

УДК 656.61.052

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ СУДНА ДП-2 КЛАССА ПРИ РАБОТЕ В ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЯХ ОХОТСКОГО МОРЯ БЛИЗИ БУРОВЫХ ПЛАТФОРМ

Бурмистрова Софья Сергеевна

Курсант ФГБОУ ВО «МГУ имени адмирала Г. И. Невельского»

Владивосток, Российская Федерация

E-mail: sofiaburmistrova117@gmail.com

Аннотация

В данной статье рассматривается безопасность мореплавания с учетом специфики плавания во льдах Охотского моря при обеспечении и снабжении буровых платформ LUNA-A, PA-B, PA-A на судах, оснащенных системой динамического позиционирования класса-2. Вкладом автора в исследования является систематизация данных и их дальнейшая структуризация, обозначение основных критериев при оценке рисков во время проведения работ по обустройству морской инфраструктуры на шельфе в ледовых условиях.

Ключевые слова: динамическое позиционирование, ледовые условия, буровая платформа.

ENSURING THE SAFETY OF NAVIGATION OF A CLASS DP-2 VESSEL WHEN WORKING IN THE ICE CONDITIONS OF THE SEA OF OKHOTSK NEAR DRILLING PLATFORMS

Sofya S. Burmistrova

Admiral Nevelskoy Maritime State University

Vladivostok, Russian Federation

E-mail: sofiaburmistrova117@gmail.com

ABSTRACT

This article discusses the safety of navigation, taking into account the specifics of navigation in the ice of the Sea of Okhotsk when supporting and supplying drilling platforms LUNA-A, PA-B, PA-A on ships equipped with a dynamic positioning system. The author's contribution to the research is the systematization of data and their further structuring, the designation of the main criteria for assessing risks during the work on the arrangement of offshore infrastructure in ice conditions.

Keywords: Dynamic Positioning, ice conditions, drilling platform.

Введение

При проведении морских инженерно-геологических, буровых, трубоукладочных работ, при обеспечении загрузки танкеров нефтепродуктами с плавучих сооружений, морских ледостойких стационарных платформ (МЛСП) для управления положением судна широко применяются средства безъякорного удержания - системы динамического позиционирования (СДП) [1].

Судно с динамическим позиционированием означает устройство или судно, которое автоматически сохраняет свое положение и курс (фиксированное местоположение, относительное местоположение или заданный курс) с помощью подруливающего устройства.

Динамическое позиционирование было разработано с целью автоматического удержания курса судна и его положения вблизи морских навигационных объектов, таких как буровые вышки, стационарные добывающие платформы или другие гидротехнические сооружения на море. Свою актуальность Динамическое позиционирование нашло на судах, работающих в стесненных условиях и требующих высокую точность удержания судна в заданном положении. В связи с активным освоением и развитие нефтедобывающего сектора необходимость в системе динамического позиционирования увеличилось многократно. Стоит отметить, что для понимания принципов удержания судна в позиции и как следствие безопасной работы, особенно в условиях ледового плавания, необходимо изучить систему динамического позиционирования, её компоненты, их устройство и недостатки, а также учитывать погодные условия и зоны безопасных подходов к объектам.

Основная часть

Методы обеспечения безопасности мореплавания – это методы защиты объектов мореплавания (судов, членов экипажей и пассажиров, судоходных путей и природной среды) от угрозы опасного воздействия факторов природной и техногенной среды, а также опасных проявлений человеческого фактора в процессе функционирования мореплавания как большой системы, включающей в себя морские суда и обеспечивающую инфраструктуру. Такое определение непосредственно вытекает из определения безопасности как свойства мореплавания [2].

В следствие утверждения, что безопасность мореплавания – это методы защиты объектов мореплавания, рассмотрим принцип построения системы динамического позиционирования как элемент обеспечения безопасности при плавании во льдах Охотского моря.

Краткая характеристика системы динамического позиционирования

Система динамического позиционирования состоит из следующих компонентов:

1. Электропитание
2. Двигатели
3. Контроллеры управления системой
4. Датчики входной информации

Система Динамического Позиционирования ДП-2 подразумевает дублирование всех компонентов системы с целью повышения надежности её функционирования. Под «надёжностью её функционирования» следует понимать способность удержания позиции в заданной точке и последствия при отказе какого-либо компонента системы. В случае с системой ДП-2, при единичной сбое или неисправности одной из веток электропитания судно не должно терять свою позицию.

