

TEXNİKA ELMLƏRİ TECHNICAL SCIENCES

DOI: <https://doi.org/10.36719/2789-6919/45/239-244>

Elnur Abbasov

Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası
texnika üzrə fəlsəfə doktoru
<https://orcid.org/0009-0002-6687-6892>
abbasovelnur1980@mail.ru

Eldar Temirbulatov

Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası
doktorant
<https://orcid.org/0009-0003-0403-3475>
eldar.temirbulatov@gmail.com

DP sistemli gəmilərinin hərəkət və sükan kompleksində müasir texnoloji tətbiqlər

Xülasə

Bu məqalədə, dinamik mövqeləndirmə (DP) sistemli gəmilərin hərəkət və sükan komplekslərində müasir texnoloji tətbiqləri araşdırılır. DP sistemləri gəmi idarəetməsini avtomatlaşdıran, yüksək dəqiqliklə yerləşdirməni təmin edən və dənizdəki hərəkətləri optimallaşdıran texnoloji həllər təqdim edir. Hərəkət və sükan kompleksləri gəminin təhlükəsizliyini və dəqiqliyini artırmaq məqsədi ilə DP sistemləri ilə birgə işləyərək tənzimləmə, izləmə və gəminin müxtəlif mühit şərtlərində stabil hərəkətini təmin edir. Məqalədə bu sistemlərin tətbiqi, üstünlükləri və qarşılaşdıqları problemlər müzakirə olunur həmçinin, gələcək inkişaf istiqamətləri təqdim edilir.

Acar sözlər: *dinamik yerləşdirmə, sükan kompleksi, hərəkət sistemi, gəmi idarəetməsi, naviqasiya texnologiyaları*

Elnur Abbasov

Azerbaijan State Marine Academy
PhD in Engineering
<https://orcid.org/0009-0002-6687-6892>
abbasovelnur1980@mail.ru

Eldar Temirbulatov

Azerbaijan State Marine Academy
PhD student
<https://orcid.org/0009-0003-0403-3475>
eldar.temirbulatov@gmail.com

Modern Technological Applications in the Propulsion and Steering Systems of DP Vessels

Abstract

This article investigates the modern technological applications of dynamic positioning (DP) systems in the motion and steering complexes of ships. DP systems offer technological solutions that automate ship control, enable high-precision positioning, and optimize vessel movements in marine environments. Motion and steering complexes operate in conjunction with DP systems to enhance navigational accuracy and operational safety by providing regulation, monitoring, and stable maneuverability under various environmental conditions. The article discusses the implementation of

these systems, their advantages, and the challenges encountered during operation, while also presenting potential directions for future development.

Keywords: *dynamic positioning, steering complex, propulsion system, ship control, navigation technologies*

Giriş

Müasir gəmiçilik sahəsində avtomatlaşdırma və yüksək dəqiqlikli idarəetmə texnologiyalarının inkişafı ilə dinamik mövqeləndirmə (DP) sistemləri strateji əhəmiyyət kəsb edən mühüm texnoloji yeniliklərdən birinə çevrilmişdir. Xüsusilə, dərindən dəniz qazma qurğuları, elmi-tədqiqat gəmiləri, boru kəməri döşəyən və sahil qurğularında işləyən digər gəmi növləri üçün DP sistemi yüksək dəqiqliklə mövqe saxlamağı təmin edir. Ənənəvi lövbərləmə və ya sahilə bağlanma üsullarının mümkün olmadığı və ya effektiv sayılmadığı hallarda DP sistemləri vacib rol oynayır.

Bu sistemlərin effektiv fəaliyyəti, əsasən, onların texniki komponentlərinin xüsusilə də hərəkət və sükan komplekslərinin düzgün layihələndirilməsi və uyğun idarə olunması ilə sıx bağlıdır. Hərəkət kompleksləri (hərəkətvericilər və pərvanələr) və sükan sistemləri birgə şəkildə gəminin koordinat sistemində istənilən mövqedə sabit dayanmasını təmin edirlər. Bu məqalədə DP sistemlərinin texnoloji əsasları, hərəkət və sükan komplekslərinin funksiyaları və onların qarşılıqlı əlaqəsi elmi-nəzəri baxımdan təhlil olunur.

