
Полученные результаты анализа параметров и условий образования и присоединения скачков уплотнения в воде могут быть использованы для расчёта гидродинамических нагрузок на сверхскоростных подводных телах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Майборода А.Н., Косяковский А.В. Сжимаемость воды при дозвуковых скоростях движения // Водный транспорт. Сборник научных трудов КГАВТ. – 2012. – Вып. 2(14). – С. 54-56.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука. 1987. – 840 с.
3. Коул Р. Подводные взрывы. – М.: Изд. иностр. лит., 1950. – 494 с.
4. Хилтон У.Ф. Аэродинамика больших скоростей. – М.: Изд. иностр. лит. 1955. – 504 с.

Майборода О.М., Косаковський А.В., Олійник Л.А.

ОСОБЛИВОСТІ УТВОРЕННЯ СТРИБКІВ УЩІЛЬНЕННЯ У ВОДІ ПРИ НАДЗВУКОВИХ ШВИДКОСТЯХ РУХУ

Розглядається проявлення стисливості води при русі із надзвуковими швидкостями при числах $M \leq 1.5$. Виконано порівняльний аналіз основних параметрів і умов приєднання стрибків ущільнення у воді та повітрі. Отримано залежності кута відхилення потоку води у стрибку ущільнення від кута нахилу стрибка. Побудовано залежність числа M приєднання стрибка ущільнення у воді від кута атаки тонкого профілю. Отримані результати можуть бути використані для розрахунку гідродинамічних навантажень на надшвидкісних підводних тілах.

Ключові слова: вода, стисливість, надзвукові швидкості, стрибки ущільнення.

Mayboroda O.M., Kosakovsky A.V., Oliynik K.A.

FEATURES OF FORMATION OF shock IN Water AT supersonic SPEEDS of MOVEMENT

Water compressibility effect is considered at movement with supersonic speeds at numbers $M \leq 1.5$. The comparative analysis of key parameters and conditions of a shock attachment in water and air is made. Dependences of a corner deviation of a stream in shock from a corner of a shock inclination in water are received. Dependence of number M of shock attachment in water from a attack corner of a thin profile is constructed. The received results can be used for calculation of hydrodynamic loadings on superfast underwater bodies.

Keywords: water, compressibility, supersonic speeds, shocks.

УДК 621.396.98

Носовський А.М.

ВИСОКОТОЧНА НАВІГАЦІЯ ЗА ДАНИМИ ГЛОБАЛЬНИХ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ ДЛЯ ВНУТРІШНІХ ВОДНИХ ШЛЯХІВ СУДНОВОДІННЯ

Розроблений і верифікований алгоритм функціонування апаратно-програмного комплексу диспетчерської системи та надано опис його практичної реалізації у вигляді розробленого програмного забезпечення, призначенням якого є визначення, збереження і проведення обміну

високоточною інформацією про просторові координати будь якого рухомого об'єкта, що визначаються за сигналами глобальних навігаційних супутникових систем.

Ключові слова: апаратно-програмний комплекс, глобальні навігаційні супутникові системи, диспетчерська система, програмне забезпечення, контрольно-корегуюча станція.

Аналіз стану проблеми. Точне місцевизначення транспортних засобів (ТЗ) у просторі та часі є важливою умовою управління ними з метою запобігання нештатних ситуацій. Високоточні навігаційні дані є запорукою безпечного руху високошвидкісних рухомих об'єктів на воді. Надійне, точне та неперервне отримання навігаційної інформації є важливим та актуальним для судноводіння.

У цьому сенсі доцільна побудова надійного програмного забезпечення апаратно-програмних комплексів диспетчерських систем (ДС) управління та контролю за різними видами транспортних засобів. Але це завжди потребує значних зусиль спеціалістів з програмування та електроніки.

