

УДК 629.5

DOI 10.37890/jwt.vi76.386

## **Алгоритм проектирования судов обеспечения подводно-технических работ методом базы данных**

**М. П. Лебедева<sup>1</sup>**

**О. М. Абдуллаев<sup>2</sup>**

*ORCID:0009-0003-3593-5375*

*<sup>1</sup>Государственный Университет Морского и Речного Флота им. С.О.Макарова, С.-Петербург, Россия*

*<sup>2</sup>Каспийский Морской Транспортный Проектно-Изыскательный и Научно-Исследовательский Институт (КАСПМОРНИИПРОЕКТ), Баку, Азербайджан*

**Аннотация.** В настоящей работе сформирован алгоритм проектирования судов обеспечения подводно-технических работ с использованием базы данных близких по назначению судов. Алгоритм проектирования предусматривает выбор компоновки проектируемого судна путем зонирования помещений, выбор формы обводов путем формирования оптимальной поверхности проектируемого судна и, как следствие, получения предварительной эффективной мощности главного двигателя и поперечной метацентрической высоты с аппроксимацией соотношений. Выведена модель предварительной оценки весовой нагрузки проектируемого судна для формирования весовой нагрузки. Исследования, связанные с выбором компоновки судна, формы обводов корпуса и оценки весовой нагрузки дали возможность создать блок-схему формирования главных размерений проектируемого судна. Важным элементом разработанной блок-схемы, является процесс оптимизации расчета главных размерений судна. Выбрав критерии оптимизации и варьируемые элементы, авторы сформировали математическую модель оптимизации главных размерений.

**Ключевые слова:** Подводно-технические работы, суда обеспечения, зонирование помещений, судовая поверхность, поперечный метацентр, мощность главного двигателя, весовая нагрузка, база данных, алгоритм, критерии оптимизации

## **Algorithm for designing vessels for underwater technical operations using database method**

**Marina P. Lebedeva<sup>1</sup>**

**Oyrad M. Abdullayev<sup>2</sup>**

*ORCID:0009-0003-3593-5375*

*<sup>1</sup>Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping*

*<sup>2</sup>Design-Research and Scientific-Investigation Institute of Caspian Sea Transport. AZ1003. Baku. Azerbaijan*

**Abstract.** In the given paper, an algorithm for designing vessels for underwater technical operations support using a database of vessels similar in purpose is created. As a part of an algorithm of design the configuration choice of the designed vessel by zoning and characteristic of rooms, the choice of a form of contours by formation of an optimum surface of the designed vessel and as a result of obtaining preliminary effective power of the main engine and cross metacentric height with approximation of result is provided. The model for the preliminary assessment of the weight load of the designed vessel for the formation of the weight load is derived. Studies related to the choice of the layout of the vessel, the shape of the hull contours and the assessment of the weight load made it possible to create a block diagram of the formation of the main dimensions of the designed vessel. An important element of the developed block diagram is the process of optimizing the calculation of the main dimensions

of the ship. Having chosen optimization criteria and variable elements, the authors have formed a mathematical model for optimizing the main dimensions.

**Keywords:** underwater technical operation, support vessels, compartment zoning, ship surface, cross metacenter, main engine power, weight load, database, algorithm, optimization criteria

### Ведение

Алгоритм проектирования судов обеспечения подводно-технических работ является многокритериальной задачей, служащей созданию нового качественного и безопасного в эксплуатации судна, способного выполнять возложенные на него технологические функции. Во многих источниках были описаны отраженные в настоящей работе методы формирования компоновки судна [4, 6, 7], выбор формы обводов [3,4], оценка весовой нагрузки [5, 8], расчет и выбор главных размерений [1, 2] с учетом критериев эффективности [2, 9, 10] в основном для транспортных судов. В настоящей работе рассмотрены формирование облика судов обеспечения подводно-технических работ, заключающегося в выборе компоновки, формы обводов корпуса и проведении оценки весовой нагрузки с использованием базы данных близких по назначению судов. Главные размерения проектируемого судна предполагается формировать по блок-схеме, отражающей расчетный алгоритм, описанный с учетом выбранных критериев оптимизации.

При формировании облика судов обеспечения подводно-технических работ предполагается создание компоновки с разработкой схемы зонирования помещений, формы обводов корпуса, с проведением анализа скорости проектируемого судна и поперечной метацентрической высоты, а также оценки весовой нагрузки с использованием базы данных близких по назначению судов.

### Выбор компоновки судна

Суда обеспечения подводно-технических работ относительно других типов судов мирового флота строятся мелкими партиями и являются в основном единичными проектами. При рассмотрении группы судов этого класса предлагается систематизация компоновки судов обеспечения подводно-технических работ, составляя схему зонирования (см. рис. 1).

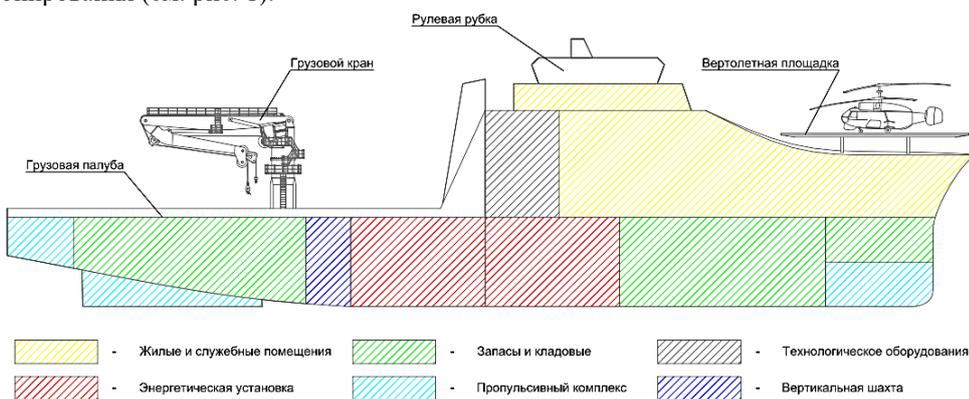


Рис. 1. Схема зонирования помещений судов обеспечения подводно-технических работ



Рис. 2. Структурная схема формирования компоновки судов обеспечения подводно-технических работ

Схема зонирования помещений (см. рис. 1), отражает требуемые элементы судов обеспечения подводно-технических работ для полноценного выполнения технологических задач, функционирования экипажа и спец. персонала на борту.

Структурная схема компоновки судов обеспечения подводно-технических работ (см. рис. 2), представляет схематизированную модель проектируемого судна. В состав структурной схемы входят перечисленные ниже элементы:

Жилые и служебные помещения – для полноценного проживания и работы экипажа судна, спец. персонала и временно находящихся на борту персонала, с условием соблюдения всех необходимых норм и правил.

Энергетическая установка – для стабильного и безопасного обеспечения судна механической, тепловой и электрической энергиями.

Вертикальная шахта – при использовании на судне мобильного технологического оборудования.

Грузовая палуба – для размещения технологического оборудования и использования при проведении грузоперевозок на морском нефтепромысле.

Грузовой кран – на судах обеспечения подводно-технических работ с возможностью погружения гака под воду на требуемую глубину.

Запасы и кладовые – для размещения продовольственных запасов, дополнительного оборудования и запасных частей обеспечивающих заданную автономность.

Пропульсивная установка – для обеспечения судну необходимой скорости, маневренности и позиционирования при выполнении морских операций.