1.1. Электропитание

В системе ДП-2 подразумевается наличие дублирование компонентов сети, следовательно, необходимо наличие двух цепей электропитания. При отказе одной из них судно должно оставаться в заданной позиции. При потере электропитания на судне существует UPS (Uninterruptable Power Supply) источник бесперебойного питания, который сможет питать контроллер управления, консоли, датчики обшчета внешней информации до 30 минут. На рисунке 1 представлена схема электропитания системы ДП-2 [3].

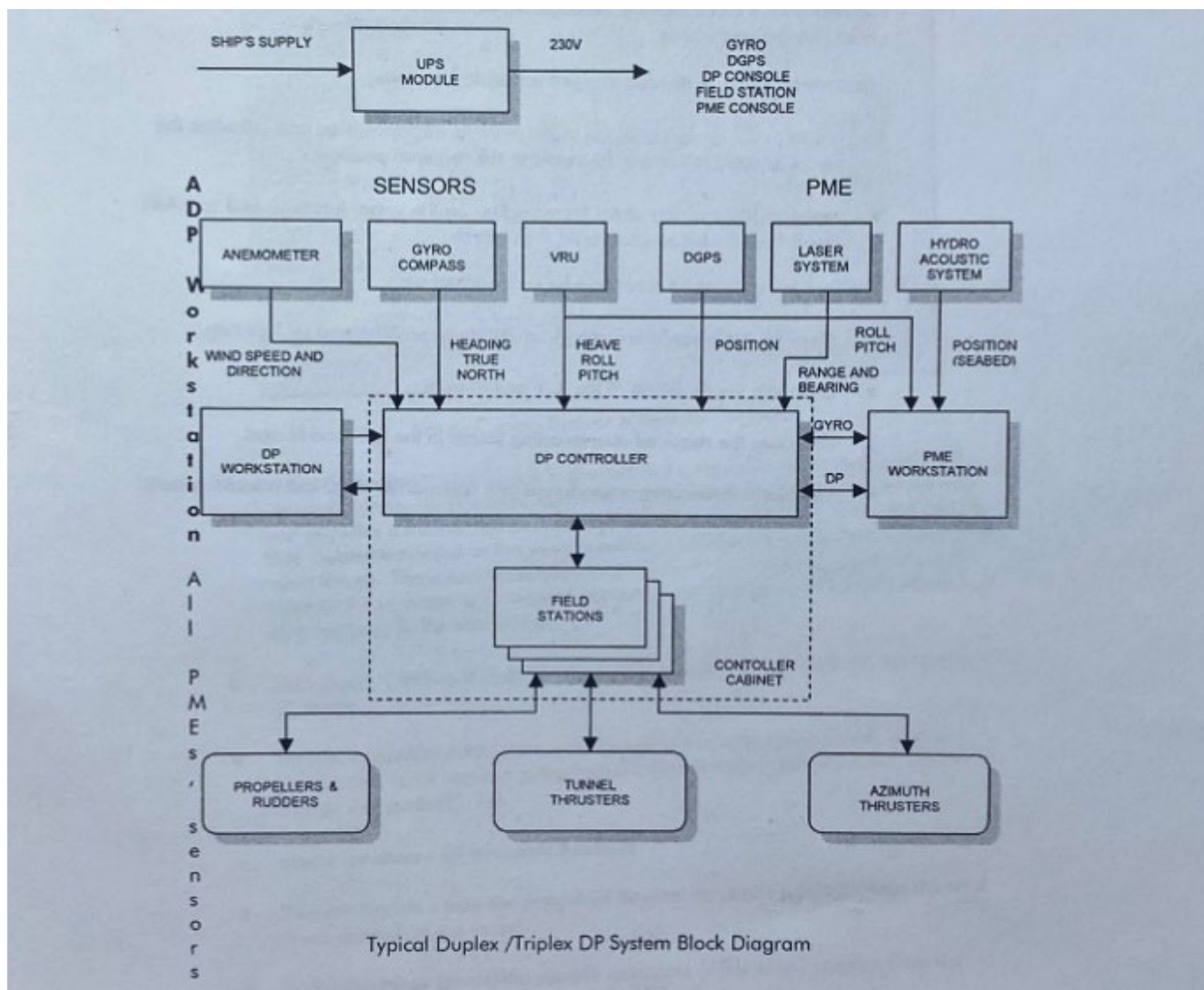


Рисунок 1. Схема электропитания системы ДП-2 [3]

