На наземной станции управления также программируется частота отбора пробы на протяжении маршрута полета, коэффициент перекрытия кадров (при проведении аэрофотосъемки местности).

Данилов А.С. Система экологического мониторинга окружающей среды с использованием малогабаритных беспилотных летательных аппаратов//Экология и промышленность России. - №9 - сентябрь 2013 г. – с.4-7.

С.7 При записи точек и любых действий, связанных с изменением режима управления БЛА, ведётся лог возникших событий. Также в лог записываются поступающие телеметрические данные. Панель оперативной индикации позволяет контролировать все важные параметры для анализа функционирования и исправности бортовых систем. Для просмотров логов полета (в том числе и в режиме реального времени), анализа поведения беспилотного летательного аппарата и бортовой аппаратуры в полете, для оперативной корректировки параметров используется встроенное программное обеспечение.

В. С. ЕРЕМЕНКО, А. В. ПЕРЕЕДЕНКО. СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ART-2 И FUZZY-ART // ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ - №1 -2013 – с.28-34
Поступила в редакцию 25.05.2012

С.29 Сети ART представляют собой векторный классификатор. Входной вектор классифицируется в зависимости от того, на какой из ранее

мережею еталонних образів він схожий (подібний). Рішення про ідентифікацію вхідного вектора мережа АРТ виражає у формі збудження одного з нейронів шару розпізнавання. Якщо вхідний вектор не відповідає жодному з «еталонних» образів, створюється нова категорія (виділяється новий нейрон і запам'ятовується новий вектор), яка відповідає вхідному вектору. Якщо визначено, що вхідний вектор має схожість з одним з векторів (еталонів), які зустрічалися раніше, за певним критерієм подібності, еталонний вектор в пам'яті нейронної мережі буде змінюватися (навчатися) під впливом нового вхідного вектора таким чином, щоби стати більш схожим на даний вхідний вектор.

216. Хайкин Саймон, Нейронные сети: полный курс, 2-е изд. / Саймон Хайкин; пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

Джерело за №216 зазначеного тексту не містить.

С. 209 Образ, що запам'ятався, не буде змінюватися у випадку, якщо поточний вхідний вектор не виявиться досить схожим на нього. Новий образ може створювати додаткові класифікаційні категорії, однак він не зможе змусити змінюватися існуючу пам'ять.

С. 210 Основні рівняння, які описують роботу шару порівняння мережі ART-2 є наступні два рівняння:

F_1

запомненных сетью эталонных образов он похож. Решение относительно классификации входного вектора сеть ART выражает в виде возбуждения одного из нейронов слоя распознавания. Если входной вектор не соответствует ни одному из запомненных образов, создается новая категория (выделяется новый нейрон и запоминается новый вектор), которая соответствует входному вектору. Если входной вектор похож на один из ранее запомненных векторов по определенному критерию подобия, эталонный вектор в памяти нейронной сети будет изменяться (учиться) под воздействием нового входного вектора таким образом, чтобы стать более похожим на данный входной вектор.

В. С. ЕРЕМЕНКО, А. В. ПЕРЕЕДЕНКО. СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ART-2 И FUZZY-ART // ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ - №1 -2013 – с.28-34

Поступила в редакцию 25.05.2012

С.29. Сохраненный эталонный образ не будет изменяться, если текущий входной вектор не окажется похожим на него. Таким способом решается дилемма стабильности–пластичности. Новый образ может создавать дополнительные классификационные категории, однако новый входной образ не может заставить измениться или затереть существующую память.

В. С. ЕРЕМЕНКО, А. В. ПЕРЕЕДЕНКО. СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ART-2 И FUZZY-ART // ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ, №1,2013 – с.28-34

Поступила в редакцию 25.05.2012

$$p_i = u_i + \sum_j g(y_j) v_{j,i}, \quad q_i = \frac{p_i}{e + |p|}, \quad u_i = \frac{z_i}{e + |z|},$$

$$z_i = f(t_i) + b \cdot f(q_i), \quad s_i = x_i + a \cdot u_i, \quad t_i = \frac{s_i}{e + |s|},$$

де $|\bullet|$ – $L2$ -норма вектора в Евклідовому просторі; y_j – вихід j -го нейрона шару розпізнавання F_2 ; $v_{j,i}$ – елементи матриці вагових коефіцієнтів V ; a і b – коефіцієнти, які визначаються експериментальним шляхом; e – параметр, який характеризує співвідношення між часом роботи нейронів шарів F_1 і F_2 , $0 < e \ll 1$; $f(x)$ – нелінійна сигнальна функція активації нейронів.

Функція активації нейронів може бути або безперервно диференційованою

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2 \cdot \theta \cdot x^2}{x^2 + \theta^2}, & \text{при } 0 \leq x < \theta \\ x, & \text{при } x \geq \theta \end{cases}$$

або кусково-лінійною:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } 0 \leq x < \theta \\ x, & \text{при } x \geq \theta \end{cases}$$

С. 210-211 Робота шару розпізнавання F_2 мережі ART-2 описується

наступними рівняннями:

$$T_j = \sum_i p_i w_{i,j}, \quad T_k = \max\{T_j : j = \overline{1, m}\},$$

$$g(y_k) = \begin{cases} d, & \text{при } T_k = \max_j(T_j) \\ 0, & \text{в іншому випадку} \end{cases}$$

С. 29 Основные уравнения, которые описывают работу слоя сравнения $F1$ сети ART-2, приведены ниже:

$$p_i = u_i + \sum_j g(y_j) v_{j,i}, \quad q_i = \frac{p_i}{e + |p|}, \quad u_i = \frac{z_i}{e + |z|},$$

$$z_i = f(t_i) + b \cdot f(q_i), \quad s_i = x_i + a \cdot u_i, \quad t_i = \frac{s_i}{e + |s|},$$

где: $p_i, q_i, u_i, z_i, s_i, t_i$ — выходы соответствующих групп нейронов, которые составляют слой сравнения $F1$ сети ART-2;