Tədqiqat

Dinamik mövqeləndirmə sistemlərinə ümumi baxış. DP sistemi gəminin müəyyən koordinatlarda avtomatik şəkildə sabit saxlanmasını təmin edən kompleks bir idarəetmə və mexaniki sistemdir. İlk dəfə 1961-ci ildə tətbiq edilən DP sistemi, illər ərzində çoxsaylı texnoloji təkmilləşdirmələrə məruz qalaraq günümüzdə yüksək dəqiqliklə işləyən ağıllı sistemlərə çevrilmişdir (Fossen, 2002).

Gəminin müəyyən bir nöqtəyə nisbətən vəziyyətinin sabitləşdirilməsi birbaşa birləşmələri sistemin hərəkət-sükan kompleksini təşkil edən müxtəlif tipli hərəkətverici qurğuların köməyi ilə həyata keçirilir.

Xarici qüvvələrə qarşı mübarizə aparmaq üçün DP sistemi müxtəlif itələyicilər, vintlər və sükan birləşmələrindən istifadə edir. Xarici qüvvələri kompensasiya etmək üçün uzununa və eninə müstəvilərdə dayanma tələb olunur. Uzununa müstəvidə lazımı ölçüdə dayanacaqlar yaratmaq üçün bir gəmidə, vintlər quraşdırılır və eninə itələmə olur.

Tənzimlənmə prosesi tunellərdə quraşdırılmış idarə olunan pilləli vintlər olan itələyicilər tərəfindən yaradılır. Bu vəziyyətdə, itələyicilər həm gəminin burun hissəsində, həm də arxa hissəsində yerləşdirilə bilər. Aparılmış tədqiqatların nəticələrinə əsasən, DP sistemindən səmərəli istifadəni təmin etmək üçün birləşdirilmiş hərəkət və sükan kompleksləri sistemlərinə olan minimum tələbləri sadalamaq lazımdır. Gəmi aşağıdakılardan biri ilə təchiz edilməlidir:

- iki tunel tipli itələyici və bir vint;
- tunel tipli təkən və şaquli ox ətrafında 360° fırlanan, həm hərəkətverici qurğu kimi, həm də gəmini idarə etmək vasitəsi kimi istifadə edilən fırlanan sütun;
- eyni iki fırlanan sütun.

Gəmilərin müəyyən bir nöqtəyə nisbətən vəziyyətinin sabitləşdirilməsi müxtəlif növ qurğulardan istifadə etməklə həyata keçirilir. Müxtəlif istiqamətlərdə tələb olunan dartma qüvvələrini həyata keçirmək üçün aşağıdakı növ vintlər istifadə olunur:

- uzununa təkən yaratmaq üçün sabit qanadlı vintlər;
- vintin addımını dəyişdirərək itələmə qüvvəsini tənzimləməyə imkan verən tənzimlənən addım vintlər;
- sikloid vintli Voit - Şnayder qanadlı vintlər (dartı qüvvəsi və onun istiqaməti qanadların kinematikasına nəzarət etməklə tənzimlənir);
- geri çəkilə bilən hərəkət və sükan sütunları, onların təkənləri fırlanma sürətinin dəyişdirilməsi ilə idarə olunur və təkənlərin istiqaməti aqreqatın şaquli ox ətrafında fırlanması ilə idarə olunur.

Kanatlı mühərriklər geniş texniki imkanlarına baxmayaraq bu mərhələdə onların istifadəsinə mane olan bir sıra çatışmazlıqlara malikdir.

Qazma gəmilərin istifadəsini məhdudlaşdıran ən mühüm səbəblər qeyri-kafi güc və aşağı səmərəlilikdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, qanadlı təkərlər fırlanan vintlərdən daha yaxşı dinamik xüsusiyyətlərə malikdir. Dayanmağın sıfırdan maksimuma addımsız dəyişməsinə cəmi 6 saniyəyə, tam dayanmağın bir tərəfdən digərinə dəyişməsinə isə 8 saniyəyə nail olmaq olar.