Технологическое оборудование – для размещения спуско-подъемных устройств для подводных аппаратов ТНПА/АНПА, ангары для хранения аппаратных средств и грузовая палуба для установки мобильного технологического оборудования.

Вертолетная площадка – предусмотрена для операций с вертолетом.

Рулевая рубка – как и на судах других типов, предусматривается для обеспечения безопасного управления судном.

### Выбор формы обводов

При проектировании, на этапе выбора формы обводов, с учетом условий эксплуатации, для получения необходимых ходовых и мореходных качеств проектируемого судна производится выбор формы обводов корпуса судна. Это можно сделать, используя базу данных, опубликованную в Справочнике по теории корабля [1]

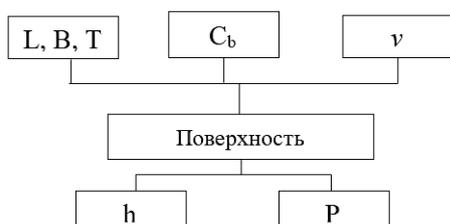


Рис. 3. Структурная схема формирования поверхности судов обеспечения подводно-технических работ

Как видно из структурной схемы, (см. рис. 3), в работе предполагается, при разработке поверхности на раннем этапе проектирования, получить предварительную величину поперечной метацентрической высоты и потребной эффективной мощности главных двигателей. Математическая модель рассматриваемых выражений отражены в функциях (1) и (2).

$$h = f(B, C_b) \tag{1}$$

$$N_p = L f(B, T, C_b, v) \tag{2}$$

Принимая главные параметры формы обводов проектируемого судна ( $L/B$ ,  $B/T$ ,  $C_b$ ), с использованием программного обеспечения «Delft Ship», были сформированы группы судов обеспечения подводно-технических работ по форме обводов, различающихся главными размерениями. Как результат, из сформированных поверхностей с использованием расчетного модуля программы получены значения эффективных мощностей главных двигателей и поперечные метацентрические высоты. Ниже (см. рис. 4 – 7) приведены семейства кривых эффективной мощности при различной скорости хода для судов с различными главными размерениями.

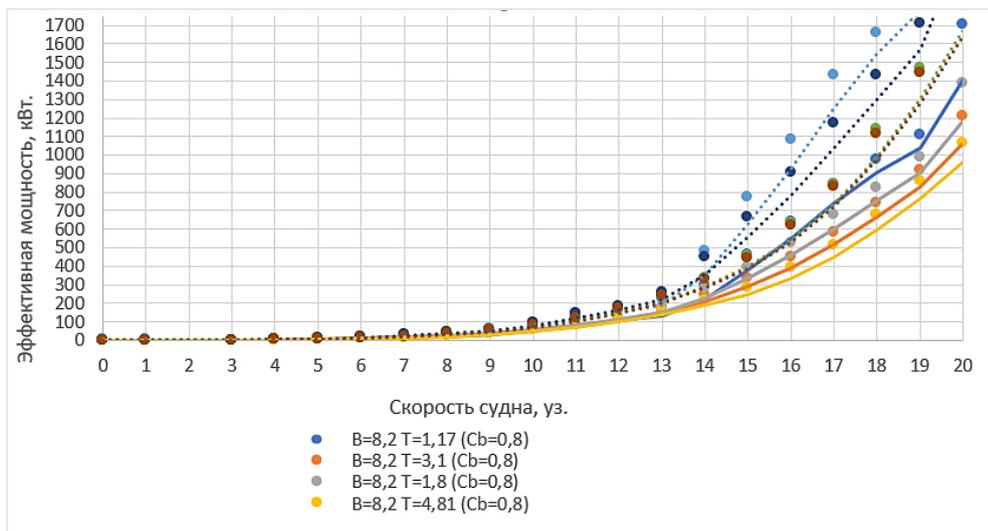


Рис. 4(а). Соотношение скорости и эффективной мощности при  $L=50\text{м.}$ ,  $C_b=0.8$ .

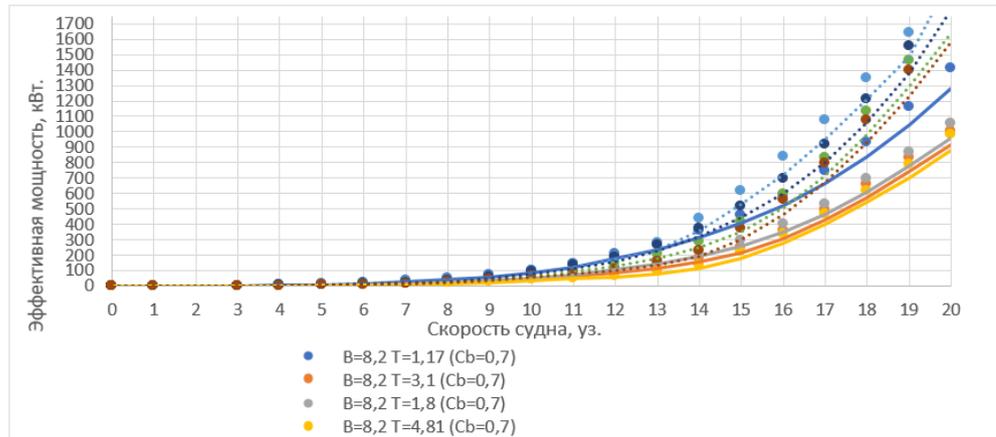


Рис. 4(б). Соотношение скорости и эффективной мощности при  $L=50$ м.,  $C_b=0.7$ .

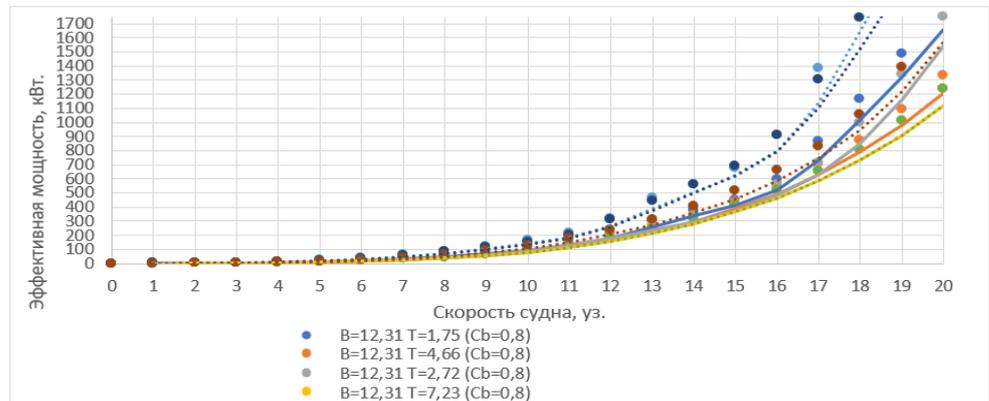


Рис. 5(а). Соотношение скорости и эффективной мощности при  $L=75$ м.,  $C_b=0.8$ .