$|\bullet|$ – $L2$ -норма вектора в евклидовом пространстве; y_j — выход j -го нейрона слоя распознавания $F2$; $v_{j,i}$ — элементы матрицы весовых коэффициентов V ; a, b — коэффициенты, которые находятся экспериментальным путем; e — параметр, который характеризует отношение между временем работы нейронов слоев $F1$ и $F2$, $0 < e \ll 1$; $f(x)$ — нелинейная сигнальная функция активации нейронов, может быть непрерывно дифференцированной или кусочно-линейной:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2 \cdot \theta \cdot x^2}{x^2 + \theta^2}, & \text{при } 0 \leq x < \theta \\ x, & \text{при } x \geq \theta \end{cases} \quad f(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } 0 \leq x < \theta \\ x, & \text{при } x \geq \theta \end{cases}$$

С.30

С. 30. Основные уравнения, которые описывают работу слоя распознавания $F2$ сети ART-2, приведены ниже:

$$T_j = \sum_i p_i w_{i,j}, \quad T_k = \max\{T_j : j = \overline{1, m}\}$$

$$g(y_k) = \begin{cases} d, & \text{при } T_k = \max_j(T_j) \\ 0, & \text{в другом случае} \end{cases}$$

где $w_{i,j}$ — элементы матрицы весовых коэффициентов W ; d — коэффициент, который находится экспериментальным путем.

де $w_{i,j}$ – елементи матриці вагових коефіцієнтів W ; d – константа, яка визначається експериментальним шляхом.

Таким чином, на пристрій порівняння надходить вектор p_i :

$$p_i = \begin{cases} u_i, & \text{при неактивних нейронах слоя } F_2 \\ u_i + d \cdot v_{k,i}, & \text{при активному нейроні } k \end{cases}$$

Пристрій порівняння активує сигнал **того, заглушення**, якщо не буде виконана наступна умова:

$$\frac{\rho}{e + |r|} \geq 1,$$

де $\rho \in [0,1]$ – коефіцієнт чутливості класифікатора; $r = (r_1, r_2, \dots, r_n)$ – вектор, що характеризує ступінь відмінності вхідного вектора X від «еталонного» вектора W_k в пам'яті мережі:

$$r_i = \frac{u_i + c \cdot p_i}{e + |u| + |c \cdot p|},$$

де c – ваговий коефіцієнт, що вибирається з нерівності:

$$c \leq \frac{1-d}{d}.$$

У разі правильної класифікації вхідного вектора сигнал **заглушення** не активується, а вагові коефіцієнти матриць W та V модифікуються наступним чином:

Таким образом, на устройство сравнения будет поступать вектор p_i :

$$p_i = \begin{cases} u_i, & \text{при неактивных нейронах слоя } F_2 \\ u_i + d \cdot v_{k,i}, & \text{при активном нейроне - победителе } k \end{cases}$$

Устройство сравнения активирует сигнал **сброса**, если не будет выполнено условие:

$$\frac{\rho}{e + |r|} \geq 1,$$

где ρ — коэффициент чувствительности классификатора, выбирается в интервале $[0,1]$; r — вектор, который характеризует степень отличия входного вектору X и эталонного образа W_k в памяти сети:

$$r_i = \frac{u_i + c \cdot p_i}{e + |u| + |c \cdot p|},$$

где c — взвешивающий коэффициент, который выбирается из неравенства:

$$c \leq \frac{1-d}{d}$$

В случае правильной классификации входного вектора сигнал **сброса** не активируется, а весовые коэффициенты матриц W и V модифицируются следующим образом:

В. С. ЕРЕМЕНКО, А. В. ПЕРЕЕДЕНКО. СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ART-2 И

С. 212

$$v_{j,i}^{new} = v_{j,i}^{old} + \Delta v_{j,i}, \quad \Delta v_{j,i} = g(y_j) [p_i - v_{j,i}] = d \cdot (p_i - v_{j,i}),$$

$$w_{i,j}^{new} = w_{i,j}^{old} + \Delta w_{i,j}, \quad \Delta w_{i,j} = g(y_j) [p_i - w_{i,j}] = d \cdot (p_i - w_{i,j}).$$

де $v_{j,i}^{old}$, $v_{j,i}^{new}$, $w_{i,j}^{old}$, $w_{i,j}^{new}$ вагові коефіцієнти матриць V і W відповідно до та після модифікації.

На початку роботи мережі і при формуванні нового нейрона (у разі формування нового класу) значення відповідних вагових коефіцієнтів ініціалізуються початковими значеннями:

$$v_{j,i} = 0, \quad w_{i,j} \leq \frac{1}{(1-d)\sqrt{N}}, \quad i = \overline{1, N}, \quad j = \overline{1, m},$$

де N – розмірність вхідного вектора X ; m – кількість нейронів в шарі розпізнавання F_2 (кількість класів в пам'яті).

З метою підвищення ефективності роботи мережі ART-2 і достовірності кластеризації була розроблена нова архітектура мережі, алгоритм її роботи і навчання [16].

16.Бабак С.В. Идентификация импульсных сигналов на основе нейросетевых технологий / С.В. Бабак, В.С. Еременко // Proceedings 25-th National scientific symposium with international participation “Metrology and metrology assurance 2015”, September 7 – 11, 2015, Sozopol, Bulgaria. – P. 420 – 424.

FUZZY-ART // ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ, №1,2013 – с.28-34

Поступила в редакцию 25.05.2012

С.30

$$v_{j,i}^{new} = v_{j,i}^{old} + \Delta v_{j,i}, \quad \Delta v_{j,i} = g(y_j) [p_i - v_{j,i}] = d \cdot (p_i - v_{j,i}),$$

$$w_{i,j}^{new} = w_{i,j}^{old} + \Delta w_{i,j}, \quad \Delta w_{i,j} = g(y_j) [p_i - w_{i,j}] = d \cdot (p_i - w_{i,j}).$$

где $v_{j,i}^{old}$, $v_{j,i}^{new}$, $w_{i,j}^{old}$, $w_{i,j}^{new}$ весовые коэффициенты матрицы

V соответственно до и после модификации; $w_{i,j}^{old}$ и $w_{i,j}^{new}$ — весовые коэффициенты матрицы W соответственно до и после модификации.