Диференційні системи навігації потребують наявності контрольно-корегуючих станцій (ККС). Вони формують та передають споживачам навігаційної інформації диференційні поправки до псевдодальності та псевдошвидкості. Ці дані враховують при визначенні координат місцезнаходження ТЗ. Їх врахування гарантує точність місцевизначення від 1 до 5 м [1-3].

Мета даної роботи – розробка алгоритму функціонування та побудова на його основі інформаційно-аналітичного забезпечення (ІАЗ) програмного забезпечення (ПЗ) для апаратного комплексу зразку ДС з високоточною навігацією, що застосовує при визначенні координат об'єктів диференційні поправки.

Основні результати дослідження.

1. Функціональне призначення ПЗ.

Програмне забезпечення в якості задачі користувача розроблена в системному середовищі Wavcom (за назвою фірми-розробника модуля прийому-передачі навігаційної інформації). Воно повинно виконувати наступні функціональні задачі:

- встановлення зв'язку зі станцією спостереження (СС - програмний модуль системи, що функціонує на автоматичному робочому місці (АРМ) оператора диспетчерського пункту (ДП), а також ведення обробки навігаційної інформації, яка надходить по радіоканалу з навігаційного приладу рухомого ТЗ згідно з даними про адресу в мережі Інтернет (IP-адреса) і код порту комп'ютера з СС;
- встановлення зв'язку з ККС згідно даних про IP-адресу і код порту сервера ККС;
- власне конфігурування (визначення PIN-коду радіомодему навігаційного приладу на ТЗ, провайдера GPRS-Інтернету, конфігурування параметрів налаштування даних про IP-адресу та коди портів комп'ютера з СС і сервера ККС, телефона диспетчера) згідно з інформацією, що зберігається в flash-пам'яті або за допомогою команд, що надаються користувачем зовні за допомогою псевдо-АТ команд системи Wavcom OpenAT;
- підтримання зв'язку зі станцією спостереження та ККС, включно з відновленням каналу зв'язку в разі помилкових ситуацій, що виникають під час роботи каналу;
- збір (обробка) даних про місце розташування транспортного засобу і тимчасове зберігання інформації в flash-пам'яті приладу на мобільному ТЗ, а також передачу (в разі потреби) даних до ДП;
- опрацює команди, які поступають від АРМ оператора ДП через СС на бортовий прилад;
- отримання диференційної поправки від ККС та врахування цієї поправки при визначенні координат місця розташування транспортного засобу.

Нижче наведено опис алгоритму функціонування та блоків ПЗ, які забезпечують виконання основних функціональних задач даного базового програмно-апаратного комплексу (ПАК).

2. Логічна структура алгоритму. Загальний алгоритм роботи програми наступний.

I. Головний режим.

1) Здійснюється конфігурування параметрів пристрою, що встановлюється на транспортному засобі згідно збережених у flash-пам'яті значень. Якщо дані в пам'яті відсутні, параметри встановлюються за правилом замовчування і одночасно здійснюється збереження початкових значень. Встановлюються значення додаткових булевих змінних, зокрема, режим «трекінга» (формування траєкторії руху ТЗ) даних та інтервал «трекінга».

2) До модему подаються всі команди, що можуть бути виконані без процесу розблокування SIM-картки (автоматичне з'єднання з дозвонювачем, встановлення режиму роботи індикатора розмови, часовий інтервал для передавання навігаційних даних на ДП тощо).

3) Здійснюється розблокування модему.

4) Якщо виконано п.3, здійснюється підключення режиму GPRS.

5) При підключенні режиму GPRS відбувається спроба підключення до каналу Internet.

6) За умови виконання п.5) встановлюється TCP-з'єднання зі станцією спостереження, причому зв'язок встановлюється в режимі "master", тобто ПЗ виконує функції головної в процесі зв'язку; після з'єднання з СС, встановлюється TCP-з'єднання з NTRIP-станцією з метою отримання диференційних поправок від контрольно-коригуючої станції для високоточного визначення місця знаходження мобільного транспортного засобу.