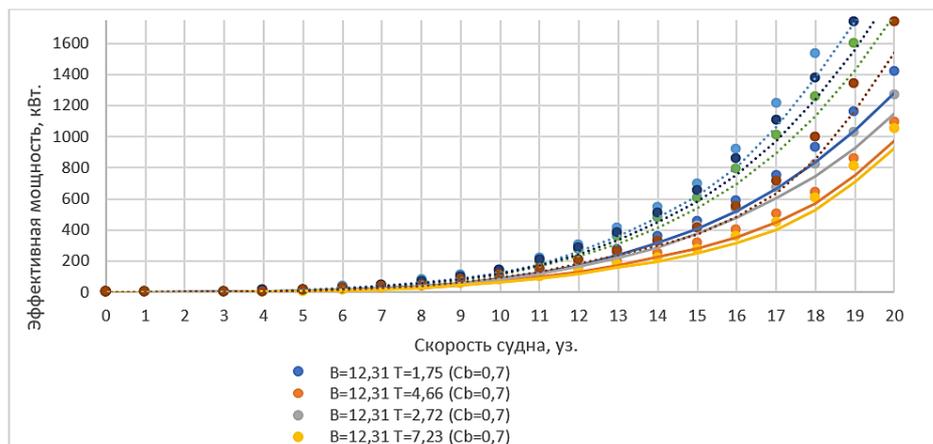


Рис. 5(б). Соотношение скорости и эффективной мощности при  $L=75$ м.,  $C_b=0.7$ .

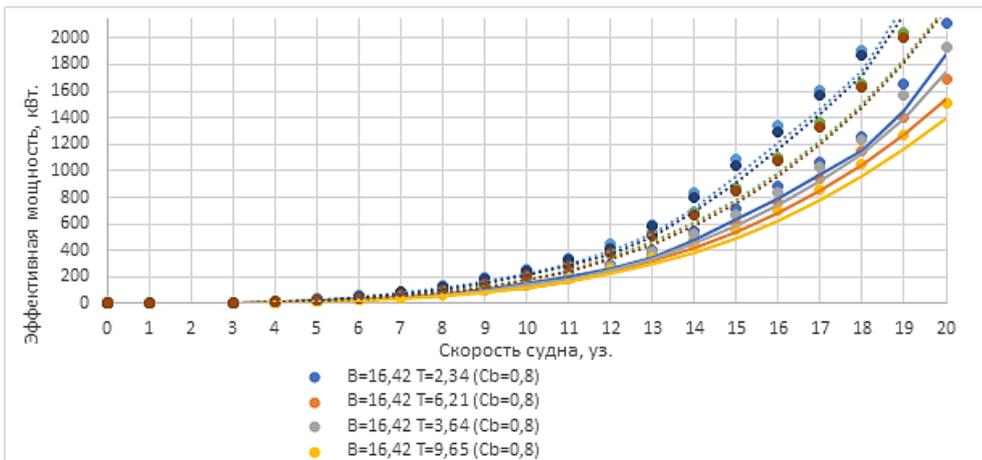


Рис. 6(а). Соотношение скорости и эффективной мощности при  $L=100\text{м.}$ ,  $C_b=0.8$ .

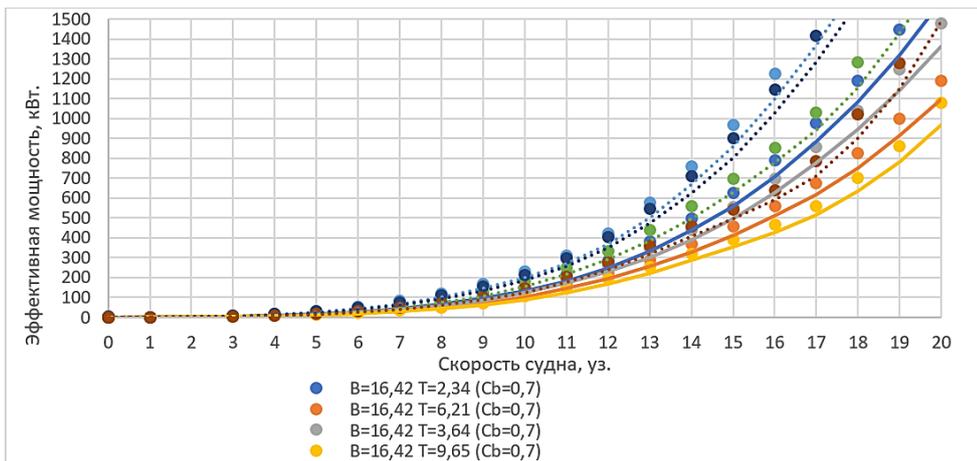


Рис. 6(б). Соотношение скорости и эффективной мощности при  $L=100\text{м.}$ ,  $C_b=0.7$ .

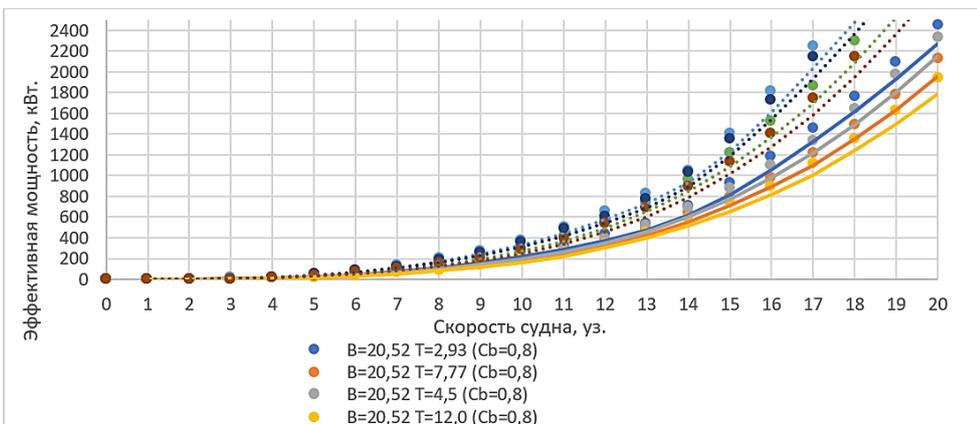


Рис. 7(а). Соотношение скорости и эффективной мощности при  $L=125\text{м.}$ ,  $C_b=0.8$ .

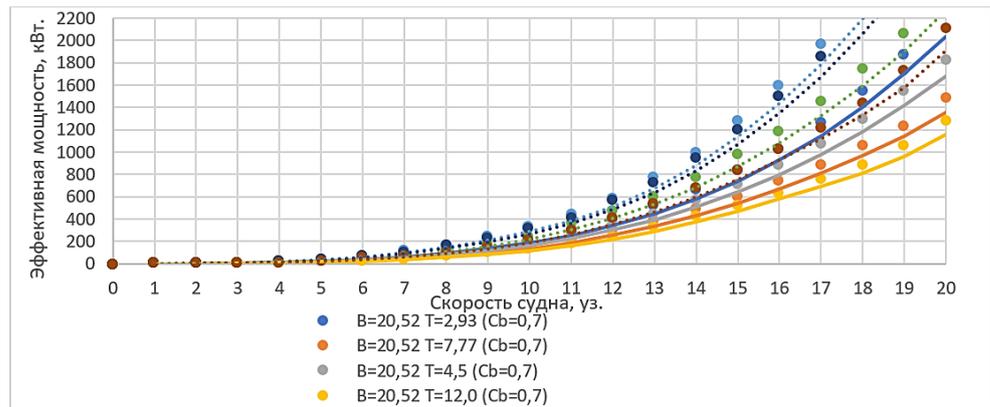


Рис. 7(б). Соотношение скорости и эффективной мощности при  $L=125\text{м.}$ ,  $C_b=0.7$ .

