

УДК 629.5

**ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В СУДОСТРОЕНИИ****Сомпольцева Анна Александровна,**

старший преподаватель

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова

a.sompoltseva@narfu.ru

**Носаль Ксения Алексеевна,**

магистр

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова

nosalksy259@gmail.com

**Аннотация**

В данной статье рассмотрена параметрическая модель - цифровая модель объекта исследования, в которой выделена определенная группа управляемых взаимосвязанных параметров. С помощью которой, в режиме реального времени, возможно управлять моделью, путем изменения данных параметров, и выбрать оптимальный.

**Ключевые слова:** параметрическая модель, судостроение, моделирование, вводные параметры.

**APPLICATION OF PARAMETRIC MODELS IN SHIPBUILDING****Anna A. Sompoltseva,**

Senior Lecturer

Northern (Arctic) Federal University. M.V. Lomonosov

a.sompoltseva@narfu.ru

**Nosal Ksenia Alekseevna,**

master's degree

Northern (Arctic) Federal University. M.V. Lomonosov

nosalksy259@gmail.com

**ABSTRACT**

This article discusses a parametric model - a digital model of the research object, in which a certain group of controlled interrelated parameters is highlighted. With the help of which, in real time, it is possible to control the model by changing these parameters and select the optimal one.

**Keywords:** parametric model, shipbuilding, modeling, input parameters.

Оптимизация процесса проектирования корпуса судна, двигателей, внутренних конструкций и оснастки является одной из наиболее актуальных проблем современного судостроения. Эту проблему возможно решить, применяя на ранних этапах проектирования современные технологии математического и параметрического моделирования, это также позволит производить оптимизацию объектов морской техники [1].

Параметрическая модель - цифровая модель объекта исследования, в которой выделена определенная группа управляемых взаимосвязанных параметров. С помощью которой, в режиме реального времени, возможно управлять моделью, путем изменения данных параметров, и выбирать оптимальный.

Параметрическое моделирование имеет множество достоинств:

1. Ускорение времени на проектирование изделия. Автоматические обновления модели при внесении изменений в конструкцию.
2. Возможность оптимизации конструкции.
3. Взаимосвязь и пересчет элементов исключают ошибки при внесении изменений.
4. Интеграция с различными расчетными системами (например, проверка прочности, устойчивости, гидродинамический анализ).
5. Возможность проверки и испытания модели.
6. Адаптивность (подходят для проектирования различных судов).

Но помимо достоинств имеются и недостатки:

1. Сложность освоения и создания параметрической модели.
2. Дорогостоящее программное обеспечение, мощное оборудование и обучение.
3. Создание параметрической модели нестандартной конструкции занимает больше времени, чем традиционные методы проектирования.
4. Ограниченность функций ПО.
5. Сложность обновлений. Изменения модели могут потребовать пересмотра всех зависимых компонентов.

Параметрическое моделирование применяется в случаях, где имеются точные технические требования и критерии проектирования. Например, организации применяют его, когда создают семейства изделий, имеющие небольшие изменения базовой модели. В этом случае конструктор с помощью параметров может оперативно менять модель изделия в семействе. Также прямое параметрическое моделирование позволяет с помощью взаимосвязей и математических зависимостей проектировать поверхности [2, 3, 4].

Рассмотрим некоторые примеры применения параметрических моделей в судостроении.

Проектирование днищевой части поверхности корпуса судна в T-FLEX CAD (рис. 1) [5].