7) Далі псевдо-одночасно виконуються такі дії:

- відстежується наявність інформації від ГНСС (тобто даних від глобальної супутникової навігаційної системи з завчасно заданим інтервалом, наприклад, в 5 секунд);
- формується текстовий рядок для можливого передавання даних і, якщо інформації від ГНСС не було отримано (наприклад: недостатня кількість супутників для формування координат місця знаходження об'єкта, або прилад на даний час не встиг сформувати координати), відбувається передача текстового рядка з нульовими координатами;
- відстежуються значні раптові, нелогічні з точки зору інерції ТЗ, відхилення обчислених координат від попередніх (тобто стрибки прискорення об'єкту більші від заданого для даного ТЗ обмеження). При цьому координати місця знаходження ТЗ визначаються екстраполяванням у напрямку його руху.

II. Додатковий режим ПАК

Після виконання п.1) "*Головного режиму*" в тому разі, якщо в навігаційному приладі, встановленому на ТЗ, немає SIM-картки, програма переходить до можливості опрацювання псевдо АТ-команд користувача, призначенням яких є встановлення необхідних параметрів для коректної роботи прилада.

Передбачено опрацювання таких додаткових команд:

- 1) АТ+ipgprs=1, (провайдер GPRS-інтернет), (логін), (пароль);
 - 2) АТ+UNIPIN=(пін-код SIM-картки);
 - 3) АТ+DTEL=(номер телефону диспетчера);
 - 4) АТ+IPPORT=(IP-адреса станції спостереження, порт);
 - 5) АТ+UNICFG=(логін пристрою), (умовний номер пристрою);
 - 6) команда на запуск задачі в системі Wavcom Open AT: АТ+SOCKETSTART=1
- За наявності SIM-картки в приладі можливо опрацювання тільки команди 1).

Команда 6) необхідна для старту програми після завантаження або перезавантаження в систему.

3. Позначення, найменування та робота ПЗ.

ПЗ побудоване як проект Microsoft Visual C++, адаптований для роботи в системному середовищі Wavcom Open AT 3.02 з використанням стека TCP/IP та бібліотек модулів WinSocket, що входять до складу системи.

Програма, згідно з функціональним призначенням, здійснює збір та накопичення навігаційних даних щодо місця розташування мобільного транспортного засобу з урахуванням отриманих диференційних поправок та передачу накопиченої інформації на АРМ оператора

ДП. Блоки програми, відповідно, опрацьовують події, що виникають з компонентами системи (фізичними або логічними).

Усе програмне забезпечення складається з модулів-задач, що являють собою модулі заголовків (здебільшого стандартних, наданих системою Wavcom OpenAT 3.02), та ще з 2-х базових модулів, написаних безпосередньо розробниками даного варіанту ДС на мові С++. Один з цих модулів відповідає за процес завантаження роботи в середовище системи, другий виконує безпосередню задачу користувача.

Послідовність функціонування ПЗ.

За сигналом таймера та встановленими значеннями часового інтервалу для обміну даними здійснюється пакетна передача інформації від навігаційного приладу на сервер ДП через програмний модуль СС. Дані, що передаються, містять навігаційну інформацію (координати, швидкість ТЗ), а також «синхропакети», для підтримання робочого режиму каналу зв'язку, або для перезапуску каналу зв'язку (канал зупиняється, далі йде повернення до п.5 "Головного режиму").

Додатково, щоб при зривах зв'язку гарантувати збереження навігаційної інформації про місцеположення об'єкта у режимі «трекінга», відбувається запис даних в flash-пам'ять бортового приладу, які при відновленні зв'язку у відповідно встановлений часовий інтервал формуються у пакети даних та передаються по каналу зв'язку на ДП.