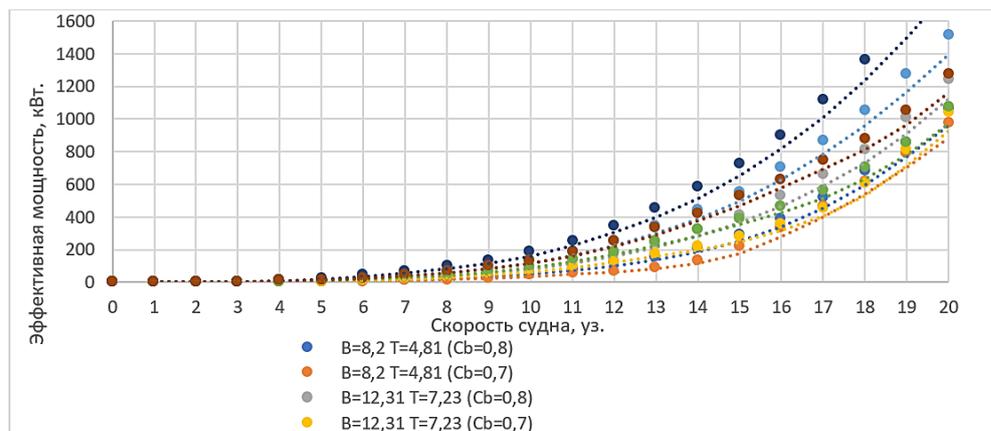


Рис. 8. Соотношение минимальной скорости и эффективной мощности судов обеспечения подводно-технических работ.

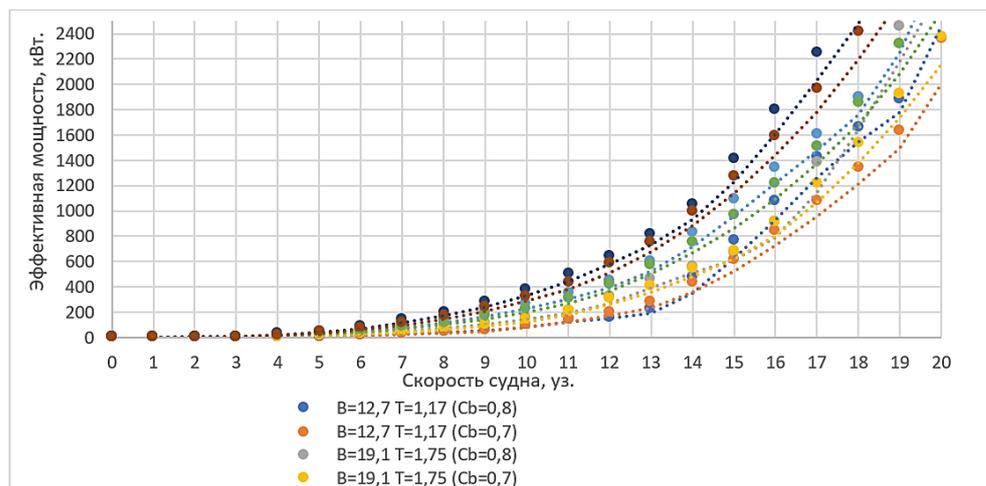


Рис. 9. Соотношение максимальной скорости и эффективной мощности судов обеспечения подводно-технических работ.

Выше (см. рис. 8 и 9), были отражены соотношения минимальной и максимальной эффективной мощности главных двигателей. Корпуса моделей показаны ниже на рисунках 10 и 11.

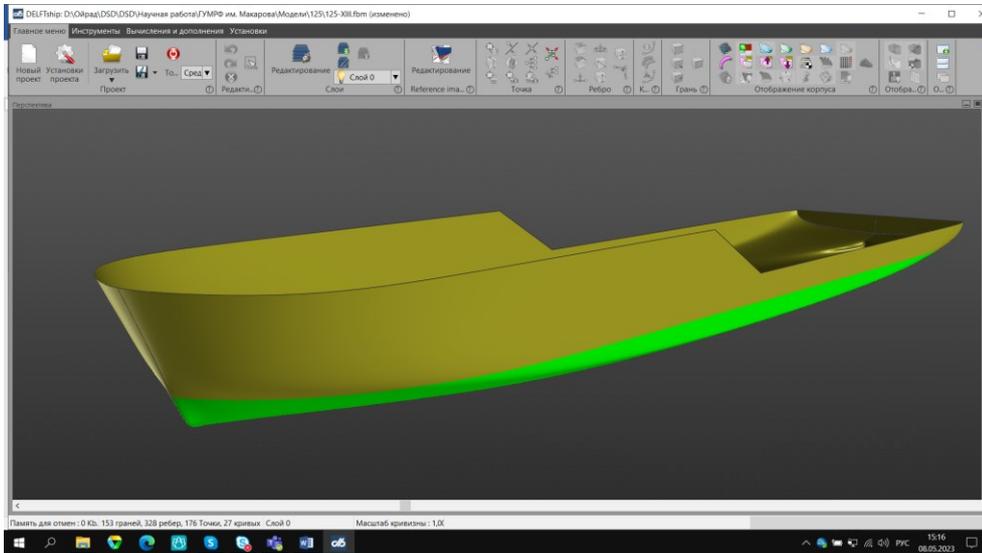


Рис. 10. Модель поверхности с минимальным значением эффективной мощности.

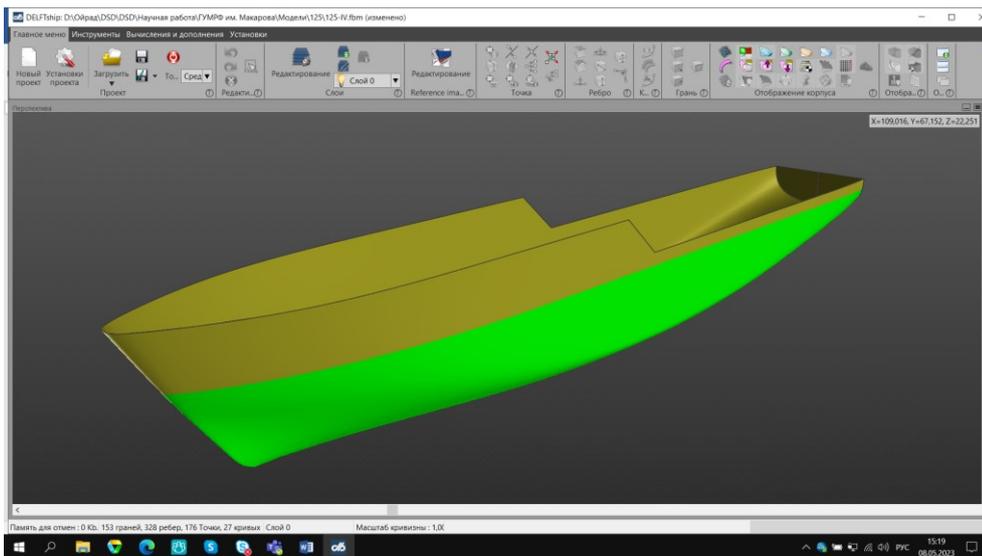


Рис. 11. Модель поверхности с максимальным значением эффективной мощности.

Результаты расчетов поперечной метацентрической высоты для различной осадки судна приведены на рисунках 12 – 15. Данные получены с помощью расчетного модуля «Delft Ship» для поверхностей и сравнительных расчетных, данных полученных из выражения (3).

