

УДК: 629.5.01

SHIPSDESIGNINGFEATURESINCADFORANFDESIGN**ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУДОВ В САПР FORAN FDESIGN**

O.V. Pankova, PhD, senior lecturer, V.O. Smik, student, D.A. Tatarinov, student.

О.В. Панкова, к.т.н., старший преподаватель, В.О. Смык, студент, Д.А. Татарин, студент.

*National Shipbuilding University, Ukraine
Національний Університет Кораблестроєння, Україна*

ABSTRACT

In this article possibilities, interface and basic work receptions in FORAN, are described, related to the construction of surfaces, on the surfaces construction example in the module Fdesign, menu GRA. FORAN is the powerful single system, wrap-around all stages of designing and technological preparation, allowing rationally, in full and solely to conduct works on a project. FORAN is the flexible, module system, applicable to the ships of any type and by the shipbuilding factories of any size.

Keywords: planning, CAD FORAN FDESIGN, interface, ship surface, ship model.

Постановка проблемы. Автоматическая система проектирования *FORAN* обладает широкими возможностями и предназначена для строительства судов. Система может быть использована как на этапе концептуального проекта, так и на последующих стадиях строительства и сдачи объекта [1].

FORAN делится на следующие основные разделы: общее проектирование, проектирование и производство конструкции, проектирование и производство систем, чертежные работы, электротехника.

FORAN является гибкой, модульной системой, применимой к судам любого типа и судостроительными заводами любого размера. Модульный характер системы позволяет осуществлять ее внедрение поэтапно. Во всех своих применениях *FORAN* использует ту же модель конечного продукта и единый, удобный для пользователя интерфейс. *FORAN* является самой интегральной из всех ныне существующих систем.

Связь работы с научными программами, планами и темами

В статье приводятся результаты исследования, выполненного в рамках общего плана научных исследований Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова и госбюджетной НИР № 1819 "Разработка методики определения параметрической надежности судна на начальных этапах его проектирования".

Анализ последних исследований и публикаций

При проектировании различных типов судов используются разнообразные системы автоматизированного проектирования. Широкое распространение в судостроительной отрасли получил программный продукт *FORAN*, который успешно внедряется в учебный процесс Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова. Дисциплины, в которых используется *FORAN*: "Проектирование специализированных судов" и "Проектирование общего расположения судна".

Цель статьи – изучение возможностей, интерфейса и основных приемов работы в *FORAN*, связанных с построением поверхностей, на примере построения поверхностей в модуле *FDesign*, меню *GRA*.

Изложение материала исследования и анализ полученных результатов

FORAN – специализированная судостроительная система автоматизированного проектирования, разработанная фирмой *SENER* для проектирования и строительства коммерческих и военно-морских судов. *FORAN* обеспечивает полный цикл проектирования для производства и включает в себя необходимые инженерные расчеты по корабельной архитектуре *CAD/CAM* [2].

При помощи современных *3D* инструментов моделирования выполняется полное создание модели судна. Модель включает не только графическое представление каждого компонента, но и в зависимости от вида детальную информацию об изделии. Компоненты модели могут быть взаимосвязаны с другими компонентами. Изменение одного из связанных компонентов приведет к изменению другого компонента в зависимости от свойств связи. Это позволяет более эффективно модифицировать и дорабатывать существующую модель изделия. Также легко осуществляется проверка на пересечение объектов модели.

Интегрированная система *FORAN* обладает: общей и единой базой данных; одним и тем же языком и одними и теми же процедурами доступа для всех модулей; интенсивным применением топологического подхода в описании модели судна; отсутствием избыточности данных.

Особенности *FORAN* – гибкость (максимум приспособляемости к нуждам пользователя, предлагая предприятиям любой величины и организационной структуры настраиваемое решение для проектирования и производства любых типов судов); оптимально для моделирования и выпуска чертежей и документации; простота использования; надежность; эффективность; коллективная работа; открытость (лёгкий обмен данными с техническими и информационными системами благодаря открытой структуре базы данных, архитектуре системы, использованию открытых стандартов и удобному интерфейсу); новаторство.

