

[3] Кочнев Ю.А. Математическая модель расчёта массы танкера смешанного (река–море) плавания. Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Морская техника и технология. – 2010. – №1. – С. 7–12.

**Ю.А. Кочнев**  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

## **РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ AUTOCAD ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Рассмотрено расширение возможностей AutoCAD на начальных этапах проектирования судна с применением среды Auto Lisp и Visual Lisp. Приведён пример разработанных приложений.

Возможности графического пакета AutoCad постоянно расширяются. В настоящее время можно говорить о том, что это не просто продукт для 2D или 3D черчения, а современный САПР, позволяющий решать задачи проектирования. При этом речь идёт именно о «пустом» AutoCad, а не о специализированных продуктах Autodesk, возможности которых в этом направлении куда более обширные (Inventor, Mechanical Desktop).

Поскольку AutoCad является САПРом «низшего» уровня, он работает с общими объектами и примитивами (прямая, луч, отрезок и т.д.), не относящимися к конкретным реальным конструкциям судна. Специализированный САПР оперирует проектируемыми элементами (полособульб, обшивка, корпус и т.д.). При этом AutoCad имеет аппарат, позволяющий адаптировать его к решению необходимых задач.

Одним из примеров такой адаптации является приложение на основе AutoCad – ShipConstruction для проектирования конструкции корпуса судна [1]. Конечно можно говорить, что имеются более специализированные программные продукты для выполнения подобных работ, но у них имеется основной недостаток – высокая стоимость и как правило необходимо наличие того же AutoCada или КОМПАСа для окончательного оформления чертежей.

К тому же работе не посредственно с конструкцией судна, трубопроводами и прочим оборудованием предшествует разработка теоретического чертежа, определение элементов начальной остойчивости и плавучести, проверка остойчивости и непотопляемости, разработка чертежа общего вида и расположения судна. Все эти виды расчётов и создания чертежей можно осуществлять автоматизировано в AutoCad.

Можно выделить следующие преимущества такого использования:

1. Возможность визуального контроля плавности обводов корпуса;
2. Более точная аппроксимация обводов корпуса при расчёте остойчивости непотопляемости и элементов теоретического чертежа. Задание формы шпангоутов и ватерлиний осуществляется с помощью сплайнов, которые исключают потери или завышения объёмов, из-за линейной интерполяции между точками.
3. Представление результатов расчётов как в табличном, так и в графическом виде (построение кривых элементов теоретического чертежа и диаграмм статической и динамической остойчивости), что снижает трудовые и временные затраты времени;
4. Отсутствие дополнительных узкоспециализированных программ;
5. Владение AutoCad большого числа пользователей.

Одним из способов реализации всех этих возможностей является применение языка Autolisp и написание на нём приложений, позволяющих решать интересующие задачи [2].

Первым примером решения такой задачи на кафедре ПиТПс может служить приложение Cader, для выполнения теоретического чертежа. Оно существенно упрощает процесс согласования проекций и позволяет контролировать плавность обводов и некоторые характеристики формы корпуса.

С помощью встроенных функций AutoCad можно определять площади образованные сегментов кривой и замкнутой фигуры, длины сегментов, центры тяжести твердотельных объектов и областей, что позволяет использовать для расчёта величин, характеризующих форму корпуса судна.

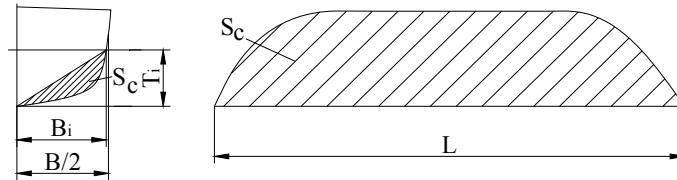


Рис. 1. Определение площади шпангоута и ватерлинии

Таким образом, площадь шпангоута по произвольную ватерлинию можно представить по выражению:

$$S_i = B_i T_i + 2S_c, \quad (1)$$

где  $B_i$ ,  $T_i$  – ширина и осадка судна по принятой ватерлинии;  
 $S_c$  – площадь сегмента кривой, определённая функциями AutoCad.

Площадь ватерлинии и различных строевых можно представить только площадью сегментов. При этом наличие теоретического чертежа в графическом виде позволяет отслеживать не только форму шпангоутов, но и диаметрального батокса, что делает возможным расчёт водоизмещения и центра тяжести при любой посадке судна: рассчитав площади шпангоутов по действующую осадку, построив строевую, определив её площадь и абсциссу центра тяжести.