В начале работы нейронной сети ART-2 и при формировании нового нейрона (в случае формирования нового класса) значения соответствующих весовых коэффициентов будут инициализироваться начальными значениями:

$$v_{j,i} = 0, \quad w_{i,j} \leq \frac{1}{(1-d)\sqrt{N}}, \quad i = \overline{1, N}, \quad j = \overline{1, m}$$

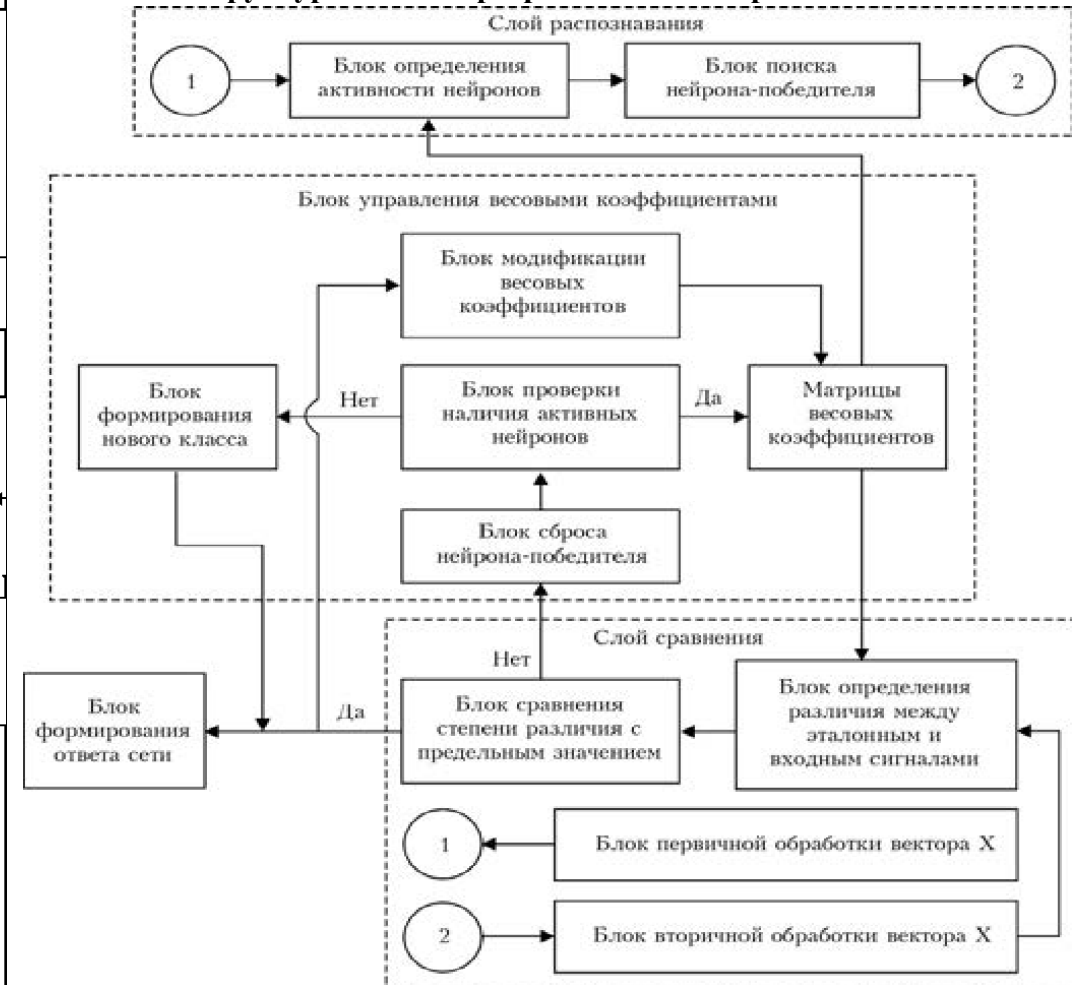
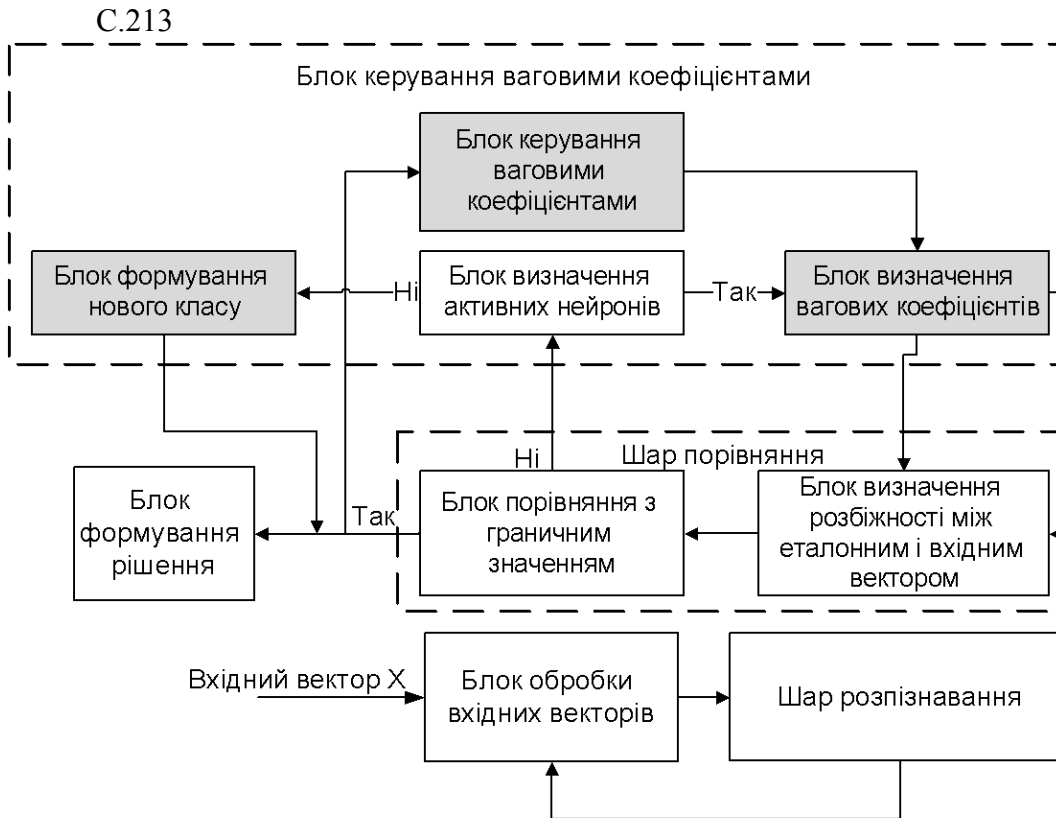
где N — размерность входного вектора X ; m — количество нейронов в слое распознавания F_2 (количество запомненных классов). <...>

С целью повышения эффективности работы сети ART-2 и достоверности классификации дефектов изделий из композиционных материалов было разработано и использовано новую архитектуру нейронной сети ART-2 [4], алгоритм ее работы и обучения.