Система имеет модульную структуру, разделенную по специализациям [1, 2]:

– *Hullformdefinition* – возможность определения любой формы корпуса судна, включая асимметричные суда и многокорпусные суда. Для создания поверхности используются методы построения поверхностей на основе *NURBS*-

геометрии. Создание формы может производиться с нуля или на основе предварительного определения.

– *Navalarchitecture*– позволяет производить полные вычисления гидростатических значений, кривых Бонжана, шкалу водоизмещений, кривые остойчивости, свободный борт, допустимых длин отсеков, площади поперечного сечения и схемы трюмов. Гидростатические вычисления могут быть произведены для различных осадок, углов крена и значения плотности воды. Специальный модуль системы позволяет оценить мореходные качества судна.

– *Hullstructure*– быстрое, полное и точное определить 3D-модель корпусных конструкций судна, включая листы наружной обшивки, палуб и переборок, листовые и профильные детали внутренних конструкций корпуса. Вся информация о нормах, стандартах, параметрах конфигурации и других обязательных требований верфи централизована в базе данных.

– *Outfitting*– проектирование оборудования, начиная с определения общей спецификации оборудования и элементов насыщения, норм трубопроводов, табличных свойств и ведомости материалов для каждой судовой системы.

– *ElectricalDesign*– охватывает электрические аспекты при проектировании судна и производстве, позволяя пользователю объединять модели электрического оборудования с моделью судна (корпус, оборудование).

– *Accommodation*– проектирование размещения помещений со всеми необходимыми компонентами (типы кают, стены, потолки, двери, окна, мебель и т. д.), полностью основываясь на модели судна. Инженер может работать в системе, используя 2D-черчение или 3D-моделирование. Оба эти способа взаимосвязаны. Результаты работы могут быть получены в виде чертежей и спецификаций.

– *BuildStrategy*– различные инструменты для определения стратегии изготовления изделия. Используя 3D-модель судна, система позволяет определить этапы сборки, начиная с отдельных узлов, подсекций, и заканчивая последовательностью сборки судна на стапеле.

– *Drafting*– включает в себя полноценные инструменты для графического оформления чертежей.

– *ProductionLinks*– получение необходимых данных для изготовления деталей производством.

– *ManagementLinks*– обеспечение информацией нетехнических отделов верфи, которая необходима для планирования производства, закупки материалов и учета их использования.

– *OtherInterfaces*– интерфейсы передачи данных к другим системам в вычислительной инфраструктуре верфи и другим системам проектирования. Некоторые форматы данных, поддерживаемых *FORAN: 2D DXF, 3D DXF, IGES, STEP, VRML*.

– *ExtensionsandUtilities*– встроенный скриптовый язык программирования. Для управления базой данных в системе предусмотрены соответствующие инструменты, обеспечивающие контроль, поддержание и восстановление базы данных.

Система поддерживается в операционных системах *UNIX (Linux)*, *Open-VMS* и *WindowsNT*.

Модуль *Fdesign* основан на мощном параметрическом 3D-твёрдотельном моделере, который позволяет создавать твердые тела и поверхности, используя дружелюбный интерфейс.

Основные особенности *Fdesign*: "умные объекты" (*smartobjects*) для формализации и распространения лучших методик проектирования; моделирование деталей из листового металла; управление большими сборками; анализ интерференции и определение коллизий; совместимость твёрдотельного и поверхностного моделирования; анимация и рендеринг.

Fdesign работает с документами, типичными для *Non-Manifold* топологии, таким, как незавершенные объекты, объекты с внутренней поверхностью, разделяющей разные материалы и объекты с многомерной геометрией (твёрдые тела, поверхности, кривые). Пользователь может создать деталь с взаимосвязанными размерами, каждый из которых может быть изменён в любое время и изменить размеры детали, выбрав какой-то размер и изменив его.