1.2. Двигатели

На судах, оснащенных системой динамического позиционирования существует несколько типов двигателей:

- Main propellers and rudders Гребной винт с пером руля
- Azimuth thrusters (Azipod) Винторулевая колонка типа «Azipod»
- Tunnel thrusters Туннельный движитель

На примере судна снабжения буровых платформ «SCF ENDURANCE» рассмотрим такой вид пропульсивной установки как, винторулевая колонка (ВПК) типа «Aquamaster». На рисунке 2 отчетливо видно поворотную колонку и гребной винт [4].

Судно с винторулевыми колонками (Далее ВПК) типа Aquamaster управляется путём поворота гребного винта вокруг вертикальной оси ВПК с помощью поворотной трубы,

которая является аналогом баллера руля и приводится в движение гидромоторами. Работа гидромоторов обеспечивается специальной гидросистемой и радиальнопоршневыми масляными насосами переменной производительности. На судне с системой Динамического позиционирования ДП-2 должно быть минимум 4 движителя: два в носовой части и два в кормовой части судна.

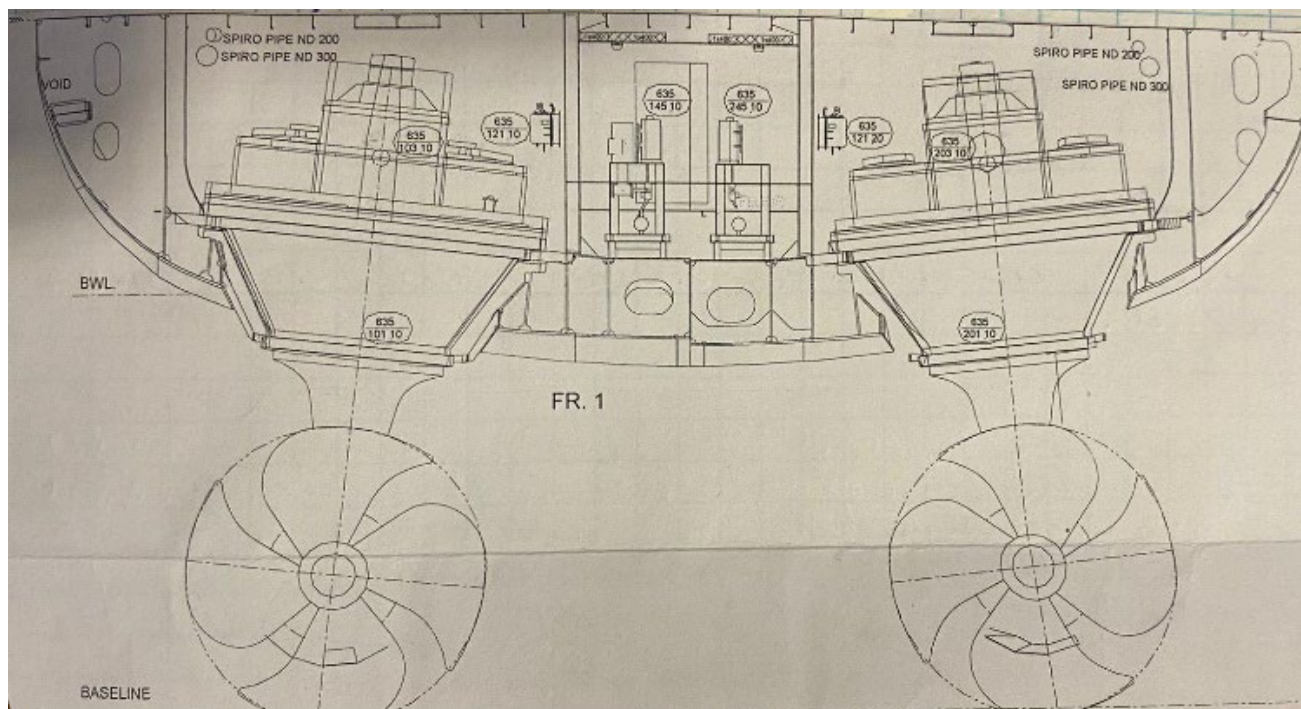


Рисунок 2. Поворотная колонка с гребным винтом [4]