Програмний модуль навігаційного приладу на ТЗ, що готує дані для передачі на СС ДП по Інтернет-каналі за протоколом ТСП/IP, діє наступним чином:

- перевіряється наявність даних в каналі та коректність їх форми;
- якщо інформація надана в коректній формі, то формується новий «синхропакет» (якщо його не було) або виконується команда щодо відповідного формування та передачі пакету даних на СС в комп'ютер ДП;
- за умови некоректного завершення сесії, або обриву зв'язку (і подібних некоректних ситуацій) програма намагається перезапустити канал.
- Програмний модуль, що відстежує та обробляє події в Інтернет-каналі з протоколом ТСП/IP при взаємодії з ККС, діє так:
- перевіряє наявність та коректність даних;
- якщо дані передані в коректному вигляді, відбувається входження в режим прийому диференційної поправки з підключенням додаткового каналу передачі даних і диференційна поправка передається в додатковий канал пристрою;
- за умови некоректного завершення сесії, або обриву зв'язку з сервером ККС (і подібних некоректних ситуацій) програма намагається перезапустити канал;
- відстежується підключення додаткового каналу для передавання диференційної поправки, при цьому відбувається перемикання додаткового каналу з режиму «АТ» в режим роботи з даними.

Крім наведених функціонують також програмні модулі, що відстежують натискання кнопок на передній панелі навігаційного приладу. Вони обробляють відповідним чином наступні події:

- натискання кнопки "Виклик" ініціює початок голосового зв'язку з диспетчером;
 - натискання кнопки "Аварія" встановлює індикатор "Аварійна ситуація" з одночасним передаванням інформації щодо наявності такої ситуації на комп'ютер оператора ДП.
- Наведемо приклади режимів роботи розробленого програмного забезпечення ПАК.

Програмний модуль, що реалізує екстраполяцію координат:

```
if(wm_strlen(buff)!=0) //перевірка наявності даних координати
```

```
wm_strcpy(otsek,buff); //копіюємо данні довготи в масив
```

```
number2=number1;
```

```
number1=atof(otsek); //конвертація координат з символного типу в числовий
```

```

if(((number5=number2-number1)>0.02) || ((number5=number2-number1)<-0.02)) //перевірка
на відхилення модулю прискорення від заданого значення
len1 = 2;
wm_memcpy(&(str_gps1[gpsresponse]),"00",len1); //при порушенні обмежень на прискорення
координати екстраполювати
gpsresponse+=len1;
str_gps1[gpsresponse] = ',';
gpsresponse++;
Програмний модуль, що реалізує передачу диференційної поправки:
sReturn=ed_SocketTCPStart(ED_ID_TCPSOCKET_2,0,tcp_pfResponseCbк,tcp_pfDataHnd,tcp
_pfDataRequest); //спочатку відбувається підключення нового модуля до каналу
tcp_pfDataRequest ( u16 MaxLen, u32 id ); //опрацьовується дія "канал вільний і готовий
приймати данні"
tcp_sendData(); //передає необхідну інформацію каналом даних для підключення до Ntrip-
кастера, враховуючи етапи підключення
tcp_pfResponseCbк ( s32 Event, u32 id ); // опрацьовує події , що відбулися на каналі
При підключенні до сервера ККС, якщо id=ED_INFO_WAITING_FOR_DATA, дані отримуються
за функцією: tcp_pfDataHnd.
tcp_pfDataHnd ( u16 DataLen, u8 * Data, TeDHandle id ); // опрацьовує стан "на канал
подано нові данні".
Якщо данні отримані, відбувається відкриття UART0 каналу за допомогою функції
adl_fcmSubscribe, та пересилка даних на канал за допомогою функції adl_fcmSendData.
V24handle=adl_fcmSubscribe(ADL_FCM_FLOW_V24_UART1|ADL_FCM_FLOW_V24_M
ASTER, FCM_V24_ctrl_Handler, FCM_V24_data_Handler); //відкриття UART0 каналу.
adl_fcmSendData(V24handle, Data, DataLen); // передача даних до UART0 каналу.

```

4. Технічні засоби для функціонування ПЗ.