Для оценки точности проведено сопоставление площади шпангоута с площадью рассчитанной методом трапеций при пяти ватерлиниях и предложенным методом. Погрешность расчёта не превышает 0,5%, что при описании криволинейным сплайном позволяет ещё более точно проследить плавность обводов корпуса.

Основной проблемой при автоматизации в AutoCad подобных расчётов становится указание приложению необходимых линий объектов. С этой целью автором была предложена цветовая схема кодировки объектов, что позволило автоматизировать процесс ввода исходных данных и ускорить расчёты.

На рис. 2, 3 приведён пример теоретического чертежа и построенные по нему элементы плавучести и начальной остойчивости.

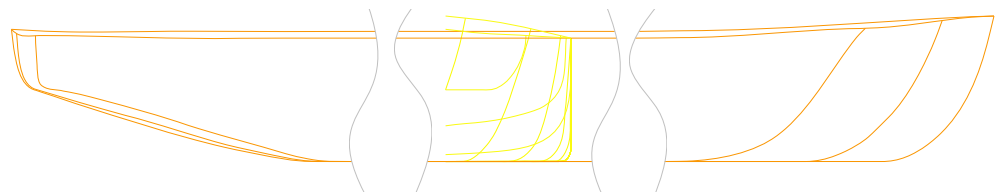


Рис. 2. Вид теоретического чертежа для выполнения расчётов

Ещё одной реализацией применения AutoLisp может стать автоматизированное проектирование общего вида судна. Но в этом случае необходимо различать две задачи: оптимизация размещения помещений в корпусе и надстройке и интерактивное

диалоговое «ручное» размещение помещений и оборудования в требуемых габаритах судна, с расчётом коэффициентов характеризующих эффективность этого размещения. На наш взгляд это более эффективный метод, не исключая человеческого фактора, при решении задачи.

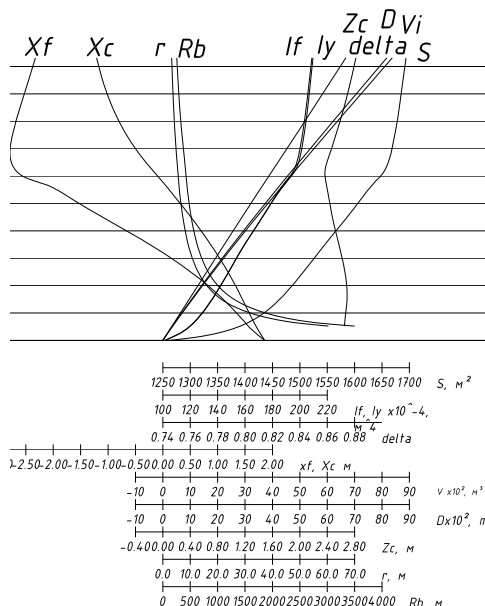


Рис. 3. Элементы плавучести и начальной остойчивости

Общую концепцию задачи можно представить в виде блок-схемы:

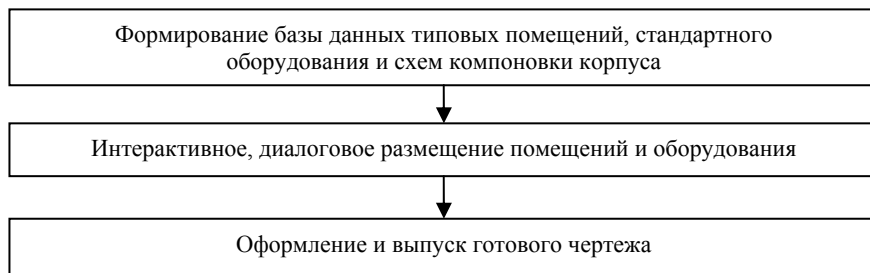


Рис. 4. Блок-схема проектирования общего вида судна

Решив рассмотренные вопросы можно существенно сократить сроки выполнения проекта, снизить его себестоимость, при этом существенно повысить качество.

И в итоге ещё раз хочется подчеркнуть, что AutoCad давно не «плоская чертилка» и «электронный кульман», а современный и мощный САПР, который при его незначительной адаптации может стать серьёзным узкоспециализированным инструментом, позволяющим решать многие вопросы проектирования судов на начальном этапе проектирования.

#### Список литературы:

- [1] Плоткин Э., Рябоконт А., Платоннов Ю. Решение для судостроения на платформе Autodesk (ShipModel и ShipConstruction).// Рациональное управление предприятием №3 2010. – С. 66–71.
- [2] Полицук Н.Н., Лоскутов П.В., AutoLisp и VisualLisp в среде AutoCad. – СПб. БХВ Петербург, 2006. – 906 с.