4. Переєденко А. В., Єременко В. С., Монченко О. В. Застосування модифікованої архітектури нейронної мережі ART-2 у складі системи неруйнівного контролю виробів із композиційних матеріалів // «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической

С.Бабак не соромлячись приписав собі те, що до нього у 2011 році було розроблено авторами - Пересіденко А. В., Єременко В. С., Монченко О. В. і до чого він не має стосунку.	диагностики»: Матер. 19-ї Міжн. конф., 3–7 жовтня 2011р.:— Гурзуф, 2011. — С. 81–84.
С.212-213 На рис. 4.18 зображена структурна схема розробленої мережі ART-2, де виділені блоки, які були змінені і доповнені по відношенню до класичної мережі Проаналізуємо відмінності нової структури. По-перше, класичній реалізації мережі ART-2 вагові коефіцієнти матриць W і V мають майже однакові за значеннями елементи, тобто має місце дублювання значень. У розробленій мережі ART-2 разом з двома матрицями вагових коефіцієнтів реалізований алгоритм роботи, який передбачає використання однієї матриці вагових коефіцієнтів, що тим самим зменшує витрати пам'яті системи і зменшує кількість обчислювальних операцій (в процесі виконання модифікації вагових коефіцієнтів під час навчання і адресації до елементів відповідних матриць при розрахунках). У розробленій мережі має місце наступне співвідношення: $V = W^T$ Таким чином, удвічі зменшується необхідний об'єм пам'яті і кількість операцій при модифікації вагових коефіцієнтів під час навчання.	В. С. ЕРЕМЕНКО, А. В. ПЕРЕЕДЕНКО. СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ART-2 И FUZZY-ART // ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ, №1,2013 – с.28-34. <i>Поступила в редакцию 25.05.2012</i> С.30 На рис. 2 изображена структурная схема разработанной сети ART-2, где выделены блоки, которые были изменены и дополнены по отношению к архитектуре классической сети. Во-первых, в классической реализации сети ART-2 весовые коэффициенты матриц W и V имеют почти одинаковые по значению элементы, т. е. имеет место дублирование значений весовых коэффициентов. В разработанной сети ART-2 вместе с двумя матрицами весовых коэффициентов реализован алгоритм работы, когда используется одна матрица весовых коэффициентов, что, тем самым, уменьшает расходы памяти информационно-диагностической системы и снижает количество вычислительных операций (при выполнении модификации весовых коэффициентов во время обучения и адресации к элементам соответствующих матриц при расчетах). В разработанной сети будет иметь место следующее соотношение: $V = WT \dots$ Таким образом, уменьшаются вдвое расходы памяти и количество операций при модификации весовых коэффициентов во время обучения.
	В. С. ЕРЕМЕНКО, А. В. ПЕРЕЕДЕНКО. СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ART-2 И

С.31 Рис. 2. Структурная схема разработанной нейронной сети ART-2



В. С. ЕРЕМЕНКО, А. В. ПЕРЕЕДЕНКО. СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ

С.213

По-друге, в класичній реалізації мережі ART-2 фактично виділяється один критерій оцінки приналежності вхідного вектора до певного класу. У розробленій новій архітектурі нейронної мережі ART-2 для обчислення двох критеріїв оцінки приналежності вхідного вектора до певного класу були використані дві матриці вагових коефіцієнтів, але значення їх елементів модифікуються при навчанні способом, що відрізняється від класичної теорії.

С. 214-215

У розробленій мережі матиме місце наступне співвідношення:

$$V = W^T$$

Таким чином, удвічі зменшується необхідний об'єм пам'яті і кількість операцій при модифікації вагових коефіцієнтів під час навчання.

По-друге, в класичній реалізації мережі ART-2 фактично виділяється один критерій оцінки приналежності вхідного вектора до певного класу.

У розробленій новій архітектурі нейронної мережі ART-2 для обчислення двох критеріїв оцінки приналежності вхідного вектора до певного класу були використані дві матриці вагових коефіцієнтів, але значення їх елементів модифікуються при навчанні способом, що відрізняється від класичної теорії.

МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ART-2 И FUZZY-ART
// ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ,
№1,2013 – с.28-34.

Поступила в редакцию 25.05.2012

С. 30

Во-вторых, в классической реализации сети ART-2 фактически определяется один критерий оценки принадлежности входного вектора к определенному классу. В разработанной новой архитектуре нейронной сети для вычисления двух критериев оценки принадлежности входного вектора к определенному классу были использованы две матрицы весовых коэффициентов, но значения их элементов модифицируются при обучении отличающимся от классической теории способом.

В. С. ЕРЕМЕНКО, А. В. ПЕРЕЕДЕНКО. СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ART-2 И FUZZY-ART
// ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ,
№1,2013 – с.28-34

Поступила в редакцию 25.05.2012

С.30

В разработанной сети будет иметь место следующее соотношение: $V = WT$. Таким образом, уменьшаются вдвое расходы памяти и количество операций при модификации весовых коэффициентов во время обучения.

Во-вторых, в классической реализации сети ART-2 фактически определяется один критерий оценки принадлежности входного вектора к определенному классу. В разработанной новой архитектуре нейронной сети для вычисления двух критериев оценки принадлежности входного вектора к определенному классу были использованы две матрицы весовых коэффициентов, но значения их элементов модифицируются при обучении отличающимся от классической теории способом.

C.215

Також був розроблений новий алгоритм роботи шару розпізнавання F_2 . У запропонованій мережі робота шару розпізнавання описується рівняннями:

$$T_j = \sum_i x_i w_{i,j}, \quad T_k = \max\{T_j : j = \overline{1, m}\},$$

де $w_{i,j}$ — елементи матриці вагових коефіцієнтів W ; x_i — елементи вхідного вектора X .