Програмне забезпечення функціонує в бортовому навігаційному приладі, розробленому на базі модуля Wavcom Q2501B фірми Wavcom (Франція) як модуль прийому, реєстрації, обробки сигналів ГНСС та передачі даних на ДП.

Для передачі даних з диференційною поправкою по каналу UART0 модуль програмним шляхом переводять у внутрішній режим функціонування та фізично під'єднують контакти GSM UART1 з контактами GPS UART0.

У результаті моделювання та відпрацювання функцій ПЗ було встановлено, що для отримання диференційної поправки від ККС, її обробки, обчислення за ними координат місцезнаходження об'єкта та передачі даних з ДП на диспетчерський сервер мобільних об'єктів на модулі Q2501B потрібно програмним шляхом за допомогою функції fcmSubscribe направити потік даних з диференційною поправкою на канал UART0.

На самому модулі (внутрішні зв'язки) необхідно фізично, враховуючи рівні напруги на контактах, з'єднати контакти GSM UART1 з контактами GPS UART0. Після цього модуль Q2501B формує координати з врахуванням поправки і видає їх на GPS TX UART0 (вихід).

5. Організація та засоби роботи з локальною ККС.

Розроблене ПЗ було реалізоване в даній роботі з застосуванням діючої локальної ККС, що складалась з приймача сигналів ГНСС на основі модуля GG24 з відповідною антеною прийому та сервера на основі ПЕОМ з операційною системою (ОС) Linux та з програмним забезпеченням Ntrip. Схему роботи ККС з модулем Wavcom Q2501B зображено на рис. 1.

Тут Ntrip-джерело – 24 канальний ГНСС приймач GG24; Ntrip-сервер – ЕОМ з операційною системою Linux з програмним забезпеченням NtripLinuxServer; Ntrip-кастер – програмний модуль на базі програми NtripLinuxCaster 0.10.15 на тій же ЕОМ; Ntrip-клієнт – модуль Wavcom Q2501B на ТЗ.

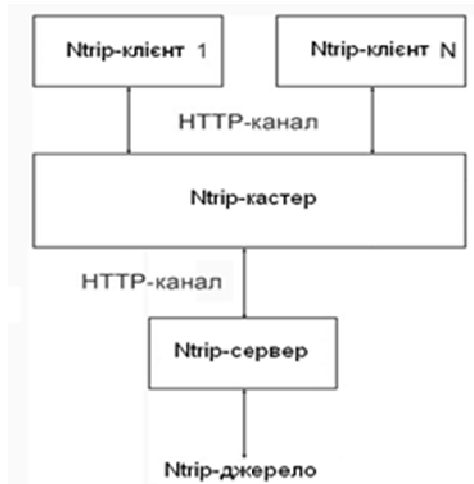


Рис. 1. Схема зв'язку сервера ККС з модулем Wavecom Q2501B

Для того, щоб модуль GG24 почав формувати та видавати диференційні поправки, він підключається до відповідного програмного забезпечення (у нашому випадку - «EVALUATE»), яке програмно за допомогою вбудованої функції «SEND» видає на модуль GG24 команду на формування диференційних поправок. Вказується, на який порт і з якою швидкістю (в ботах) сервер ККС буде отримувати ці поправки від GG24, а також вводяться дані з координатами місця розташування (широти і довготи) антени ККС.

Після програмного налагодження модуль GG24 фізично по інтерфейсу RS-232 з'єднується з ПЕОМ (сервером) ККС, на якій встановлюється програмне забезпечення, що складається з 2-х програмних модулів: Ntrip-сервер і Ntrip-кастер.

База диференційних поправок формується програмним модулем Ntrip-сервер (програма NtripLinuxServer), який обробляє диференційні поправки від GG24 та передає їх в Інтернет-мережу на вхід програмного модуля Ntrip-кастер (програма NtripLinuxCaster 0.10.15), що являє собою специфічно структуровану базу даних, в якій диференційні поправки стають доступними користувачеві.