Fdesign может быть использован как дополнительный инструмент в сочетании с *Fsurf* для импорта и модификации поверхностей из других форматов. Пользователь может импортировать, создавать и управлять сложными поверхностями в *Fdesign* и экспортировать их затем в *Fsurf*.

Перейдем к рассмотрению построения простых моделей корпусов. А именно построение корпуса остроскулого катера.

Исходными данными являются пространственные линии киля, скулы, линия борта. Так как мы рассматриваем именно построение поверхностей, то опустим получение исходных линий. Данные линии мы импортируем с уже заранее заготовленного *iges*-файла.

Таблица 1. Таблица плазовых ординат, мм

Номер шпангоута	Высота от ОЛ				Полуширота		Шпация
	Киль	Скула	Борт	Палуба в ДП	Борт	Скула	
0	640	–	640	640	0	–	
1	50	274	620	662	586	352	900
2	0	172	594	662	740	595	800
3	0	130	580	–	750	682	700
4	0	96	561	–	745	700	500
5	0	74	552	–	735	700	600
6	0	60	545	–	725	700	300

Для построения взяты следующие исходные данные: теоретический чертеж моторной лодки с плоско-килеватыми обводами (рис. 1), таблица плазовых ординат. Данные представлены в таблице 1.

В среде *Rhinoceros* получены линии киля, скулы и борта, далее импортированы в *FORAN*.

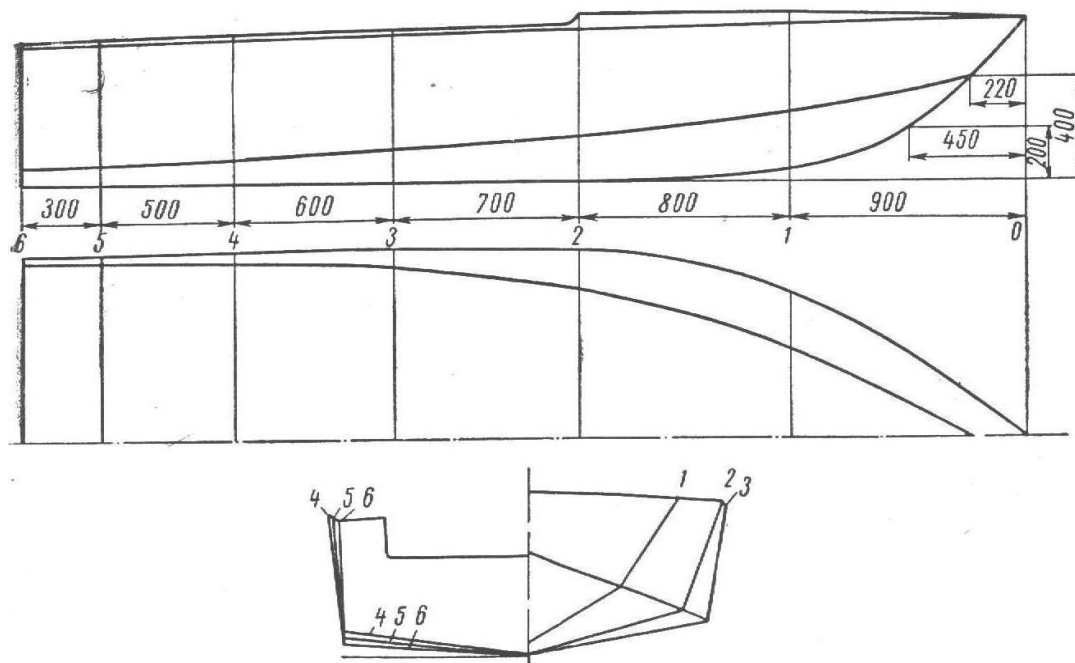


Рис. 1. Теоретический чертеж моторной лодки с плоско-килеватыми обводами

Используется команда *Insert* => *Surface* => *Lofted* => *Ruled*. Указывается линия борта и скула (рис. 2).