Функціонування шару порівняння F_1 залишається без змін. Модифікація вагових коефіцієнтів під час навчання відбувається за наступним алгоритмом:

$$v_{j,i}^{new} = v_{j,i}^{old} + \Delta v_{j,i}, \quad \Delta v_{j,i} = g(y_j) [u_i - v_{j,i}] = d \cdot (u_i - v_{j,i}),$$

$$w_{i,j}^{new} = w_{i,j}^{old} + \Delta w_{i,j}, \quad \Delta w_{i,j} = g(y_j) [x_i - w_{i,j}] = d \cdot (x_i - w_{i,j}),$$

де $v_{j,i}^{old}$, $v_{j,i}^{new}$, $w_{i,j}^{old}$, $w_{i,j}^{new}$ — відповідно вагові коефіцієнти матриць V и W до та після модифікації.

Всі інші обчислення виконуються відповідно до класичного алгоритму мережі ART-2.

Розроблений класифікатор на основі мережі ART-2 має наступні переваги при вирішенні завдання ідентифікації: стабільність інформації, що

В. С. ЕРЕМЕНКО, А. В. ПЕРЕЕДЕНКО. СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ART-2 И FUZZY-ART // ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ, №1, 2013 – с.28-34

Поступила в редакцию 25.05.2012

C.31

В таком случае также был разработан новый алгоритм работы слоя распознавания F_2 . В предложенной сети работа слоя распознавания описывается выражениями:

$$T_j = \sum_i x_i w_{i,j}, \quad T_k = \max\{T_j : j = \overline{1, m}\},$$

...

где $w_{i,j}$ — элементы матрицы весовых коэффициентов W ; x — элементы входного вектора X .

Функционирование слоя сравнения F_1 остается без изменений по отношению к классической архитектуре сети ART-2. Модификация весовых коэффициентов во время обучения происходит следующим образом:

$$v_{j,i}^{new} = v_{j,i}^{old} + \Delta v_{j,i}, \quad \Delta v_{j,i} = g(y_j) [u_i - v_{j,i}] = d(u_i - v_{j,i}),$$

$$w_{i,j}^{new} = w_{i,j}^{old} + \Delta w_{i,j}, \quad \Delta w_{i,j} = g(y_j) [x_i - w_{i,j}] = d(x_i - w_{i,j}),$$

где $v_{j,i}^{old}$, $v_{j,i}^{new}$ — весовые коэффициенты матрицы V соответственно до и после модификации;

$w_{i,j}^{old}$, $w_{i,j}^{new}$ — весовые коэффициенты матрицы W соответственно до и после модификации.

Все другие вычисления выполняются согласно классическому алгоритму ART-2 [6, 7].

зберігається, можливість динамічно розширювати власну базу знань, високу захищеність від завад, інваріантність щодо порядку пред'явлення вхідних векторів, здатність автоматично виправляти помилки, які були на попередніх етапах навчання.

І. довідково:
вказаний текст зі с. 215 дисертації Бабака С. В. - повністю повторено і на с. 216 докторської дисертації.

6. *Carpenter G. A., Grossberg S.* ART 2: Stable self-organization of pattern recognition codes for analog input patterns // *Applied Optics*. — 1987. — № 26. — Р. 4919–4930.

7. *Carpenter G. A., Grossberg S., Rosen D. B.* ART 2-A: An adaptive resonance algorithm for rapid category learning and recognition // *Neural Networks*. — 1991. — № 4. — Р. 493–504.

<...>

С.31 Данный тип нейронной сети позволяет ей динамически расширять собственную базу знаний о возможных типах дефектов контролируемых объектов в процессе работы.

<...>

С.33 Выводы

Применение нейронных сетей ART-2 и Fuzzy-ART обеспечивает высокую чувствительность к дефектам типа отслоения обшивки от заполнителя с внутренней стороны обшивки (образцы Об-1 и Об-2) и дефектов типа отслоения герметика (образец Об-3), хорошую помехоустойчивость, возможность работы с многомерными пространствами диагностических признаков, высокую достоверность контроля.

<...>

С.30 К тому же, ART-2 имеет свойство к самостоятельному исправлению ошибок классификации после определенного количества циклов повторного предъявления обучающей выборки [6].

6. *Carpenter G. A., Grossberg S.* ART 2: Stable self-organization of pattern recognition codes for analog input patterns // *Applied Optics*. — 1987. — № 26. — Р. 4919–4930.

В. С. ЕРЕМЕНКО, А. В. ПЕРЕЕДЕНКО. СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ART-2 И FUZZY-ART // ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ, №1, 2013 – с.28-34

Поступила в редакцию 25.05.2012

С. 216 Також був розроблений новий алгоритм роботи шару розпізнавання F_2 . У запропонованій мережі робота шару розпізнавання описується рівняннями:

$$T_j = \sum_i x_i w_{i,j}, \quad T_k = \max\{T_j : j = \overline{1, m}\},$$

де $w_{i,j}$ — елементи матриці вагових коефіцієнтів W ; x_i — елементи вхідного вектора X .

Функціонування шару порівняння F_1 залишається без змін. Модифікація вагових коефіцієнтів під час навчання відбувається за наступним алгоритмом:

$$\begin{aligned} v_{j,i}^{new} &= v_{j,i}^{old} + \Delta v_{j,i}, \quad \Delta v_{j,i} = g(y_j) [u_i - v_{j,i}] = d \cdot (u_i - v_{j,i}), \\ w_{i,j}^{new} &= w_{i,j}^{old} + \Delta w_{i,j}, \quad \Delta w_{i,j} = g(y_j) [x_i - w_{i,j}] = d \cdot (x_i - w_{i,j}), \end{aligned}$$

де $v_{j,i}^{old}$, $v_{j,i}^{new}$, $w_{i,j}^{old}$, $w_{i,j}^{new}$ — відповідно вагові коефіцієнти матриць V и W до та після модифікації.

Всі інші обчислення виконуються відповідно до класичного алгоритму мережі ART-2.

Розроблений класифікатор на основі мережі ART-2 має наступні переваги при вирішенні завдання ідентифікації: стабільність інформації, що зберігається, можливість динамічно розширювати власну базу знань, високу захищеність від завад, інваріантність щодо порядку пред'явлення вхідних векторів, здатність автоматично виправляти помилки, які були на попередніх етапах навчання.