Sistemin sükan-idarəetmə kompleksi təkcə gəminin yerində saxlanmasını deyil, həm də istiqamət bucağının sabitləşməsini təmin etməlidir. Gəminin müəyyən bir mövqeyə nisbətən fırlanması texnoloji cəhətdən 30° daxilində bucaqlarla məhdudlaşan gəmilərdə başlıq bucağının sabitləşdirilməsi texniki cəhətdən zəruri olur. Gövdənin dairəvi fırlanmasına icazə verilən gəmilərdə bu problem aktiv idarəetmə vasitələrinin istehlak etdiyi enerjini minimuma endirmək üçün həll edilir. Bu zaman gəmiyə xarici qüvvələrin minimum təsiri nöqtəyi-nəzərindən istiqamət bucağının optimal qiyməti müəyyən edilir və gəmi kurs boyu lazımi bucağa çevrilir.

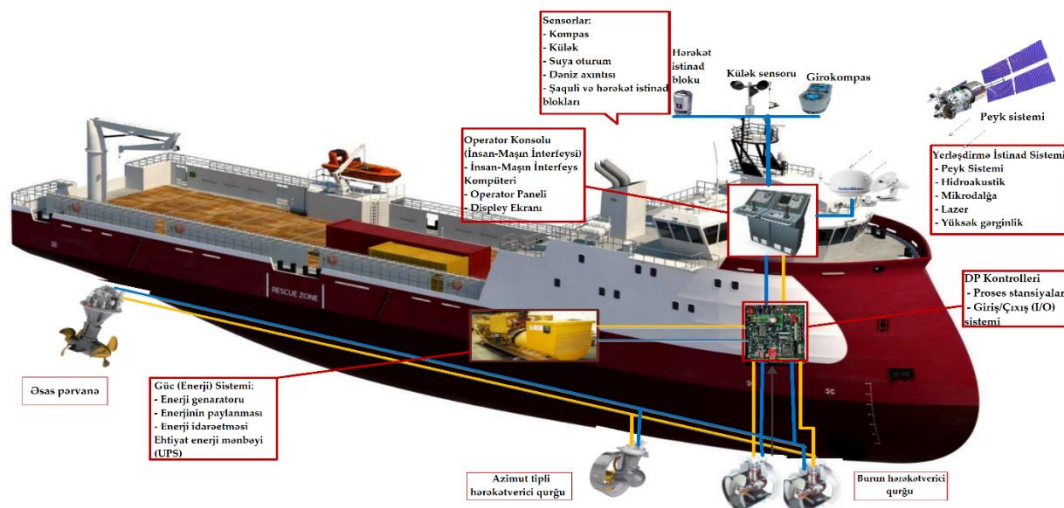
Sürətləndiricilərin növünün, onların sayının, habelə gəmidə konstruktiv tərtibatın seçilməsi gəminin təyinatı, onun iş şəraitindən və istifadə olunan sürətləndiricilərin gücündən asılıdır. Gəmi üçün hərəkət növünün seçilməsindən əvvəl hərtərəfli model sınaqları və müqayisəli hesablamalar aparılır.

DP sistemlərinin hərəkət – sükan kompleksi əsasən aşağıdakı komponentlərdən ibarətdir (Şəkil 1):

- Sensorlar və mövqe ölçən qurğular (GPS, girokompas, Doppler laqı, signal göndərən cihazlar və ya sistemlər (beacons) və s.);
- İdarəetmə kompüterləri və proqram təminatı;
- Hərəkət və sükan kompleksləri (azimutal hərəkətvericilər, lateral pərvanələr, baş pərvanə və sükan qurğuları);

Yerləşdirmə İstinad Sistemi (Position Reference System) – bu sistemlər mövqenin dəqiq təyin edilməsi və izlənməsi üçün istifadə olunan texnoloji strukturlardır. Yerləşdirmə istinad sistemi obyektlərin mövqeyini müxtəlif istinad nöqtələrinə görə müəyyən edir və ən çox naviqasiya, geodeziya, robot texnikası və aviasiya kimi sahələrdə tətbiq olunur. Bu sistemlər, obyektin mövqeyini hesablamaq üçün GPS, inertial ölçmə vahidləri və digər texnologiyalardan istifadə edə bilər.