Після включення ПЕОМ ККС та запуску програми Ntrip-сервер отримані від GG24 диференційні поправки починають передаватись (швидкість передачі 9600 Кб/с) з відповідного СОМ-порту ПЕОМ на інтерфейсний модуль Ntrip-кастер.

Програмно модуль Ntrip-кастер виконує функцію зв'язку програми Ntrip-сервер з програмою Ntrip-клієнт (отримувачем диференційної поправки), встановленій на навігаційному приладі транспортного засобу.

Клієнт підключається до сервера ККС в Internet-мережі. Програма Ntrip-кастер використовує статичну IP-адресу з вказанням порту підключення.

6. Експериментальні випробування ПЗ ПАК.

Натурні випробування апаратури ДС з розробленим ПЗ проводилися з використанням учбового судна Київської державної академії водного транспорту «Штурман», на якому були встановлені навігаційні прилади, що вимірювали та передавали координати траєкторії руху судна на сервер ДП.

На судні був також встановлений та писав у свою «пам'ять» координати траєкторії руху судна двочастотний прилад фірми NovAtel, дані якого приймалися за «еталон». Судно рухалось по р.Дніпро в межах внутрішніх водних шляхів м. Києва.

Результати реєстрації координат траєкторії руху, визначених приладами, що випробовувались (з прийманням диференційні поправки від ККС та без неї) та обчислення величини відхилення місцезнаходження судна за цими даними від даних про траєкторію руху приймача ф. NovAtel дозволили визначити [4], що відсоток попадання значень відхилення у заданий

інтервал від «еталонної» траєкторії, починаючи з коридору у 2м, для прилада з використанням диференційної поправки значно (на 3-8 %) більший, ніж у прилада, що визначав координати місця знаходження судна без диференційних поправок.

Експериментально було доведено, що точність навігаційних визначень для суден на внутрішніх водних шляхах суттєво залежить від особливостей радіо- та електромагнітних станів зовнішнього середовища, зміна яких може випадково призводити як до відмови роботи навігаційних приладів, так і до суттєвого підвищення значень похибок навігаційних вимірювань, що носять сингулярний характер [5].

Експериментально було показано, що існують просторово-часові зони, контури яких можна окремо визначати, де сигнали ГНСС блокуються значним впливом природно-соціальних факторів локального характеру. Такі ситуації змушують переключатись на додаткові (інші за фізичними принципами, наприклад, гірокомпаси) засоби навігації.

Також було показано, що шлях підвищення точності навігаційних вимірювань приладів наземного сегменту ГНСС з використанням диференційної інформації від ККС, яка випромінюється у сантиметровому діапазоні частот, має принципове обмеження при ускладненнях природних явищ у іоносфері, тропосфері та безпосередньо на підстилаючій поверхні водного простору.

Висновки.

1. Програмне забезпечення ПАК для прийому і передачі навігаційних даних, супутникової високоточної навігації може забезпечити високу точність, надійність та завадостійкість функціонування з відповідною модифікацією бортового навігаційного приладу мобільного ТЗ.

2. Відповідне апаратно-програмне обладнання для річкового судна буде сприяти подальшому розвитку високоточної навігації.