Цей текст повністю повторює текст зі с.215

В таком случае также был разработан новый алгоритм работы слоя распознавания F_2 . В предложенной сети работа слоя распознавания описывается выражениями:

$$T_j = \sum_i x_i w_{i,j}, \quad T_k = \max\{T_j : j = \overline{1, m}\},$$

...

где $w_{i,j}$ — элементы матрицы весовых коэффициентов W ; x — элементы входного вектора X .

Функционирование слоя сравнения F_1 остается без изменений по отношению к классической архитектуре сети ART-2. Модификация весовых коэффициентов во время обучения происходит следующим образом:

$$\begin{aligned} v_{j,i}^{new} &= v_{j,i}^{old} + \Delta v_{j,i}, \quad \Delta v_{j,i} = g(y_j) [u_i - v_{j,i}] = d(u_i - v_{j,i}), \\ w_{i,j}^{new} &= w_{i,j}^{old} + \Delta w_{i,j}, \quad \Delta w_{i,j} = g(y_j) [x_i - w_{i,j}] = d(x_i - w_{i,j}), \end{aligned}$$

где $v_{j,i}^{old}$, $v_{j,i}^{new}$ — весовые коэффициенты матрицы V соответственно до и после модификации;

$w_{i,j}^{old}$, $w_{i,j}^{new}$ — весовые коэффициенты матрицы W соответственно до и после модификации.

Все другие вычисления выполняются согласно классическому алгоритму ART-2 [6, 7].

6. Carpenter G. A., Grossberg S. ART 2: Stable self-organization of pattern recognition codes for analog input patterns // Applied Optics. — 1987. — № 26. — P. 4919–4930.

7. Carpenter G. A., Grossberg S., Rosen D. B. ART 2-A: An adaptive resonance algorithm for rapid category learning and recognition // Neural Networks. — 1991. — № 4. — P. 493–504.

<...>

С.31 Данный тип нейронной сети позволяет ей динамически расширять собственную базу знаний о возможных типах дефектов контролируемых объектов в процессе работы.

<i>Коментар: наявність у дисертації С.В.Бабака двох суміжних сторінок (215 і 216), на яких розміщено однаковий текст із однаковими розрахунками, дає підстави припустити, що цю дисертацію жоден з трьох офіційних опонентів: доктор техн. наук Євдокимов В. Ф., доктор техн. наук Погребенник В. Д., доктор техн. наук Борисенко А. М. – належним чином не читали. Це може говорити про недбале ставлення до обов’язків офіційного опонента та додатково ставить під сумнів якість підготовлених ними відгуків на дисертацію С.В.Бабака.</i>	<...> С.33 Выводы Применение нейронных сетей ART-2 и Fuzzy-ART обеспечивает высокую чувствительность к дефектам типа отслоения обшивки от заполнителя с внутренней стороны обшивки (образцы Об-1 и Об-2) и дефектов типа отслоения герметика (образец Об-3), хорошую помехоустойчивость, возможность работы с многомерными пространствами диагностических признаков, высокую достоверность контроля. <...> С.30 К тому же, ART-2 имеет свойство к самостоятельному исправлению ошибок классификации после определенного количества циклов повторного предъявления обучающей выборки [6]. 6. Carpenter G. A., Grossberg S. ART 2: Stable self-organization of pattern recognition codes for analog input patterns // Applied Optics. — 1987. — № 26. — P. 4919–4930.
Розділ 5. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ДОВКІЛЛЯ НА БАЗІ БЕЗПЛОТНОГО АВІАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ С.257-258 До числа динамічних МХ належать:	В.С. Еременко, В.М. Мокийчук. Глава 15. Метрологическое обеспечение систем //Теоретические основы информационно-измерительных систем: Учебник / под ред. чл.-кор. НАН Украины В. П. Бабака / - К., 2014. – с.781-822. С.790-791 Комплекс метрологических характеристик для конкретных измерительных каналов ИИС, которые нормируются или получают расчетным путем по нормированным характеристикам компонентов, выбираются из общего перечня, в который входят следующие метрологические характеристики измерительных ИИС: 1) номинальная статическая характеристика преобразования измерительного канала ИИС, который заканчивается измерительным преобразователем или измерительным прибором со шкалой, проградуированной в единицах, отличных от единиц измерения входного сигнала измерительного канала; 2) выходной код, число разрядов кода, номинальная цена единицы наи-меньшего разряда кода измерительного канала ИИС, предназначенного для выдачи результатов в цифровом коде;

1) характеристики систематичної складової похибки ВК (межа $\Delta_{\text{с.доп}}$ допустимого значення систематичної складової похибки ВК). За необхідності допускається нормування найбільшої допустимої зміни систематичної складової на заданому інтервалі часу або зміна у часі меж допустимої систематичної складової похибки. Додатково до $\Delta_{\text{с.доп}}$ може бути пронормовано середньоквадратичне відхилення (СКВ) $\sigma(\Delta_{\text{с}})$ систематичної складової похибки, яка розглядається як випадкова величина;

2) характеристики випадкової складової похибки ВК:

- межа $\sigma_{\text{доп}}(\Delta)$ допустимого значення СКВ випадкової складової похибки ВК;
- межа допустимого значення СКВ і номінальна нормалізована (виражена в частках дисперсії) автокореляційна функція $r_{\Delta}(\tau)$ або номінальна спектральна щільність $S_{\Delta}(\omega)$ і межі припустимих відхилень від наведених номінальних функцій випадкової складової похибки ВК;

3) межа $b_{\text{доп}}$ допустимого значення варіації вихідного сигналу або показань ВК, який закінчуються вимірювальним перетворювачем або приладом.

3) характеристики систематической составляющей погрешности измерительного канала ИИС (граница $\Delta_{\text{с.доп}}$ допустимого значения систематической составляющей погрешности измерительного канала ИИС). При необходимости допускается нормировать наибольшее допустимое изменение систематической составляющей на заданном интервале времени или изменение во времени границ допустимой систематической составляющей погрешности. Также дополнительно к границе $\Delta_{\text{с.доп}}$ может быть нормировано среднее квадратическое отклонение $\sigma(\Delta_{\text{с}})$ систематической составляющей погрешности, которая рассматривается как случайная величина, свойственная множеству измерительных каналов ИИС данного типа;

4) характеристики случайной составляющей погрешности измерительного канала ИИС:

- а) граница σ доп (Δ) допустимого значения среднее квадратическое отклонения случайной составляющей погрешности измерительного канала ИИС;
- б) граница допустимого значения среднее квадратическое отклонение и номинальная нормализованная (выраженная в долях дисперсии) автокорреляционная функция $r_{\Delta}(\tau)$ или номинальная спектральная плотность $S_{\Delta}(\omega)$ и границы допустимых отклонений от приведенных номинальных функций случайной составляющей погрешности измерительного канала ИИС;

5) характеристика погрешности Δ измерительного канала ИИС граница Δ доп допустимого значения погрешности измерительного канала ИИС;

6) граница $b_{\text{доп}}$ допустимого значения вариации выходного сигнала или показаний измерительного канала ИИС, которые заканчиваются измерительным преобразователем или прибором;

...