Peyk Sistemi (Satellite System) – yerin orbitində dövr edən və müxtəlif məqsədlər üçün məlumatları ötürən peyklərdən ibarət olan bir qurğudur. Bu sistemlər naviqasiya, rabitə, hava müşahidəsi, meteorologiya, iqlim tədqiqatları, geodeziya və s. kimi bir çox sahədə istifadə olunur. Ən tanınmış peyk sistemləri arasında GPS (Global Positioning System), GLONASS, Galileo və BeiDou kimi naviqasiya sistemləri yer alır. Peyk sistemləri məlumatları yerdəki cihazlara və ya digər peyklərə ötürməklə müxtəlif xidmətlər təqdim edir.



Şəkil 1. DP sistemlərinin əsas komponentləri

Hidroakustik sistem - su altında səs dalğalarının yayılmasını və bu dalğaların əks olunmasını öyrənən bir sahədir. Bu sahə, sualtı obyektləri izləmək, suyun xüsusiyyətlərini təhlil etmək, balina və digər sualtı heyvanların mövqeyini müəyyənləşdirmək həmçinin, sualtı səsə əsaslanan ölçmələr aparmaq üçün istifadə olunur. Hidroakustik texnologiyalar gəmiçilik, balıqçılıq, sualtı araşdırmalar

və naviqasiya sahələrində geniş tətbiq tapır. Bu sahədə ən çox istifadə olunan alətlərdən biri sonar sistemləridir. Gəmilərdə exolotlar, laqlar və s. cihazlar bu sistemlə işləyir.

Lazer - (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), işığın stimullaşdırılmış yayılması ilə işıq şüasının gücləndirilməsi prinsipinə əsaslanan bir texnologiyadır. Lazer cihazları müəyyən bir dalğa uzunluğunda, sıx və yüksək enerjili işıq şüaları istehsal edir. Lazerlər çox müxtəlif sahələrdə istifadə olunur, o cümlədən telekommunikasiya, tibbi cihazlar, sənaye, elmi araşdırmalar, məlumat oxuma və yazma (CD/DVD-lər), ölçmə və naviqasiya. Lazerlər həmçinin, optik texnologiyaların inkişafında, məsələn, lazer görüntülmə və lazer üsulu ilə məsafə ölçmələrində də mühüm rol oynayır. Elmi tədqiqat gəmilərində geniş istifadə olunur.

Mikrodalğa - mikrodalğalar, elektromaqnit spektrindəki radio dalğalarının yüksək tezlikli növləridir. Bu dalğalar adətən 1 GHz-dən 300 GHz-ə qədər olan tezlikləri əhatə edir. Mikrodalğalar gəmilərdə müxtəlif sahələrdə istifadə olunur, xüsusilə:

1. Kommunikasiya: mikrodalğalar telekommunikasiya sistemlərində məsələn, mobil telefon şəbəkələri, peyk rabitəsi və Wi-Fi şəbəkələrində istifadə edilir.

2. Təhlükəsizlik və radar sistemləri: mikrodalğalar, radar və digər izləmə sistemlərində obyektlərin mövqeyini və sürətini müəyyən etmək üçün tətbiq edilir.

Mikrodalğalar, yüksək tezlikli olduqları üçün uzun məsafələrdə məlumat ötürülməsi və yüksək keyfiyyətli görüntülmə üçün əlverişlidir.

Külək Sensoru (Wind Sensor) – küləyin sürətini və istiqamətini ölçmək üçün istifadə olunan cihazdır. Bu sensorlar əsasən meteorologiya, dənizçilik, aviasiya, enerji və avtomatlaşdırma sistemlərində tətbiq edilir. Əsas növləri bunlardır:

- Küləyin sürətini ölçən cihaz (anemometr);
- Küləyin istiqamətini təyin edən cihaz (külək qanadı - wind vane).

Külək sensorları, adətən elektron siqnallar vasitəsilə məlumatı ötürərək avtomatik sistemlərdə hava şəraitinə uyğun tədbirlər görülməsinə imkan yaradır.