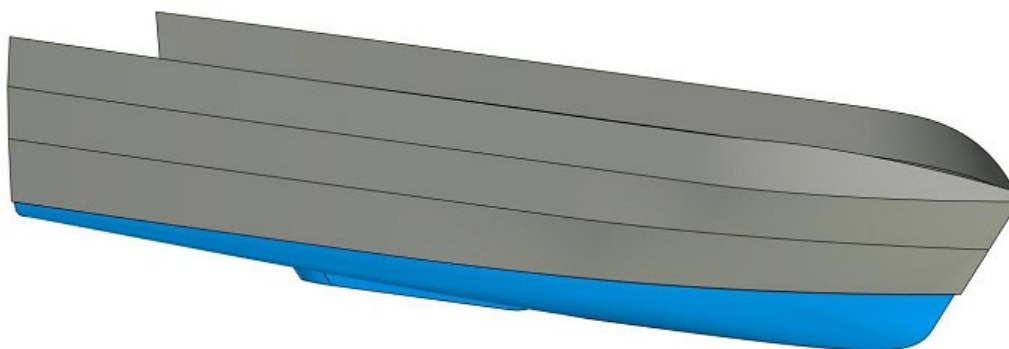


Рисунок 1. 3D-модель корпуса судна

В этой параметрической модели в качестве управляемых параметров были выбраны: коэффициент общей полноты  $\delta$ , отношение длины к ширине  $L/B$ , значение водоизмещения  $D$ , плотности воды  $\rho$ . Отношение ширины к осадке  $B/T$  может быть рассчитано с помощью коэффициента общей полноты или задано конструктором. Основные размерения судна рассчитываются исходя из уравнения  $D = \rho \cdot \delta \cdot L \cdot B \cdot T$  по заданным данным, но при этом конструктор может управлять заложенными уравнениями либо задать величины размерений вручную на случай, если их расчёт не требуется (рис. 2).

Исходные параметры				
180	D - водоизмещение, т	способ задания отношения В/Т		
1	плотность воды, т/м <sup>3</sup>	расчёт (1,7/КОП)		
0.43	коэф. общей полноты	3.8	отношение В/Т вручную	
5.5	отношение L/B	3.95	отношение В/Т расчёт	
Основные размерения				
	расчёт	ограничения	вручную	принятые в мм
L	36.85	45	0	36850
B	6.7	9	0	6700
T	1.7	2	0	1700
Уточнённые относительные характеристики				
0.429	коэф. общей полноты	5.5	-L/B	3.941 -B/T
Коэффициенты полноты		Расчёт площадей		
0.58	коэф. продольной полноты	185.171 КВЛ, м <sup>2</sup>		
0.75	коэф. полноты ватерлинии	8.429 мидель, м <sup>2</sup>		
0.74	коэф. полноты миделя			

Рисунок 2. Блок основных размерений диалога переменных

Оптимизация гребного винта в Flypoint Parametrica на платформе LS-TECH Framework.

В качестве вводных параметров были выбраны: хорда, толщина, кривизна, шаг, позиция максимальной кривизны, позиция максимальной толщины, профиль лопасти, саблевидность и откидка. (рис. 3).

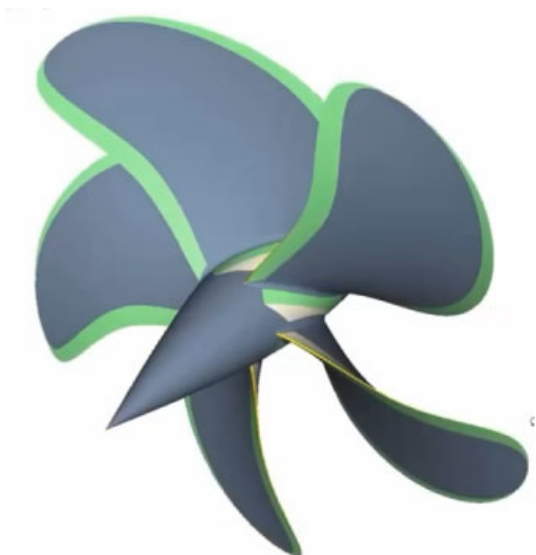


Рисунок 3. 3D-модель гребного винта

Проблема параметризации сложной криволинейной поверхности лопастей гребного винта и ее эффективная оптимизация – одна из актуальных и непростых задач судостроения, и она решена благодаря разработанной программе.