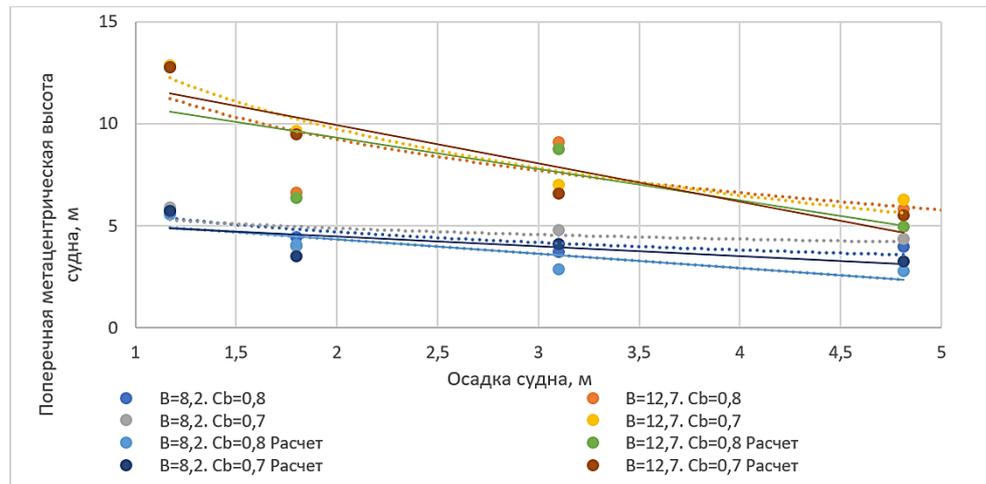


Рис. 12. Соотношение поперечной метацентрической высоты и осадки судна при L=50м.

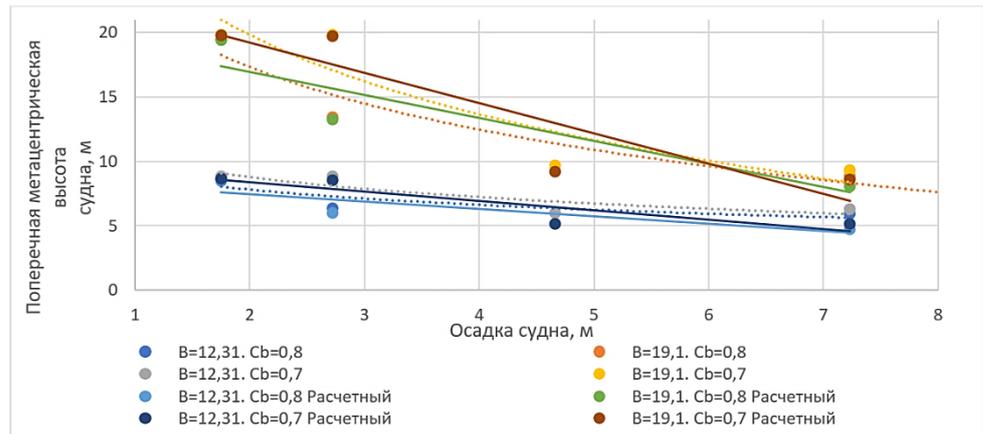


Рис. 13. Соотношение поперечной метацентрической высоты и осадки судна при L=75м.

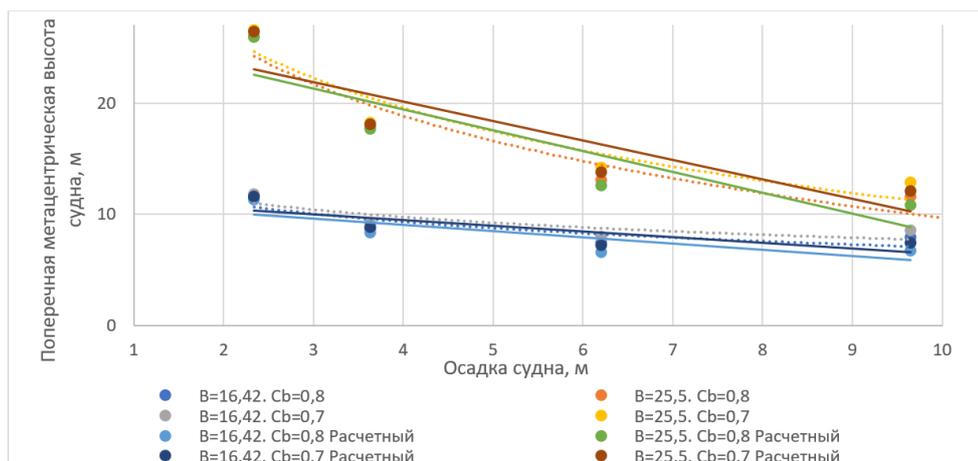


Рис. 14. Соотношение поперечной метацентрической высоты и осадки судна при L=100м.

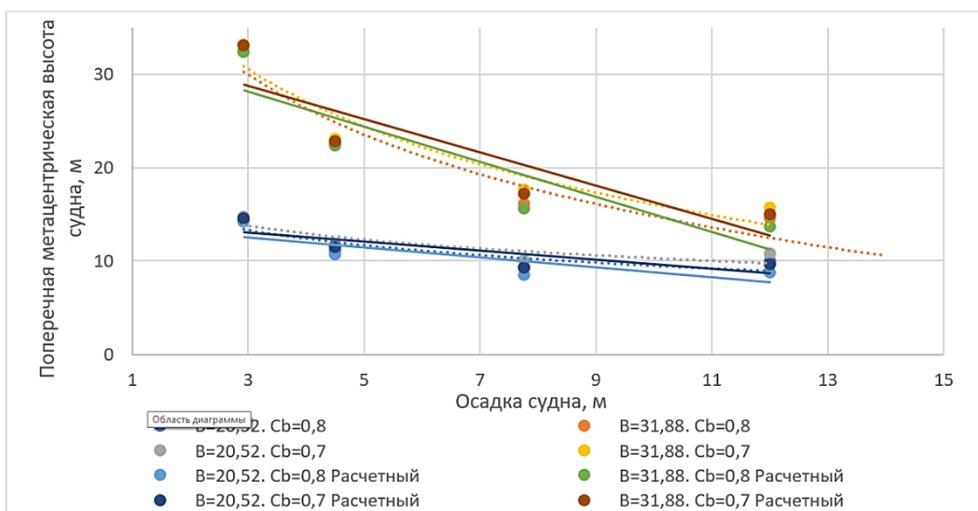


Рис. 15. Соотношение поперечной метацентрической высоты и осадки судна при L=125м.

На основе анализа данных, приведенных на рисунках 12 – 15, можно предложить упрощенную формулу зависимости метацентрической высоты от осадки судна, используя базу данных. Формула имеет вид

$$h = b \cdot h_{БД} - T/h_{БД} \tag{3}$$

Где:

$h$  – поперечная метацентрическая высота;

$h_{БД}$  – поперечная метацентрическая высота из базы данных близких по назначению судов;

$T$  – осадка проектируемого судна;

$b$  – коэффициент корреляции учитывающая закономерность рассматриваемых соотношений, определяемая по формуле (5);

$T/h_{БД}$  – соотношение осадки и поперечной метацентрической высоты из базы данных, определяемое по формуле (4).

$$T/h = \sum_{i=1}^n \bar{T} - b \sum_{i=1}^n h_{\text{БД}} \quad (4)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (h_{\text{БД}} - \bar{h}_{\text{БД}})(T - h_{\text{БД}})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (h_{\text{БД}} - \bar{h}_{\text{БД}})^2 \sum_{i=1}^n (T - \bar{T})^2}} \quad (5)$$

### Оценка весовой нагрузки

Для обеспечения качественной постройки и эксплуатации судна на этапе раннего проектирования обычно выполняется оценка весовой нагрузки. В нашем случае, учитывая уникальность судов обеспечения подводно-технических работ, при проектировании с использованием базы данных близких по назначению судов, предлагается формировать нагрузку масс по статьям, используя схему, (отраженную на рис. 16).