8) динамические характеристики измерительных каналов ИИС:

Динамічні МХ ВК включають наступні:

- номінальні функції зв'язку між змінними в часі вхідним і вихідним сигналами (передавальна функція, імпульсна вагова функція, перехідна характеристика, амплітудно-фазова характеристика і т.і.) і межі припустимих відхилень від номінальних функцій;

- час встановлення показань або вихідного сигналу ВК;

Динамічна характеристика для конкретного ВК вибирається з урахуванням практичної можливості її нормування.

До складу комплексів МХ ВК, окрім вказаних на рис.5.4, можуть входити й інші МХ:

1) вихідний код, число розрядів коду, номінальна ціна одиниці найменшого розряду коду ВК, призначеного для видачі результатів в цифровому коді;

2) номінальна функція впливу $\psi(\xi)$ і межі допустимого відхилення від номінальної функції;

3) найбільші допустимі зміни $\Delta L(\xi)$ МХ ВК, викликані відхиленням зовнішніх впливаючих факторів і неінформативних параметрів вхідного сигналу від номінальних значень;

4) характеристики лінії зв'язку, якщо вона не входить до складу компонентів ВК на момент його випуску.

а) номинальные функции связи между переменными во времени входным и выходным сигналами (передаточная функция, импульсная весовая функция, переходная характеристика, амплитудно-фазовая характеристика и т.д.) и границы допустимых отклонений от номинальных функций;

б) время установления показаний или выходного сигнала ту измерительного канала ИИС;

(для конкретного измерительного канала ИИС динамическая характеристика из приведенного списка выбирается с учетом практической возможности ее нормировки).

9) номинальная функция влияния $\psi(\xi)$ и границы допустимого отклонения от номинальной функции;

С.792 10) наибольшие допустимые изменения $\Delta L(\xi)$ метрологических характеристик измерительного канала ИИС, вызванные отклонением внешних влияющих факторов и неинформативных параметров входного сигнала от номинальных значений;

...
12) характеристики линии связи, если она не входит в состав комплектующих компонентов ИИС на момент выпуска и появляется как компонент системы только при монтаже на объекте.

В.С. Еременко, В.М. Мокийчук. Глава 15. Метрологическое обеспечение систем //Теоретические основы информационно-измерительных систем: Учебник / под ред. чл.-кор. НАН Украины В. П. Бабака / - К., 2014. – с.781-822.

С.260-261 **Приклад 5.1.** Номинальна статична характеристика перетворення вимірального каналу може бути представлена виразом

$$f_H(x) = A^0 x + a, \quad (5.1)$$

де $A^k = \prod_{j=k+1}^N A_j$, $k = 1, 2, \dots, N-1$, $A^N = 1$, $A^0 = \prod_{i=1}^N A_i$, $a = \sum_{k=1}^N A^k a_k$; N – кількість компонентів у каналі; A_i і a_i – відповідно мультиплікативна і адитивна складові номінального i -го компонента, номінальна статична характеристика якого $f_{hi}()$, ($i = 1, 2, \dots, N$) задається у вигляді лінійних функцій вхідного сигналу $f_{hi}(x) = A_i x + a_i$.

Наприклад, для ВК, що складається з трьох послідовно з'єднаних компонентів k_1, k_2, k_3 (рис. 5.14), адитивні і мультиплікативні складові яких позначені як $A_1, a_1, A_2, a_2, A_3, a_3$, номінальна функція розраховується наступним чином.

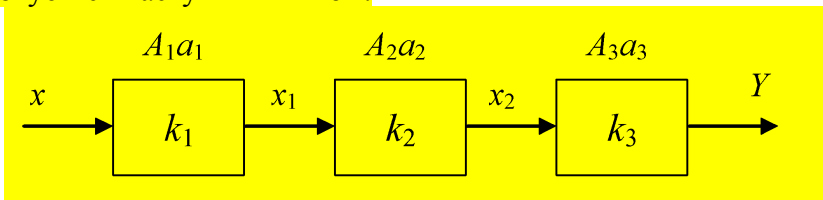


Рис. 5.14. Лінійна модель вимірального каналу

С.799 Далее, для примера, рассмотрим методику расчета метрологических характеристик ИИС только в стационарном режиме и без учета взаимного влияния измерительных каналов.

Расчет метрологических характеристик измерительных каналов в статическом режиме при нормальных условиях эксплуатации:

1. Номинальная статическая характеристика измерительного канала может быть представлена как

$$f_H(x) = A^0 x + a, \quad (15.1)$$

где $A^k = \prod_{j=k+1}^N A_j$, $k = 1, 2, \dots, N-1$, $A^N = 1$, $A^0 = \prod_{i=1}^N A_i$, $a = \sum_{k=1}^N A^k a_k$; N – количество компонентов в канале; A_i и a_i – соответственно мультипликативная и адитивная составляющие номинального i -го компонента, номинальная статическая характеристика которого $f_{hi}()$ ($i = 1, 2, \dots, N$) задается в виде линейных функций входного сигнала $f_{hi}(x) = A_i x + a_i$.

Например, для измерительного канала, состоящего из трех последовательно соединенных компонентов k_1, k_2, k_3 (рис. 15.3) аддитивные и мультипликативные составляющие которых обозначим соответственно $A_1, a_1, A_2, a_2, A_3, a_3$, расчет номинальной функции проводится следующим образом.