1.3. Контроллер

Контроллер – нередко называемый «компьютером» выполняет основные расчеты системы Динамического позиционирования. Как и в случае с другими компонентами, в системе ДП-2 их должно быть два, при этом они должны быть сообщены между собой, неся в себе полностью идентичную информацию о системе, но один будет – постоянным, другой – резервным, разницы в производительности между этими контроллерами в случае отказа системы ДП-2 не должно быть.

1.4. Датчики входной информации

В ДП систему должны быть заведены минимум 3 датчика входной информации:

1. Датчик курса-гироскомпас,
2. Датчик отклонения судна от вертикального положения,
3. Датчик ветра.

При этом в системе ДП-2 по требованию ИМО должно быть не менее 3 гироскомпасов.

Датчик отклонения судна от вертикального положения указывает истинное отклонение судна от своего вертикального положения, без учета неверных данных полученных, например, с антенны, которая также отклоняется с корпусом судна при качке.

Индикатор ветра, пожалуй, один из важнейших сенсоров, так как из всех сил, действующих на корпус судна достоверно измерить представляется возможным только скорость и направление ветра. При анализе ветра, система динамического позиционирования выстраивает Wind Model, на основании которой и регулирует работу движителей. Однако при резком порыве ветра, система занесет ветер в «неуточненные

силы» и даст моментальную противоборствующую силу на движители, для сохранения позиции в заданной точке. Таким образом потери позиции будут минимальными.

Документация системы динамического позиционирования

2.1. Матрица «Activity Specific Operating Guidelines»

Согласно международных нормативных документов для обеспечения безопасности выполняемой работы в нефтегазовом секторе применяются нормативные документы, регламентирующие работу той или иной системы. На примере судна снабжения буровых платформ «SCF ENDURANCE», рассмотрим принцип работы при подходе к буровым платформам в условиях ледового плавания.

Для предотвращения инцидентов на море составляется специальная матрица спецификации управления судном при различных состояниях системы, документ регламентирующий матрицу «Activity Specific Operating Guidelines» (ASOG)-IMO MSC.1/Circ.1580, GUIDELINES FOR VESSELS AND UNITS WITH DYNAMIC POSITIONING (DP) SYSTEMS [5], в которой прописывается возможные события, в ходе которых может измениться статус системы СДП. На рисунке 3 приведен пример матрицы «Activity Specific Operating Guidelines» (ASOG) [5].

| Activity Specific Operating Guidelines – Outline | | | | |
|--|--|--|--|---|
| | Green | Blue | Yellow | Red |
| Definition | Normal operations – all systems fully functional and operating within acceptable performance limits. | Advisory status – approaching performance limits or reportable alarm status. Operations may continue whilst risks are being assessed. A failure has occurred that does not affect DP redundancy. | Reduced status – pre-defined performance limits reached, component or system failure resulting in loss of redundancy. The vessel maintains position although the vessel has lost its redundancy. | Emergency status – pre-defined operational or performance limits exceeded, component or system failure resulting in loss of control or position. |
| Response | For DP operations to commence and continue the conditions in the green column must be met. | Conduct risk assessment to determine whether to continue, change position or cease operations. | Stop operations and initiate contingency procedures with a view to reducing the time to terminate. Prepare to disconnect. The operation should not be resumed before the vessel has regained redundancy or before all risks have been fully assessed to determine whether it is acceptable to resume operations with compromised redundancy. | Abandon operations. Take immediate action, i.e. initiate emergency disconnect sequence (EDS) to ensure the safety of people, the environment, the operation and the vessel. The vessel should be moved to a safe position. No DP operation is to be recommenced until a full investigation has been implemented, failure resolved and fully tested. |

Рисунок 3. Матрица «Activity Specific Operating Guidelines» [5].