Математическая модель формирования весовой нагрузки отражена в функции (6).

$$M = \sum_{i=1}^m f(m_i) \quad (6)$$

где:

M – полная весовая нагрузка;

$m_i$  – весовая нагрузка  $i$ -ой статьи.

При проектировании судна, используя базу данных близких по назначению судов, для оценки распределения нагрузки масс по статьям можно воспользоваться схемой, приведенной на рисунке 17.



Рис. 16. Структурная схема формирования весовой нагрузки судов обеспечения подводно-технических работ

Рассчитать нагрузку масс для судов разного водоизмещения можно по формуле (7)

$$m_i = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta - \bar{\Delta}_i)(M - \bar{M})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\Delta - \bar{\Delta}_i)^2 \sum_{i=1}^n (M - \bar{M})^2}} \right) * \Delta - \left( \sum_{i=1}^n M - b * \sum_{i=1}^n \Delta_i \right) \quad (7)$$

Где:

$m_i$  – значения нагрузки масс по статьям ( $m_K, m_{C.у.}, m_C, m_{у.э}, m_э, m_B, m_з, m_{з.в.}, m_{ж.г}, m_{снаб.}$ );

$m_K$  – масса корпуса;

$m_{C.у.}$  – масса судовых устройств;

$m_C$  – масса судовых систем;

$m_{у.э}$  – масса энергетической установки;

$m_э$  – масса электрических систем;

$m_B$  – масса вооружения;

$m_з$  – масса запасные части;

$m_{з.в.}$  – масса запаса водоизмещения;

$m_{ж.г}$  – масса постоянных жидких грузов;

$m_{снаб.}$  – масса снабжения и имущество;

$\Delta$  – водоизмещения;

$b$  – коэффициент корреляции (8).

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta - \bar{\Delta}_i)(M - \bar{M})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\Delta - \bar{\Delta}_i)^2 \sum_{i=1}^n (M - \bar{M})^2}} \quad (8)$$

Распределение нагрузки масс по статьям для судов разного водоизмещения приведено на рисунке 17.

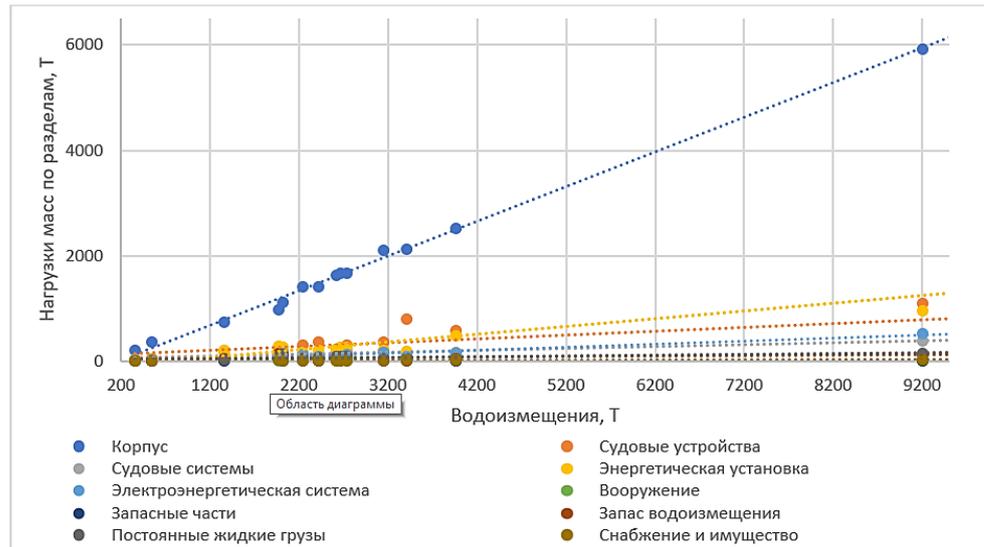


Рис.17. Соотношения нагрузки масс по статьям и водоизмещения специализированных судов [11]

Используя формулу (7), на ранних этапах проектирования можно определить в первом приближении значение нагрузки масс статей водоизмещения по отдельности.

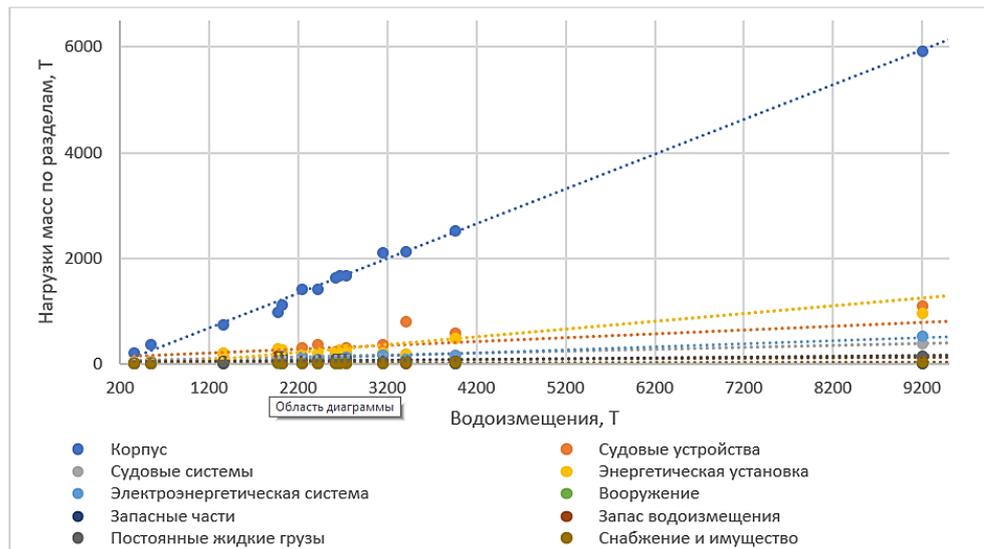


Рис.18. Расчетное соотношения нагрузки масс по статьям водоизмещения специализированных судов [12]

### Выбор главных размерений

Используя базу данных близких по назначению судов, предлагается рассчитывать главные размерения проектируемого судна на ранних этапах проектирования, с использованием алгоритма, отраженного в блок-схеме (см. рис. 19). При расчете главных размерений в алгоритме, используются формулы и математические модели, описанные в работах [10, 11]. Размер площади грузовой палубы связан с габаритами планируемого к применению технологического оборудования, аппаратных средств и комплексов, отражается в формуле (9):

$$S_{Г.п.} = (Bf(S_{В.к.})) + S_{Р.г.п.} \quad (9)$$

Здесь:

$S_{Г.п.}$  – площадь грузовой палубы;

$B$  – ширина судна;

$S_{Т.о.}$  – площадь технологического оборудования;

$S_{Р.г.п.}$  – площадь рабочей части грузовой палубы.