3. Підвищення точності визначення навігаційних параметрів суден на внутрішніх водних шляхах України доцільне з метою досягнення більш високих показників з безпеки судноплавства у складних умовах.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Верещак А.П., Кот П.А., Козлов В.А., Махонин Е.И., Волох К.Ф.* Система космічного часового-навігаційно-тимчасового забезпечення України: стан і перспективи // *Космічна наука й технологія.* - 2000. т. 7, №4. - с. 12-16.
2. *Михайлов В.С.* Дослідження зони дії контрольно-коригувальної станції радіонавігаційної системи на внутрішніх водних шляхах // *Космічна наука й технологія.* - 2000. т. 7, №4. - с. 89-93.
3. Звіти з НДР «Розробка технічних рішень для створення напівнатурної моделі супутникової високоточної навігації водного транспорту з забезпеченням якості прийому і передачі даних». Етапи 1, 2. Київ. ДП ЦНДІ НіУ, 2008.
4. Звіти з НДР «Розроблення програмних модулів та моделювання функцій прийому і передачі даних в напівнатурній моделі експериментальної ділянки супутникової високоточної навігації на внутрішніх водних шляхах України». Етапи 1, 2, 3. Київ. ДП ЦНДІ НіУ, 2009.
5. *Баранов Г.Л.* Функціональна стійкість навігаційного обслуговування безпеки судноплавства на внутрішніх водних шляхах / Г.Л. Баранов, А.М. Носовський, І.В. Тихонов // *Монографія.* К.: КДАВТ, 2012, 149 с.

Носовский А.Н.

ВЫСОКОТОЧНАЯ НАВИГАЦИЯ ПО ДАННЫМ ГЛОБАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЕЙ СУДОВОЖДЕНИЯ

Разработан и верифицирован алгоритм функционирования аппаратно-программного комплекса диспетчерской системы и дано описание его практической реализации в виде разработанного программного обеспечения, назначением которого есть определение, сохранение и проведение обмена высокоточной информацией о пространственных координатах лю-

бого подвижного объекта, определяемых по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS.

Ключевые слова: аппаратно-программный комплекс, глобальные навигационные спутниковые системы, диспетчерская система, контрольно-корректирующая станция.

Nosovskiy A.

HIGH-FIDELITY CO-ORDINATES OF NAVIGATIONS OF MOBILE OBJECTS SOFTWARE TO INFORMATION OF GLOBAL SATELLITE SYSTEMS

It is designed and checked algorithm of the operation hardware and soft complex traffic manager systems and is given description his(its) practical realization in the manner of designed software, purpose which there is determination, conservation and undertaking the exchange dates wits high accuracy information on spatial coordinate of any rolling object, defined on signal of the global navigational satellite systems GLONASS and GPS.

Keywords: hardware and soft complex, global navigational satellite systems, dispatcher systems, control-correcting stations.

УДК 681.3.06.14

Свиридов В.И.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СУДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МЕХАНИЗМОВ ПО ИХ УРОВНЮ ВИБРАЦИИ

Рассмотрим метод, позволяющий прогнозировать остаточный ресурс узлов и деталей по фактическому уровню вибрации судового оборудования и механизмов в эксплуатации.

Общая постановка проблемы и ее связь с научно-техническими задачами. Переход на техническое обслуживание и ремонт по состоянию предполагает наличие диагностического обеспечения для судового оборудования и механизмов в эксплуатационных условиях.

Известно [1], что наиболее эффективными методами диагностирования машин и механизмов, в особенности с вращающимися роторами, являются виброакустические методы. Большинство из них предполагает наличия норм вибрации диагностируемых узлов машин и механизмов. Однако, до настоящего времени в этом вопросе единая методология отсутствует.

Анализ литературы. Пороговые уровни вибрации, превышение которых может дать основание рассматривать судовое оборудование как находящийся в плохом техническом состоянии (ТС), рекомендовались многими авторами на основании эмпирических данных, которые, однако, редко научно обосновывались. Было установлено, что в 90% случаев отказов событию отказа предшествовало повышение уровня вибрации [2-4].

Уровень вибрации работающего оборудования зависит от того, насколько качественно они были спроектированы и собраны, а также место установки на судне. Практика виброконтроля и диагностирования судового оборудования и механизмов показала, что между их характеристиками вибрации и ТС существует прямая связь [1-4, 9].

До настоящего времени используется практический метод определения критической интенсивности вибрации, который заключается в определении эталонного вибрационного поля для машин и механизмов, при исправном их ТС, и контроле изменений в характеристиках вибрации со временем.