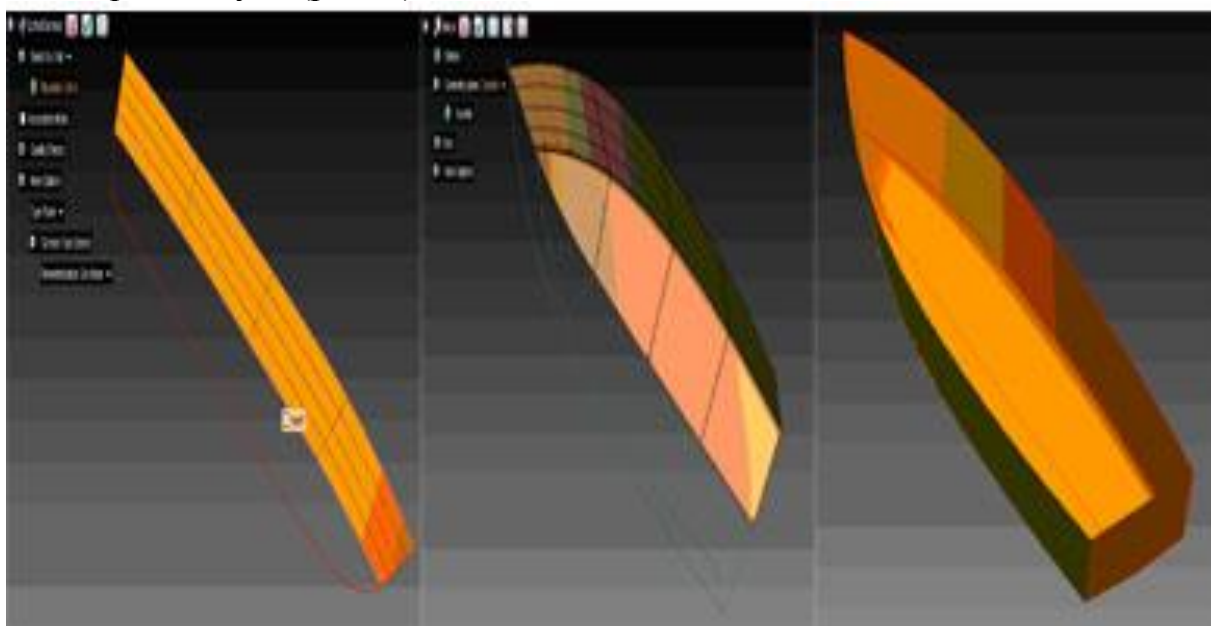


Рис. 2. Этапы построения поверхности моторной лодки в FORAN

Аналогичное действие производится и для днища, указывается скула и килевая линия. Далее соединяются две полученные плоскости командой *Insert* => *Surface* => *Join* (рис. 2). Для получения полного корпуса используется команда *Edit* => *Mirror*. Выделяются поверхности, которые необходимо отразить, в *Symmetryplane* указываются 3 *points* и выбираются три точки на килевой линии, также отмечается *Copy*, иначе просто отражается поверхность и не получается полный корпус.

Для соединения целого корпуса используется команда *Insert* => *Surface* => *Join*. С помощью команды *Insert* => *Surface* => *Plane*, дорисовывается линия

соединяющая борт с диаметральной плоскостью (ДП), строится половина транца, далее отражается и соединяется с помощью *Mirror* и *Join*. Получается готовая поверхность модели (рис. 2).

Построение корпуса яхты по теоретическому чертежу (рис. 3). В данном случае исходные данные – графический файл, содержащий теоретический чертеж [3]. В среде *Rhinoceros* восстановлены килевая линия, линия борта, наклонный транец, а также несколько характерных шпангоутов.

Для построения подобного типа корпуса лучше всего подходит команда *Insert=>Surface=>Lofted=>Grid*(рис. 4).

Указываются линии одного направления (*BoundarySetA*) – здесь следует обратить внимание на то, что линия борта целая, а килевая линия разбита на два участка. Поэтому носовой участок килевой линии выделяется, чтобы линии одного направления не замыкали поверхность в острый угол, вторая часть линии указывается вместе со шпангоутами.