Здесь в качестве вводных данных блок-схемы приведены:

- $L$  – расчетная длина судна, м;
- $L/B$  – соотношение длина/ширина;
- $B/T$  – соотношение ширина/осадка;
- $j$  – плотность морской воды;
- $v$  – заданная скорость судна, уз.;
- $S_{Т.о.}$  – площадь занимаемая технологическим оборудованием, м<sup>2</sup>;
- $S_{В.к.}$  – площадь занимаемая водолазным комплексом, м<sup>2</sup>;
- $S_{ROV/AOV}$  – площадь занимаемая аппаратными средствами, м<sup>2</sup>;
- $S_{MS}$  – площадь, занимаемая обитаемыми подводными аппаратами, м<sup>2</sup>;
- $T_{авт.}$  – задаваемый срок автономности судна, сут.;
- $G$  – грузоподъемность крана, т.;
- $L_{стрелы}$  – вылет стрелы крана, м.

Ниже приведены сокращения, отраженные в блок-схеме со ссылкой на источники расчетных формул:

- Г.П. – грузовая палуба (9);
  - В.К. – водолазный комплекс [10];
  - Р.г.у. – грузоподъемное устройство [10];
  - $B$  – ширина судна [10];
  - $T$  – осадка судна [11];
  - $C_b$  – коэффициент общей полноты [11];
  - А.С. – аппаратные средства [10];
  - ОПА – обитаемый подводный аппарат [10];
  - Т.О. – технологическое оборудование [10];
  - В.Ш. – вертикальная шахта;
  - $M$  – весовая нагрузка [11];
  - $N_{ГЭУ}$  – мощность главной энергетической установки;
  - $B_{м.о.}$  – ширина машинного отделения;
  - $n_i$  – количество устанавливаемых главных дизель-генераторов;
  - $S_{ЭУ}$  – запасы энергетической установки;
  - $N_p$  – мощность главных двигателей, кВт. (2);
  - $m$  – поперечная метацентрическая высота (1);
  - $v$  – расчетная скорость судна [11];
  - $\Delta$  – водоизмещение судна [11].
- Результатом расчетов в блок-схеме, являются значения, приведенные ниже:

- $B$  – ширина судна, м;
- $T$  – осадка судна, м;
- $H$  – высота борта, м;
- $C_b$  – коэффициент общей полноты;
- $\Delta$  – водоизмещение судна, т.;
- $N_{Г.Э.У.}$  – мощность главной энергетической установки, кВт;
- $S_{Г.П.}$  – площадь грузовой палубы,  $m^2$ ;
- $S_{Э.У.}$  – запасы энергетической установки,  $m^3$ ;
- $S_{МР}$  – площадь поперечного сечения вертикальной шахты,  $m^2$ ;
- $S_{авт.}$  – расчетная автономность судна по запасам энергетической установки, сут.;
- $M_i$  – элементы весовой нагрузки;
- $n_i$  – количество устанавливаемых главных дизель-генераторов.

### Критерии эффективности

Для получения оптимальных значений главных размерений проектируемого судна на ранних этапах проектирования, предполагается получить оптимальное значение ширины и осадки судна. Задача оптимизации отражена в графической схеме (см. рис. 20).

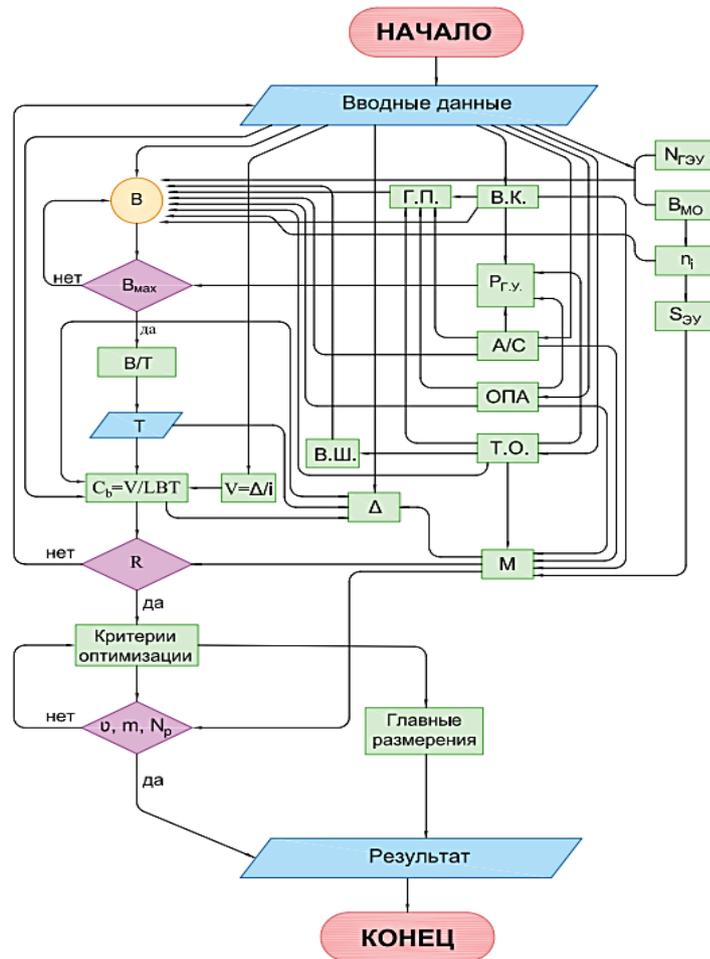


Рис. 19. Блок-схема расчета главных размерений проектируемого судна

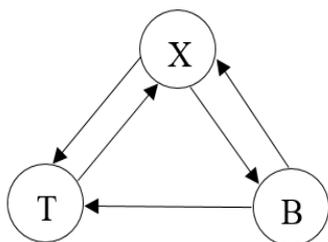


Рис. 20. Графическая модель взаимодействия критерии оптимизации и варьируемых элементов

Здесь:

X – варьируемые элементы (L/B, B/T, G, L<sub>СТРЕЛЫ</sub>);

L/B – соотношение длина/ширина;

B/T – соотношение ширина/осадка;

G – грузоподъемность крана, т.;

L<sub>СТРЕЛЫ</sub> – вылет стрелы крана, м;

S<sub>Г.П.</sub> – площадь грузовой палубы, м<sup>2</sup>;

В.м.о. – ширина машинного отделения, м;

B – T – критерии оптимизации (соответственно ширина и осадка судна).

Ниже в формулах (9) и (10), отражены функции модели оптимизации ширины и осадки судна:

$$B_{(X)} = Cf \left( \sum_{n=1}^n X_B \right) \rightarrow B_{max} \quad (9)$$

$$T_{(X)} = (C + B)f \left( \sum_{n=1}^n X_T \right) \rightarrow T_{max} \quad (10)$$

Здесь:

C – постоянные значения задачи оптимизации (L, j, v, S<sub>Т.О.</sub>, S<sub>В.К.</sub>, S<sub>РОВ/АОВ</sub>, S<sub>МС</sub>, T<sub>АВТ.</sub>);

L – расчетная длина судна, м;

j – плотность морской воды;

v – заданная скорость судна, уз.;

S<sub>Т.О.</sub> – площадь занимаемая технологическим оборудованием, м<sup>2</sup>;

S<sub>В.К.</sub> – площадь занимаемая водолазным комплексом, м<sup>2</sup>;

S<sub>РОВ/АОВ</sub> – площадь занимаемая аппаратными средствами, м<sup>2</sup>;

S<sub>МС</sub> – площадь, занимаемая обитаемыми подводными аппаратами, м<sup>2</sup>;

T<sub>АВТ.</sub> – задаваемый срок автономности судна, сутки;

B, T – критерий оптимизации, ширины и осадки судна соответственно;

X<sub>B</sub>, X<sub>T</sub> – варьируемые элементы, участвующие при оптимизации ширины и осадки судна соответственно;

B<sub>max</sub> – максимальная величина ширины судна;

T<sub>max</sub> – максимальная величина осадки судна.