Hərəkət İstinad Bloku (Motion Reference Unit) - cihazları gəmiçilikdə, dəniz platformalarında və sualtı texnologiyalarda obyektlərin hərəkət parametrlərini, yəni yellənmə, əyilmə, burulma, sürətlənmə və bucaqların dəyişməsi yüksək dəqiqliklə ölçmək üçün istifadə olunur.

Bunlar əsasən aşağıdakı məqsədlərlə tətbiq edilir:

- Gəminin və ya platformanın sabitliyinin və hərəkətinin monitorinqi;
- DP sistemləri üçün dəqiq məlumat təmin etmək;
- Səs və hidroakustik avadanlıqların işləməsi üçün sualtı mövqe tənzimlənməsi;
- Dəniz mühəndisliyi və geofiziki tədqiqatlarda.

HİB-ları əsasən, inertial sensorlardan (akselerometer və giroskop) ibarət olur və real vaxtda hərəkət parametrlərini çıxarır.

Şaquli və ya Hərəkət İstinad Blokları (Vertical or Motion Reference Units) - əsasən, dənizdə və digər dinamik mühitlərdə aşağıdakıları dəqiq ölçmək üçün istifadə olunur:

Şaquli istinad blokları (Vertical Reference Unit) əsasən, yalnız yırğalanma və əyilmə bucaqlarını ölçür. Şaquli istiqamətin (vertikalın) dəqiq saxlanılması, gəminin və ya platformanın hərəkət parametrlərinin (yellənmə, əyilmə, burulma) real vaxtda izlənməsi funksiyasını yerinə yetirir. Məsələn, platformanın sabitliyini qiymətləndirmək üçün.

Hərəkət İstinad Blokları (Motion Reference Unit) - həm şaquli bucaqları, həm də burulmanı və xətti sürətlənmələri ölçür, yəni daha geniş ölçmə imkanına malikdir.

Fərqli xüsusiyyətləri:

- ŞİB daha sadədir, yalnız vəziyyət bucaqları (pitch və roll) üçün istifadə olunur.
- HİB isə həm vəziyyət, həm də tam hərəkət dinamikasını (sürətlər, sürətlənmələr) ölçür.

Bu sistemlər real vaxt rejimində işləyərək xarici amillər – külək, cərəyan və dalğa təsirlərini nəzərə alır və gəminin hərəkətini tənzimləyir. DP sistemi gəminin sürüşməsinin qarşısını almaq üçün tez-tez çoxoxlu sensor məlumatlarını analiz edərək, müvafiq qarşı hərəkət əmriləri verir. Bütün bu proseslər tamamilə avtomatlaşdırılmış şəkildə baş verir və insana minimum ehtiyac qalır.

DP sistemləri iki əsas növdə təsnif olunur:

- Açıq dövrəli sistemlər – istifadəçi tərəfindən müəyyən edilmiş parametrlərə əsasən işləyir;
- Qapalı dövrəli sistemlər – əks əlaqə ilə işləyərək real vəziyyəti daimi ölçür və düzəlişlər edir.

Hərəkət və sükan komplekslərinin quruluşu və funksiyası. DP sistemlərinin uğurlu fəaliyyəti, əsasən, gəminin hərəkət və sükan komplekslərinin düzgün dizayn və qarşılıqlı əlaqəsinə əsaslanır (Mikhailov, 2005; Ustinov, 2013). Bu komplekslər gəminin müxtəlif istiqamətlərdəki hərəkətini idarə edərək, onu dəqiq şəkildə yerində saxlamaq üçün istifadə olunur. Müasir DP sistemlərində müxtəlif tipli hərəkət və sükan qurğularına rast gəlinir:

1. Azimutal hərəkətvericilər - 360° döənə bilən və həm irəli, həm də geri istiqamətdə güc verə bilən mühərrikli pərvanələrdir. Bu qurğular, DP sistemlərində əsas hərəkət və sükan elementi kimi çıxış edir. Onların çevikliyi gəminin sürətli və dəqiq mövqe korreksiyalarına imkan yaradır (Borhaug, 2006; Yufa, 1987).

2. Baş pərvanə - gəminin burun hissəsində yerləşir və gəminin sağa və sola yönləndirilməsi üçün istifadə olunur. Onlar, xüsusilə yan küləklərə qarşı mövqe sabitliyini saxlamaq üçün mühüm əhəmiyyət daşıyır.