Вывод: при любых операциях, производимых в режиме СДП, необходимо убедиться в правильной работе датчиков, контроллеров, а также вспомогательных систем контроля позиции. Основной фактор – это человек, вторичный фактор – машина.

Для удержания судна в заданной позиции ДП, на механическую составляющую накладываются переделённые ограничения при максимально допустимых нагрузках, все

эти ограничения регламентируются матрицей на рисунке 4 «Critical Activity Mode» (CAM) [6].

| Vessel to be setup and stabilized upon arrival at worksite. DP checks to be done with vessel at intended heading and thrust levels to be verified to be within ASOG limits. Entry to and exit from 500m zone is in DP auto-position mode. Default mode of exit from worksite until 200m off surface asset is on DP. This does not preclude Master from departing in manual or joystick in response to loss of station keeping event or necessitated by other emergencies. Vessel can depart in manual controls 200m away from worksite. | | Reinstating equipment post failures requires vessel to safely suspend operations, leave worksite / 500m zone prior to attempting reinstatement (e.g. Low level auxiliaries, thruster, control voltages) | THRUSTER BIAS:- Thruster bias may be used if average thruster forces in free mode (without bias) are less than 20%. Bias must be released if levels exceed 20% or upon any thruster alarms. The requirement to release bias is waived when intentionally increasing bias multiplier to evacuate surrounding ice. Positioning standby to be imposed when bias multiplier is increased to exceed average thruster force of 20% in free mode. |
|--|---|--|--|
| Vessel is noted to have a single relative position reference system (Cyscan) on board in addition to 2 DGNSS. Continuous alarms on Cyscan will trigger a yellow condition, that is, vessel will safely suspend operations and leave the 500m zone | | Positioning Standby: Where required equipment is operational and available for immediate use and key personnel are positioned to be able to respond to events to prevent escalation. Positioning standby to be imposed during ice evacuation | |
| Change in vessel mode from Auto DP control to Manual control allowed for station keeping in ICE conditions. Notification to be provided to surface facility. Change in mode to be carried out prior to exceeding limits set out in ASOG criteria. If undertaking operations in DP mode in ice condition and yellow condition is triggered, vessel to leave 500m zone. Vessel is required to step off a minimum of 200m away from the asset and sit on DP for at least 12 minutes to allow for stabilization of the model prior to moving back to the worksite on DP control, criteria in ASOG to be strictly adhered to. | | | |
| Critical Activity Mode (CAM) Configuration | | | |
| Condition | | GREEN | ADVISORY |
| Notify Master, Chief Engineer, Client, Deck and Surface Facility | | NO | YES |
| Category | Action | CONTINUE NORMAL OPERATIONS | INFORM / CONSULT / RISK ASSESS (CONSIDER ONGOING AND UPCOMING OPERATIONS) |
| Setup of Generators & Power System | 6600Vac, 440Vac, 230Vac Switchboard Setup | Bus tie breakers open | Any other setup |
| | 230Vac L1 switchboard | 230Vac L1 board will only be supplied from 230Vac Bus 1 with supply from 230Vac ESB isolated | Any other setup |
| | Group Emergency Stop System | Auto changeover to be disabled | Any other setup |
| | Diesel Generators | Minimum 1 DG running and connected on each bus- symmetric operation only. All diesel generators tested to 100% upon field arrival or within the last 6 months | Any other setup or not tested to 100% upon field arrival or within the last 6 months or problems found |
| Thrusters | All thrusters | Available, selected to DP, tested to 100% on field arrival or within the last 6 months. For CPP's watch keeping personnel briefed on requirement for rapid intervention in the event of thruster pitch problems | Any not available, not selected to DP, or not tested to 100% on field arrival or within last 6 months, watch personnel not briefed or problems found |
| | All thrusters | Duty pump assigned 'same side' as thruster, and changeover to backup pump tested at field arrival | Not tested on field arrival or problems found |

Рисунок 4. Матрица «Critical Activity Mode» [6]

2.2. Foot Print – Оценка удержания позиции судном в заданной точке

Foot print – это способ оценки удержания позиции судна в заданной точке. Конкретнее, это «самопроверка», выполняемая во время простоя «standby time». Основная цель Foot Print в том, чтобы вовремя выявить неисправности в системе удержания судна в нужной позиции.