Помимо прямого моделирования, примеры которого рассмотрены ранее, существует еще параметрическое моделирование с помощью библиотеки готовых типовых деталей и сборок. Такие библиотеки могут включать в себя различные модели – как детали, так и сборки. Параметрическое моделирование с его возможностями и использование встроенной табличной базы данных (библиотека) позволяют создавать большое количество вариантов конфигураций в одной модели. Использование таких библиотек стандартных элементов позволяет сокращать время на моделирование. Данный способ параметрического моделирования уже был применён в создании моделей ступеней, лесов, металлоконструкций. Рассмотрим некоторые из них.

Моделирование строительных лесов на основе 3D-модели корпуса в Autodesk Inventor (рис. 4).

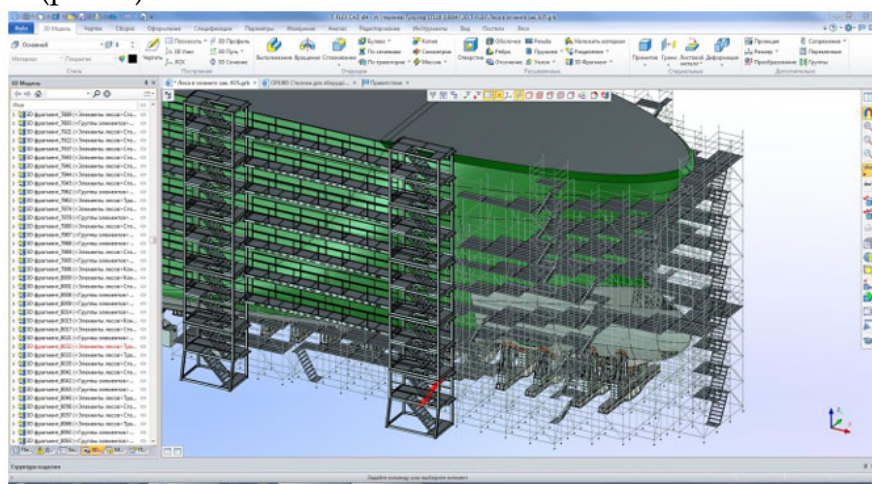


Рисунок 4. 3D-модель строительных лесов

Была создана библиотека моделей элементов различных строительных лесов, применяемых на предприятии. Большая часть библиотеки стандартных элементов – это стойки, горизонтальные связи, раскосы, настилы, трапы и т.д. – модели элементов сборно-разборных стержневых лесов. На основе 3D-модели корпуса конструкция «обстраивается» системой лесов, в соответствии со всеми требованиями производства.

Проектирование стоечных и лекальных сборочных постелей на основе 3D-модели секции в T-FLEX CAD.

По имеющейся 3D-модели секции создаются подходящие сборочные постели. В качестве вводных параметров используются: параметры стальной балки, конструктивный тип, высота положения и наличие бруса (рис. 5).