Используя формулы (9) и (10), ниже в выражении (11) отражена модель оптимизации проектируемого судна по критериям оптимизации ширины и осадки.

$$B \cup T_{(X)} = (C + B_{max})f \left( \sum_{n=1}^n X \right) \rightarrow (B \cup T_{max}) \quad (11)$$

### Результат

Сформирован системно-оптимизированный алгоритм процесса автоматизированного проектирования судов обеспечения подводно-технических работ с использованием базы данных близких по назначению судов. Предложено формирование облика судна при выборе компоновки судна с использованием разработанной формы обводов корпуса с полученными мощностью ГД и поперечной метацентрической высоты. Проведена оценка весовой нагрузки по статьям водоизмещения с выводом модели расчета для раннего этапа проектирования. Разработан алгоритм расчета главных размерений с учетом критериев оптимизации.

### Заключение

В работе смоделирована методика системного формирования компоновки судна, выбора формы обводов корпуса и оценки весовой нагрузки судна для ранних этапов проектирования. Используя базы данных близких по назначению судов, сформирован алгоритм расчета габаритных и конструктивных размеров судов обеспечения подводно-технических работ с учетом выбранных критериев оптимизации.

Опираясь на описанные выше разработки, предполагается на дальнейших этапах исследования совершенствовать принцип выбора главных размерений и оценку мореходных качеств проектируемых судов обеспечения подводно-технических работ на ранних этапах проектирования используя базы данных близких по назначению судов.

### Список используемой литературы

1. Гайкович А.И. Проблемы теории проектирования судов и ее преподавания: / А.И.Гайкович // Труды Крыловского Государственного Научного Центра. – Санкт-Петербург: - 2020. - Специальный выпуск №1. – с.137-141.
2. В. Igrac, R. Pawling, G. Thomas. An interactive layout exploration and optimization method for early stage ship design. «International conference on computer application in shipbuilding 2019»: / 24-26 September 2019, the Netherland.
3. Лебедева М.П. Управляемость и моделирование движения водоизмещающего судна: / М.П. Лебедева, А.О. Лебедев – Москва – Инфа-Инженерия – 2023 – 200с.
4. Справочник по теории корабля: / [т. 1], изд. Судостроение, Ленинград, 1985
5. Stain Ove Erikstad. System Based Design of Offshore Support Vessels. January 2012.
6. Kai Levander. «Innovative Ship Design – Can innovative ships be designed in a methodological way»: / Proceedings/IMSDC 03, Athens 2003.
7. Гайкович А.И. Основы теории проектирования сложных технических систем: / А.И.Гайкович. Санкт-Петербург: МОРКНИГА. 2001. – 432с.
8. Кулеш В.А. Весовая нагрузка судов: / В.А. Кулеш, К.В. Ёлкина – Владивосток - Дальневосточный федеральный университет – 2021 – 42с.
9. Анисимова В.В. Многокритериальная оптимизация в проектировании судов: / В.В.Анисимова, Е.П.Роннов // Конгресс Международного форума «Великие реки», - 2014. с.273 – 276.
10. Печенюк А.В. Оптимизация судовых обводов для снижения сопротивления движению // - Одесса: Компьютерные исследования и моделирования, - 2017. №9 – с.57-65.
11. Абдуллаев О.М. Анализ функций судна обеспечения подводно-технических работ с учетом технологического оборудования и оценка влияния на размеры и технические характеристики судна // - Баку: Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy, - 2023. №1(37), - с.11 – 21.

- Egorov A.G. Risk-based analysis of operational design restrictions and main design characteristics of subsea construction VESSELS / O.M.Abdullayev // Вестник Одесского Национального Университета – Одесса: - 2023. №1(68), - с.7 – 26.

#### References

- Gaykovich A.I. Problems of the theory of design of vessels and its teaching: / A.I. Gaykovich // Works of Krylov state scientific center. Special release 1. St. Petersburg 2020., p.137-141.
- B. Igrec, R. Pawling, G. Thomas. An interactive layout exploration and optimization method for early stage ship design. «International conference on computer application in shipbuilding 2019»: / 24-26 September 2019, the Netherland.
- Lebedeva M.P. Controllability and modeling of the movement of the water-displacing vessel: / M.P. Lebedeva, A.O. Lebedev – Moscow Vologda, - "Infra-inzheneriya" – 2023 – 200p.
- Reference book on the Ship theory volume 1. Sudostroeniye, Leningrad, 1985.
- Stain Ove Erikstad. System Based Design of Offshore Support Vessels. January 2012.
- Kai Levander. «Innovative Ship Design – Can innovative ships be designed in a methodological way», Proceedings/IMSDC 03, Athens 2003.
- Gaykovich A.I. Bases of the theory of design of complex technical systems: / A.I. Gaykovich. St. Petersburg: MORINTEX. 2001. – 432p.
- Kulesh V.A. Weight loading of vessels: / V.A. Kulesh, K.V. Elkina – Vladivostok - Far Eastern Federal University – 2021 – 42p.
- Anisimova V.V. Multicriteria optimization in design of vessels: / V.V. Anisimova, E.P.Ronnov // Congress of the International forum «Great river», - 2014. p.273 – 276.
- Pechenyuk A.V. Optimization of ship contours for decrease in resistance to the movement // - Odessa: Computer researches and modeling, - 2017. #9 – p.57-65.
- Abdullayev O.M. The analysis of functions of the subsea construction vessel taking into account processing equipment and assessment of the impact on the dimension and technical characteristics of the vessel // - Baku: Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy, - 2023. #1(37), - p.11 – 21.
- Egorov A.G. Risk-based analysis of operational design restrictions and main design characteristics of subsea construction VESSELS / O.M.Abdullayev // Herald of the Odessa national maritime university – Odessa: - 2023. #1(68), - p.7 – 26.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTORS

##### **Лебедева Марина Петровна**

к.т.н., старший научный сотрудник  
ГУМРФ им. С.О. Макарова  
198035, Ст. Петербург, Российская  
Федерация,  
ул. Двинская, 5/7, e-mail: imp45@yandex.ru

##### **Marina P. Lebedeva**

c.t.s. senior researcher, Admiral Makarov State  
University of Maritime and Inland Shipping,  
198035, St. Petersburg, Russian Federation,  
Dvinskaya st., 5/7, e-mail:  
imp45@yandex.ru

##### **Абдуллаев Ойрад Мамедрагим оглы**

Директор КАСПМОРНИИПРОЕКТ,  
AZ1003, Азербайджан, Баку,  
ул. Зия Юсифзаде, д.48,  
e-mail: oyrad.abdullayev@asco.az

##### **Oyrad M. Abdullayev**

Director, Caspian Sea Project  
AZ1003, Azerbaijan, Baku,  
Ziya Yusifzade Str. 48, e-mail:  
oyrad.abdullayev@asco.az

Статья поступила в редакцию 07.07.2023; опубликована онлайн 20.09.2023.

Received 07.07.2023; published online 20.09.2023.