3. Aktuatordan idarə olunan sükan sistemləri - sükan sistemləri gəminin istiqamətinin dəyişdirilməsində əsas rol oynayır. Elektron və hidravlik aktuatorlar vasitəsilə DP sistemi tərəfindən avtomatik idarə olunur. Gəminin hidrodinamik vəziyyətinə uyğun olaraq sükan bucağı dinamik şəkildə dəyişdirilir.

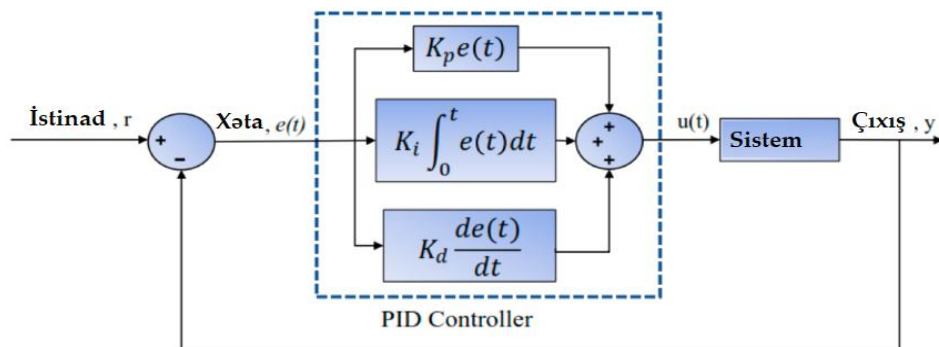
4. İnteqrasiya olunmuş sistemlər - müasir gəmilərdə bir neçə hərəkətvericilər və sükan sistemi birlikdə işləyərək tam koordinasiya şəkildə DP funksiyalarını həyata keçirir. Bu inteqrasiya prosesi xüsusi proqram təminatı ilə optimallaşdırılır.

Beləliklə, DP-nin effektivliyi hərəkət və sükan komplekslərinin gücü, yerləşməsi və idarəetmə alqoritmlərinin uyğunluğu ilə sıx əlaqəlidir.

İdarəetmə prinsipləri və tətbiq sahələri. DYİ sistemləri mürəkkəb idarəetmə nəzəriyyələrinə əsaslanaraq real vaxtda gəminin vəziyyətini tənzimləyir. Bu sistemlərdə əsasən aşağıdakı idarəetmə metodlarından istifadə olunur:

1. PID və modellərə əsaslanan idarəetmə - Ənənəvi Proportional-Integral-Derivative (PID) idarəetməsi, DP sisemində sadə və səmərəli bir yanaşmadır. Lakin müasir sistemlərdə gəminin dinamik modelinə əsaslanan optimal idarəetmə metodları daha geniş tətbiq olunur (Fossen, 2011).

2. Əks əlaqəli idarəetmə (feedback control) - DP sistemlərində gəminin real mövqeyi, sensorlardan əldə olunan məlumatlarla davamlı olaraq müqayisə edilir və mövqedəki fərqlər düzəldilir. Bu tip idarəetməyə “qapalı dövrə” sistemi də deyilir və yüksək dəqiqliklə işləyir.



Şəkil 2. Proporsional-inteqtal-törəmə idarəetmə sisteminin blok sxemi

Müasir texnoloji yeniliklər və tətbiqlər. Son illərdə süni intellekt, maşın öyrənməsi və inteqrasiya olunmuş proqram təminatları kimi yeni texnologiyaların inkişafı dinamik mövqeləndirmə sistemlərinin keyfiyyətcə yeni səviyyəyə keçidini təmin etmişdir (Martin, 1980; Yufa, 1997). Xüsusilə, dəniz naviqasiyası üçün real vaxt analiz imkanları, enerjiyə qənaət strategiyaları və fəlakətlərin öncədən təxmin edilməsi kimi funksiyalar ön plana çıxır.