Для оценки используются проверочные листы наблюдения удержания судна как на рисунке 5 [5].

Относительно того, как держит позицию судно, масштаб колец выбирают для большей наглядности. Он может составлять, как 0,2 м., так и 1 метр. В листе также указываются основные данные: приборы позиционирования, данные с двигателей, погодные условия, дату и время. Для получения информации о точности удержания судна в заданной точке, тест проводят в течение некоторого времени, отмечая позицию, на пример каждые 30 секунд и заносят на планшет- получая наглядное представление о работе динамического позиционирования.

General Information
 This Checklist has been amended to be ship-specific. Always ensure that the latest controlled version of the document is used.

Vessel Name: SCF Endurance
 Field / Installation: Rumb Street, Kholmskiy, DP Drifts

Footprint plot. Note: Draw wind and current vectors on the plot

Concentric Scale for one division: -0.1 metres

Vessel's draught: Forward 6.9 metres, Aft 6.9 metres

| Position References | | Comments | Environment | |
|---------------------|-------------------------------------|---|-------------------|-----|
| DGNSS 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | Gyro 1 - online, Anem 1 - online, VR4 1/2 - online, DGPS - 1 online. | Wind direction | 240 |
| DGNSS 2 | <input type="checkbox"/> | | Wind speed | 13 |
| DARPS 1 | <input type="checkbox"/> | | Wave direction | 350 |
| DARPS 2 | <input type="checkbox"/> | | Wave height | 1.5 |
| RADIUS | <input checked="" type="checkbox"/> | | Current Direction | - |
| CYSCAN | <input type="checkbox"/> | | Current Speed | c |
| HIPAP | <input type="checkbox"/> | | Remarks: | |
| SONARDYNE | <input type="checkbox"/> | | | |
| TAUT WIRE | <input type="checkbox"/> | | | |

Рисунок 5. Проверочный лист Foot Print [5]

Характеристика льда

Изучив основные составляющие системы динамического позиционирования необходимо также принять во внимание погодные условия во время работы вблизи буровых платформ. На примере рисунка 6 и рисунка 7 рассмотрим весенний период работы во льду 2023 года, Охотское море, Буровая платформы LUN-A (Лунская), PA-A, PA-B.

Весной (март-май) сибирский антициклон ослабевает и разрушается, отодвигаясь к западу. Тихоокеанский максимум, усиливаясь, подходит к берегам Восточной Азии, область пониженного давления в низовьях Амура перемещается на Маньчжурию, а на район

Охотского моря распространяется гребень полярного максимума, способствующий выносу воздушных масс из восточного района Арктики, что в значительной степени задерживает начало весеннего таяния льда. Циклоническая деятельность над морем ослабевает [7].

Для дачи характеристики льда на основе визуальной оценки, использовались следующие показатели:

- Сплоченность льда
- Возрастная стадия развития льда
- Форма льда
- Шкала торосистости льда
- Шкала сжатости льда
- Шкала заснеженности льда
- Шкала загрязненности льда
- Шкала разрушенности льда



Рисунок 6. Подход к буровой, размыв льда
(Охотское море, май 2023г, личный архив автора)



Рисунок 7. Охотское море. Блинчатый лёд
(Охотское море, май 2023г, личный архив автора)

Проанализировав фотографии может сделать следующий вывод:

- Сплоченность льда - 5/10 Разреженный лёд
- Возрастная стадия развития льда – Однолетний лёд 30-200 см.
- Форма льда –Мелкобитный лёд – 2-20м.
- Шкала торосистости льда – лёд средней торосистости
- Шкала сжатости льда – 0 баллов сжатости льда
- Шкала заснеженности льда – 1 балл заснеженности льда
- Шкала загрязненности льда 1 балл загрязненности льда
- Шкала разрушенности льда 5 баллов разрушенности льда

Заключение

С увеличением сложности выполняемых проектов на судах занятых разработкой, построением инфраструктуры и подводным обустройством на континентальном шельфе РФ проблема безопасности мореплавания выходит на первый план. Необходимо вводить новые методы стандартизации при выполнении той или иной задачи, учитывать

климатические изменения, а также внутренние процессы проходящие в толще воды. Проанализировав воздействия льда на систему динамического позиционирования можно сделать вывод, что система динамического позиционирования принимает лед к обсчету как результирующую силу от воздействия ветра или шквала, в системе динамического позиционирования она отображается как течение. Следовательно, для того чтобы уменьшить эту силу необходимо сначала размыть лед, сделать его мелко битым путём воздействия на него пропульсивного комплекса.