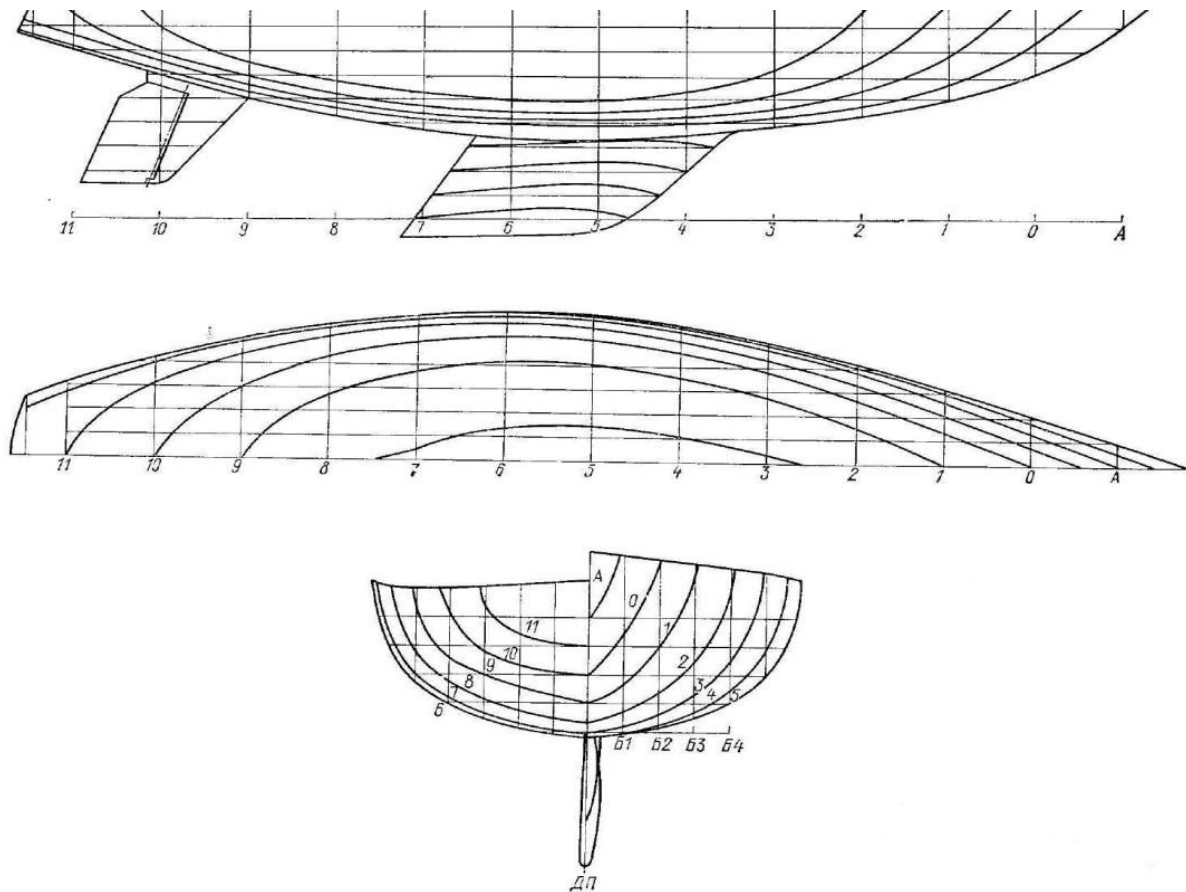


Рис. 3. Теоретический чертеж яхты "Таврия"