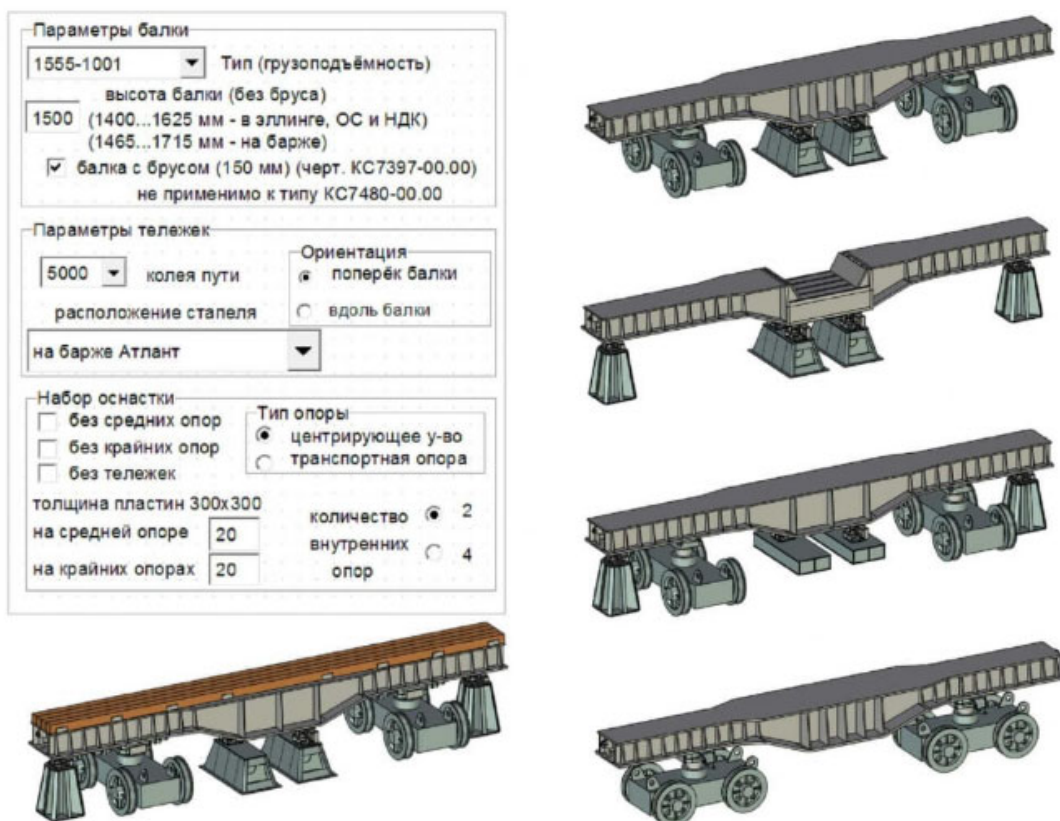


Рисунок 5. Диалог параметров и варианты конфигурации 3D-моделей стальной балки

Параметрическое моделирование на данный момент уже широко используется в судостроении и демонстрируют значительные преимущества. Его применение увеличивает автоматизацию на этапе разработки конструкторско-технологической документации, за счет чего сокращаются трудоемкость и сроки на ее выпуск. В будущем технологии параметрического моделирования будут развиваться, интегрируясь с искусственным интеллектом и автоматизированными системами, что откроет новые горизонты в судостроении.

#### Список литературы:

1. Васильева А.Б., Ушаков К.М. 3D-моделирование задач судостроения // ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2021. 36с.
2. Норенков И.П. Автоматизированное проектирование // М.: Высш. Школа. 2020. 188 с.
3. Новая российская технология инженерной 3D-оптимизации в судостроении [Электронный ресурс] // URL: [https://dzen.ru/a/Zkrpj\\_3bwX6gpmia](https://dzen.ru/a/Zkrpj_3bwX6gpmia) (дата обращения: 19.11.2024)
4. Роль 3D-модели в судостроении [Электронный ресурс] // URL: [https://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=22981](https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=22981) (дата обращения: 17.11.2024)
5. Использование параметрических возможностей T-FLEX CAD в судостроении [Электронный ресурс] // URL: <https://3dtoday.ru/blogs/topsystems/ispolzovanie->

parametriceskikh-vozmozhnostey-t-flex-cad-v-sudostroenii-na-opyte-vsz  
(дата обращения: 20.11.2024)

**References:**

1. Vasilyeva A.B., Ushakov K.M. 3D modeling of shipbuilding problems // GUMRF im. adm. S.O. Makarova, 2021. 36 p.
2. Norenkov I.P. Automated design // M.: Higher. School. 2020. 188 p.
3. New Russian technology of engineering 3D optimization in shipbuilding [Electronic resource] // URL: [https://dzen.ru/a/Zkrpj\\_3bwX6gpmia](https://dzen.ru/a/Zkrpj_3bwX6gpmia) (access date: 11/19/2024)
4. The role of the 3D model in shipbuilding [Electronic resource] // URL: [https://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=22981](https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=22981) (access date: 11/17/2024)
5. Using the parametric capabilities of T FLEX CAD in shipbuilding [Electronic resource] // URL: <https://3dtoday.ru/blogs/topsystems/ispolzovanie-parametriceskikh-vozmozhnostey-t-flex-cad-v-sudostroenii-na-opyte-vsz> (access date: 11/20/2024).