Список литературы:

1. Электронное пособие: «Руководящий документ РД 51-10-98 ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА СУДАХ ПАО «ГАЗПРОМ» URL: <https://docs.cntd.ru/document/471808698> (дата обращения 03.07.2023)
2. Кацман Ф.М. Методы обеспечения безопасности мореплавания // Студенческая библиотека онлайн – 2010. URL: https://studbooks.net/2453957/tehnika/metody_obespecheniya_bezopasnosti_moreplavania. (дата обращения 05.07.2023)
3. Хватов О.С., Тарпанов И.А., Кузнецов П.В. Судовая электроэнергетическая система с обратимой валогенераторной установкой по схеме машины двойного питания и дизель-генератором переменной частоты вращения. Вестник Астраханского государственного технического университета. 2021. № 3. С. 93–100.
4. Сидорова А. С., М. В. Петрова ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ ГРЕБНОЙ УСТАНОВКИ ТИПА «ПОВОРОТНАЯ КОЛОНКА». УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ. 2019. С. 82-84.
5. Электронное пособие по эксплуатации: «MSC.1/Circ.1580, GUIDELINES FOR VESSELS AND UNITS WITH DYNAMIC POSITIONING (DP) SYSTEMS» URL: <https://www.register-iri.com/wp-content/uploads/MSC.1-Circ.1580.pdf> (дата обращения 05.07.2023)
6. MASTER'S THESIS Safety Challenges and Risks due to Alarms in DP Vessels. URL: <https://hvlopen.brage.unit.no/hvlopen-xmlui/handle/11250/2765797> (дата обращения 05.07.2023)
7. В.М. Пищальник, В.А. Романюк, И.Г. Минервин, А.С. Батухтина. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ АНОМАЛИЙ ЛЕДОВИТОСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ В ПЕРИОД С 1882 ПО 2015 Г. Сахалинский государственный университет. 2016. №185. С. 228-239.

References:

1. Electronic manual: "Guiding document RD 51-10-98 ORGANIZATION OF THE DYNAMIC POSITIONING SERVICE ON THE VESSELS OF GAZPROM PJSC" URL: <https://docs.cntd.ru/document/471808698> (accessed 03.07.2023)
2. Katsman F.M. Navigation safety methods // Online Student Library - 2010. URL: https://studbooks.net/2453957/tehnika/metody_obespecheniya_bezopasnosti_moreplavania. (accessed 05.07.2023)

3. Khvatov O.S., Tarpanov I.A., Kuznetsov P.V. Ship electric power system with a reversible shaft-generator plant according to the scheme of a dual-feed machine and a variable speed diesel generator. Bulletin of the Astrakhan State Technical University. 2021. No. 3. P. 93–100.
4. Sidorova A. S., M. V. Petrova ELECTRIC MOTOR OF ROWING INSTALLATION OF ROTARY TYPE KOLONKAULYANOVSK STATE TECHNICAL UNIVERSITY. 2019. S. 82–84.
5. Electronic Operating Manual: "MSC.1/Circ.1580, GUIDE-LINES FOR VESSELS AND UNITS WITH DYNAMIC POSITIONING (DP) SYSTEMS" URL: <https://www.register-iri.com/wp-content/uploads/MSC.1-Circ.1580.pdf> (accessed 05.07.2023)
6. MASTER'S THESIS Safety Challenges and Risks due to Alarms in DP Vessels.URL: <https://hvlopen.brage.unit.no/hvlopen-xmlui/handle/11250/2765797> (Accessed 05.07.2023)
7. V.M. Pishchalnik, V.A. Romanyuk, I.G. Minervin, A.S. Batukhtin. ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF ANOMALIES IN THE SEA OF OKHOTSK IN THE PERIOD FROM 1882 TO 2015. Sakhalin State University. 2016. No. 185. pp. 228-239.