Сигнал на виході компонента k_1 визначається як $x_1 = A_1 x + a_1$. Цей сигнал є входним для компоненти k_2 , вихідний сигнал якої можна отримати з виразу

$$x_2 = A_2 x_1 + a_2 = A_2 (A_1 x + a_1) + a_2 = A_1 A_2 x + A_2 a_1 + a_2,$$

тоді сигнал на виході компонента k_3 можна представити у вигляді

$$Y = A_3 x_2 + a_3 = A_3 (A_1 A_2 x + A_2 a_1 + a_2) + a_3 = A_1 A_2 A_3 x + A_2 A_3 a_1 + A_3 a_2 + a_3.$$

261-262 Приклад 5.2. Характеристики систематичної складової похибки ВК у вигляді функцій входного сигналу:

$$M[\Delta_{\text{сист}}(x)] \quad \text{та} \quad \sigma[\Delta_{\text{сист}}(x)].$$

Для розрахунку значення $\sigma[\Delta_{ci}(x)]$, $i = \overline{1, m}$ задаються у вигляді

функції входного сигналу $\sigma[\Delta_{ci}(x)] = \sqrt{(G_i^2 x^2 + g_i^2)}$, де G_i^2 і g_i^2 –

дисперсії відповідно мультиплікативної і адитивної складових систематичної похибки.

За вихідними даними обчислюються допоміжні величини:

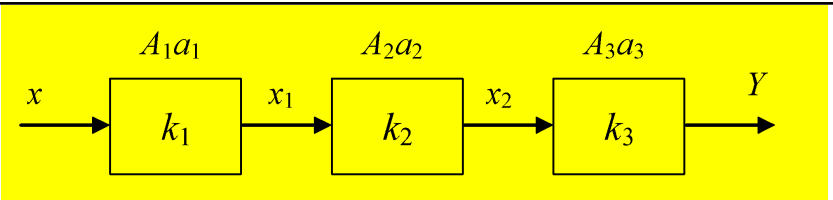


Рис. 15.3. Простая линейная модель измерительного канала

Сигнал на выходе компонента k_1 можно представить как $x_1 = A_1 x + a_1$. Этот сигнал является входным для k_2 , выходной сигнал которого можно получить из выражения

$$x_2 = A_2 x_1 + a_2 = A_2 (A_1 x + a_1) + a_2 = A_1 A_2 x + A_2 a_1 + a_2,$$

тогда сигнал на выходе компонента k_3 можно представить в виде $Y = A_3 x_2 + a_3 = A_3 (A_1 A_2 x + A_2 a_1 + a_2) + a_3 = A_1 A_2 A_3 x + A_2 A_3 a_1 + A_3 a_2 + a_3$,

что соответствует формуле (15.1).

С.799-800 2. Расчет характеристик систематической составляющей погрешности измерительного канала в виде функций входного сигнала.

В результате расчетов оцениваются $M[\Delta_{\text{сист}}(x)]$ – математическое ожидание систематической составляющей погрешности и $\sigma[\Delta_{\text{сист}}(x)]$ – среднеквадратическое отклонение систематической составляющей погрешности измерительного канала данного типа.

... Для расчета $\sigma[\Delta_{ci}(x)]$ задается в виде функции входного сигнала $\sigma[\Delta_{ci}(x)] = \sqrt{(G_i^2 x^2 + g_i^2)}$, где G_i^2 и g_i^2 – дисперсии мультиплікативной и адитивной составляющих систематической погрешности соответственно.

$$B^k = \prod_{j=k+1}^m (B_j + A_j), k = 0, 1, \dots, m-1;$$

(5.2)

$$Q_i^2 = \prod_{j=i+1}^m ((B_j + A_j)^2 + G_j^2), i = 0, 1, \dots, m-1;$$

(5.3)

$$B^m = A^m = Q_m^2 = 1; A^k = \prod_{j=k+1}^m A_j, k = 0, 1, \dots, m-1;$$

$$b = \sum_{i=1}^m B^i (b_i + a_i) - \sum_{i=1}^m A^i a_i;$$

(5.4)

$$B = B^0 - A^0.$$

(5.5)

Використовуючи (5.2) – (5.5) знаходяться оцінки характеристик систематичної складової похибки вимірювального каналу:

$$M[\Delta_{\text{сист}}(x)] = Bx + b,$$

(5.6)

$$\sigma[\Delta_{\text{сист}}(x)] = \sqrt{x^2 (Q_0^2 - (B^0)^2) + \sum_{i=1}^m (b_i^2 (Q_i^2 - (B^i)^2) + g_i^2 Q_i^2)}.$$

(5.7)

По исходным данным вычисляются вспомогательные величины:

$$B^k = \prod_{j=k+1}^m (B_j + A_j), k = 0, 1, \dots, m-1;$$

(15.2)

$$Q_i^2 = \prod_{j=i+1}^m ((B_j + A_j)^2 + G_j^2), i = 0, 1, \dots, m-1;$$

(15.3)

$$B^m = A^m = Q_m^2 = 1; A^k = \prod_{j=k+1}^m A_j, k = 0, 1, \dots, m-1;$$

$$b = \sum_{i=1}^m B^i (b_i + a_i) - \sum_{i=1}^m A^i a_i;$$

(15.4)

$$B = B^0 - A^0.$$

(15.5)

Подставляя их в следующие формулы, находят оценки характеристик систематической составляющей погрешности измерительного канала:

$$M[\Delta_{\text{сист}}(x)] = Bx + b$$

(15.6)

$$\sigma[\Delta_{\text{сист}}(x)] = \sqrt{x^2 (Q_0^2 - (B^0)^2) + \sum_{i=1}^m (b_i^2 (Q_i^2 - (B^i)^2) + g_i^2 Q_i^2)}$$

(15.7)

В.С. Еременко, В.М. Мокийчук. Глава 15. Метрологическое обеспечение систем //Теоретические основы информационно-измерительных систем: Учебник / под ред. чл.-кор. НАН Украины В. П. Бабака / - К., 2014. – с.781-822.

С.819-820 Метрологическая аттестация программ вычислений проводится только при аттестации программ вычислений, которые разрабатываются или не прошли метрологическую аттестацию. Повторная аттестация проводится при изменении вычислительного компонента.

С.263 Метрологічна атестація програмного забезпечення обчислювальних компонентів, що входять до складу ВК, проводиться тільки для атестації оригінальних програм або тих, що не пройшли метрологічну атестацію. Повторна атестація проводиться тільки під час зміни обчислювального компонента.