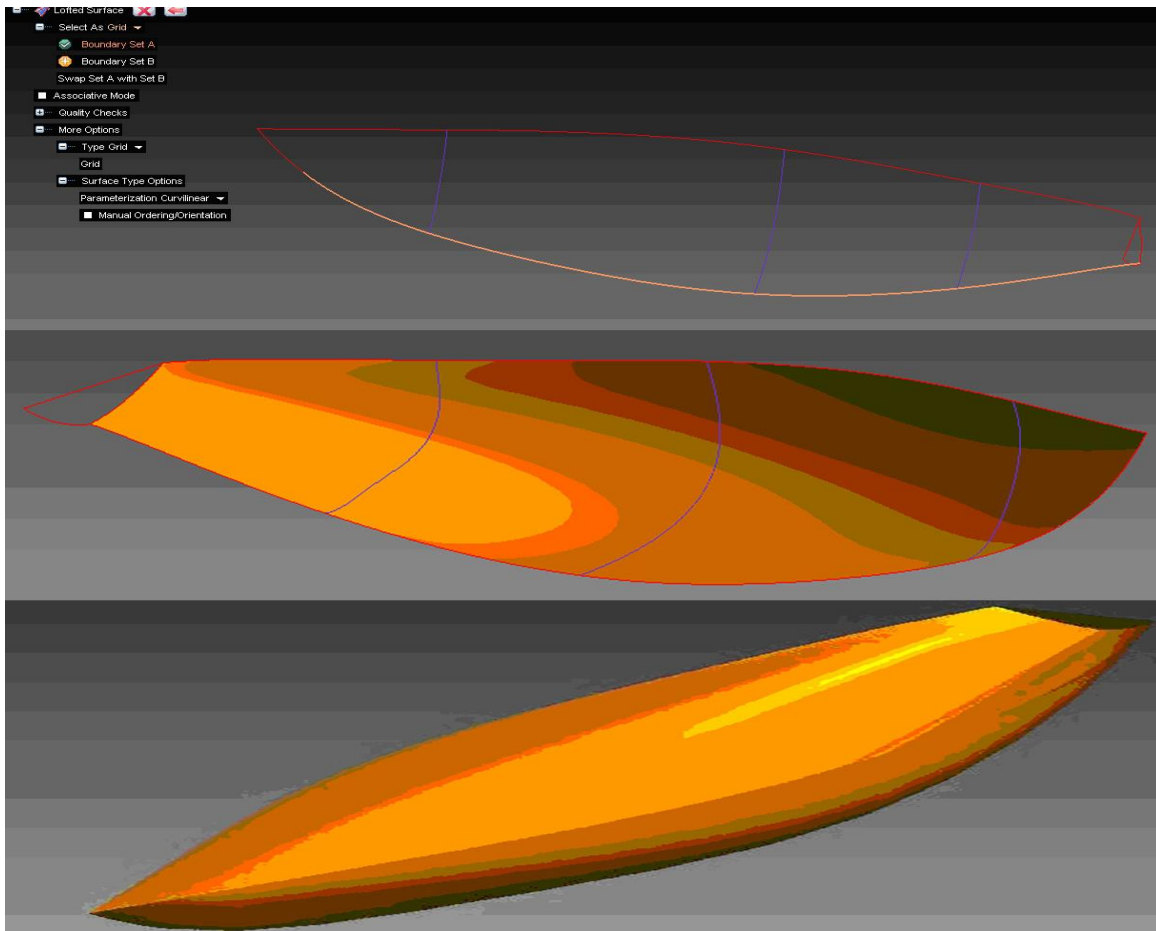


Рис. 4. Этапы построения корпуса яхты по теоретическому чертежу в FORAN

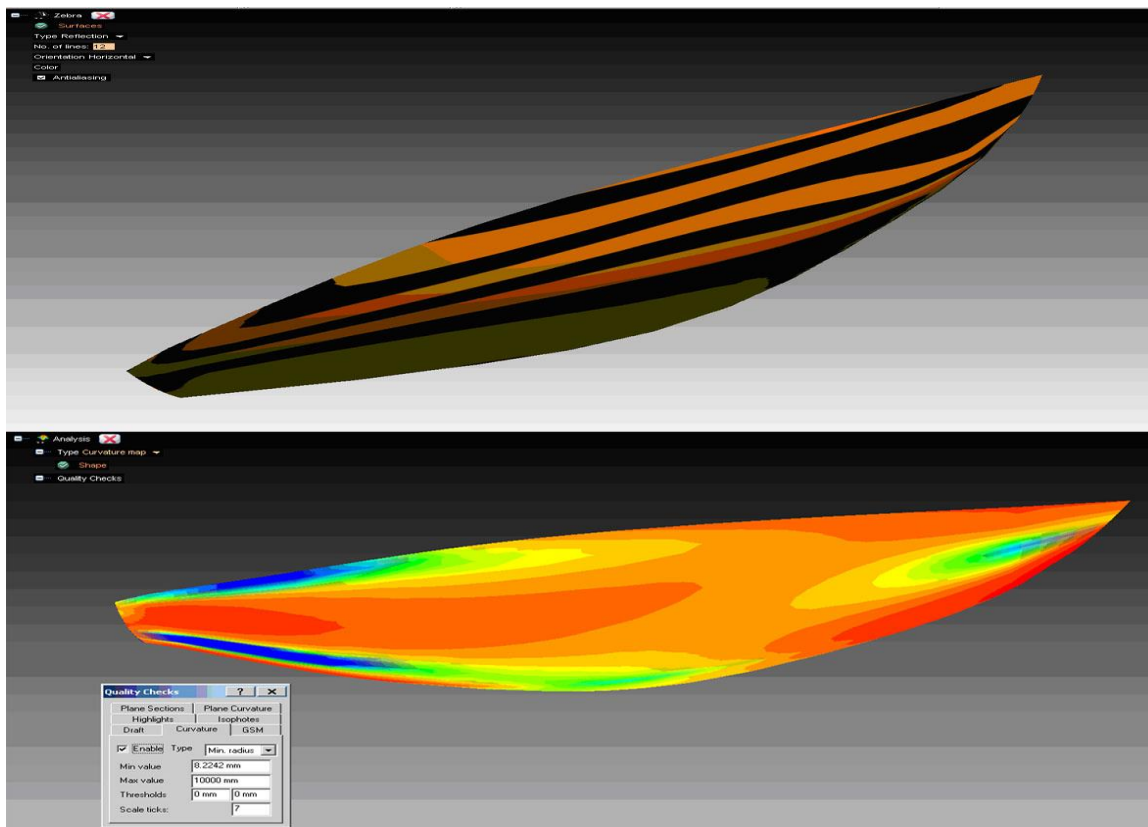


Рис. 5. Проверка качества построения поверхности в FORAN

Далее указываются все шпангоуты, начиная с отрезанной части килевой линии (*BoundarySetB*). Получается поверхность. Затем поверхность отражается с помощью команды *Edit =>Mirror*, и соединяются две поверхности *Insert =>Surface =>Join*. Транец добавляется с помощью команды *Insert =>Surface=>Plane*. Получается готовую поверхность (рис. 4). Качество построенной поверхности проверяется в меню *Tools =>Info*. Для примера выбрана *Zebra* (количество линий зебры задается), а также выполнена проверка кривизны по минимальному радиусу (рис. 5).

Выводы и перспектива дальнейшей работы по данному направлению

Система *FORAN* – интегрированная система, непрерывно развиваемая фирмой *SENER*, начиная с 1965 года. Сегодня, *FORAN* – мощная единая система, охватывающая все стадии проектирования и технологической подготовки, позволяющая рационально, полно и едино вести работы по проекту. Применяется для проектирования всех типов судов. Рассмотрение модуля *Fdesign* программного продукта *FORAN* оставило положительные впечатления. Реализовано много интересных идей и возможность глубокой настройки модуля в целом, а также серьезные способы анализа построенных поверхностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брошюры *FORAN* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.foransystem.com/>
2. Брошюры *FORAN* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://shipcad.newmail.ru/cae/foran1.htm/>
3. Бронников, А. В. Особенности проектирования морских транспортных судов. [Текст] / А. В. Бронников. – Л. : Судостроение, 1971. – 328 с.