1. Süni intellekt və maşın öyrənməsi. Süni intellekt alqoritmləri DP sistemlərinə adaptiv imkanlar qazandırır. Gəminin keçmiş mövqe məlumatları əsasında optimal hərəkət modelləri qurulur və ani çevrə dəyişikliklərinə qarşı çevik cavab imkanları formalaşır (Zhou, 2020). Maşın öyrənməsi metodları hərəkətvericilərin enerji sərfiyyatını minimuma endirməklə DP sisteminin iqtisadi səmərəliliyini artırır.

2. Simulyasiya və virtual test mühitləri. DP sistemlərinin layihələndirilməsi və sınaqdan keçirilməsi üçün simulyasiya modelləri geniş istifadə olunur. Bu modellər gəminin müxtəlif hidrometeoroloji şəraitdəki davranışını təhlil etməyə və sistemin sabitliyini qabaqcadan qiymətləndirməyə imkan verir. MATLAB/Simulink və DNV DP Sim kimi platformalar bu məqsədlə tətbiq olunur.

3. Avtonom və heyətsiz gəmilərlə integrasiya. Avtonom gəmiçilik texnologiyaları ilə DP sistemlərinin birləşdirilməsi gələcəyin gəmi idarəetməsində yeni mərhələ açır. DP sisteminin ağıllı idarəetmə funksiyaları pilot gəmilər və uzaqdan idarə olunan dəniz vasitələrində etibarlı mövqe sabitliyi təmin edir.

Nəticə

Dinamik mövqeləndirmə sistemləri müasir gəmiçilik və dəniz sənayesində yüksək texnoloji səviyyəni təmsil edən mühüm elementlərdən biridir. Onların effektiv işləməsi birbaşa hərəkət və sükan komplekslərinin texniki imkanlarına və idarəetmə sistemlərinin səmərəliliyinə bağlıdır. Müasir texnologiyalarla birləşdirilmiş DP sistemləri artıq yalnız mövqe sabitliyini təmin etməklə kifayətlənmir, eyni zamanda enerji qənaəti, risklərin proqnozlaşdırılması və avtonom idarəetmə kimi funksiyaları da yerinə yetirir. Bu tendensiyalar gələcəkdə DP sistemlərinin daha da inkişaf etdiriləcəyinə və dəniz texnologiyalarında geniş tətbiq sahəsi tapacağına dəlalət edir.

Ədəbiyyat

1. Borhaug, E., Smogeli, O. N., Sorensen, A. J. (2006). Experimental validation of a control allocation algorithm for dynamically positioned ships. *Control Engineering Practice*, 14(3), pp.357-368. <https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2005.02.012>
2. *Burovoe oborudovanie. Spravochnik.* (2003). Burovoi instrument. Nedra.
3. Dynamic Positioning Systems. (2022). *Technical Guidelines*. DNV.
4. Fossen, T.I. (2002). *Marine Control Systems: Guidance, Navigation and Control of Ships, Rigs and Underwater Vehicles*. Marine Cybernetics.
5. Fossen, T.I. (2011). *Handbook of Marine Craft Hydrodynamics and Motion Control*. Wiley.
6. Martin, L.L. (1980). Ship Manoeuvring and Control in Wind. *Sname Tr.* V.88, p.257-281.
7. *Metodika rascheta normativnykh pokazatelei nadezhnosti sudovykh tekhnicheskikh sredstv.* (1990). RD 15-127-90. Giprorybflot.
8. Mikhailov, L.V. (2005). Suda dlya osvoeniya kontinental'nogo shel'fa. *Sudostroenie*, №4, s.27-29.
9. Ustinov, A.A. (2013). *Matematicheskaya model' buravogo sudna kak ob'ekt upravleniya dinamicheskimi pozitsionirovaniem.*
10. Yufa, A.L. (1987). *Avtomatizatsiya protsessov upravleniya manevriruyushchimi navodnymi ob'ektami.* Sudostroenie.
11. Yufa, A.L. (1997). *Avtomatizatsiya protsessov upravleniya manevriruyushchimi navodnymi ob'ektami.* Sudostroenie.
12. Zhou, F., Zhang, H., Li, Y., Han, Z. (2020). Artificial intelligence techniques in dynamic positioning control: A review. *Ocean Engineering*, Vol. 209, 107481. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.107481>

Daxil oldu: 15.02.2025

Qəbul edildi: 22.05.2025