

УДК 629.122/123

ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛА САПР ДЛЯ ЗАДАЧ СУДОРЕМОНТА**Зяблов Олег Константинович¹**, к.т.н., доцент, доцент кафедры ПиТПС*e-mail:* zyablov_ok@mail.ru**Кочнев Юрий Александрович¹**, д.т.н., доцент, профессор кафедры ПиТПС*e-mail:* tmnnkoch@mail.ru¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются аспекты расширения возможностей отечественных CAD/CAM/CAE-систем в контексте автоматизированного проектирования технологических процессов судоремонта. Предложены практические решения на основе прикладного программирования, программного интерфейса приложений и связей между документами при организационно-технической подготовке ремонта.

Ключевые слова: судоремонт, САПР, параметризация дефектов, информационная модель судна.

DIVERSIFICATION OF CAD FUNCTIONALITY FOR SHIP REPAIR TASKS**Oleg K. Zyablov¹**, Candidate of Technical Sciences and Digitalization, Associate Professor, Associate Professor of the Department of PiTPS*e-mail:* zyablov_ok@mail.ru**Yury A. Kochnev¹**, Doctor of Technical Sciences and Digitalization, Associate Professor, Professor of the Department of PiTPS*e-mail:* tmnnkoch@mail.ru¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article discusses aspects of expanding the capabilities of domestic CAD/CAM/CAE systems in the context of computer-aided design of ship repair technological processes. Practical solutions are proposed based on application programming, application software interface and connections between documents in organizational and technical preparation for repairs.

Keywords: ship repair, CAD, parameterization of defects, information model of the vessel.

Отечественные судоремонтные предприятия, за редкими исключениями, функционируют на материальной базе и алгоритмах, доставшихся им от советской плановой экономики, реализуемых на бумажных носителях, с большой долей ручного

труда, с незначительной автоматизацией в графических и табличных пакетах (например, Компас, Excel) в виде «электронного кульмана» и печатной машинки.

Повышение конкурентоспособности современного судоремонта напрямую связано с сокращением длительности производственно-технологического цикла – от этапа подготовки производства до сдачи объекта заказчику. Наиболее трудоёмкой стадией является технологическая подготовка производства, оптимизация которой возможна за счёт внедрения информационной поддержки проектирования технологических процессов, формирования и сопровождения ремонтной документации, т.е. за счёт применения САПР [1]. Для внедрения в процесс судоремонта базовых принципов концепции «Судостроение 4.0» [2], необходимы автоматизация дефектации, формирование единой информационной модели судна, разработка организационно-технической документации на их основе и цифровизация их потоков информации. Многие из перечисленного медленно, но все-таки внедряется непосредственно в судостроение для новых объектов морской и речной техники, но практически не реализуется в судоремонте.

На мировом рынке САПР и САПР-ТП представлен ряд решений, заслуживающих внимания с точки зрения производственных задач [3]. Однако, в силу сложившейся политико-экономической ситуации, большинство российских судоремонтных предприятий не может использовать иностранные специализированные системы.

На отечественном рынке преобладает российское общемашиностроительное программное обеспечение (ПО), которое может быть адаптировано к решению судостроительно-судоремонтных задач: «СПРУТ-ТП», «T-FLEX Технология», «ТехноПро», «Вертикаль» и др., а также российские судостроительные надстройки, но, выполненные на ядре, ушедшей с нашего рынка системы AutoCAD: ShipModel, ShipConstructor, «Ритм-судно» [4]. Данные системы могут быть интегрированы через обмен XML, Excel, SQL или через PLM-ядро, образуя единое цифровое пространство судоремонтного предприятия. В условиях единичного и длительного характера ремонтируемого объекта (судна) и априорной неопределенности перечня дефектов, влекущей за собой выполнение открытых работ, они позволяют реализовать замкнутый производственный цикл от метрологической фиксации (инструментального определения) параметров дефектов до выпуска конструкторско-технологической документации (чертежей заменяемых конструкций, автоматизированного проектирования технологических процессов ремонта) и завершающего контроля в форме пакета отчетной документации для сдачи заказчику.

Разрабатываемые в настоящее время отечественные специализированные судостроительные комплексы на базе продуктов Аскон и CSoft еще не выведены на рынок и их функционал известен только по рекламным материалам и сообщениям разработчиков.

Для небольших судоремонтных предприятий [5], выполняющих узкоспециализированный объем работ, приобретение данных продуктов может оказаться экономически нецелесообразным. В том числе по причине отсутствия обученного персонала. Для них, более выгодным, может оказаться частичная, интуитивно понятная, автоматизация «ручных» процессов, разрабатываемая на основе программного интерфейса приложений общедоступного ПО, уже имеющегося на предприятии. К нему можно отнести NanoCAD, Компас и свободно распространяемое офисное ПО.

Так формирование растяжки наружной обшивки и оформление Отчета по дефектации возможно с использованием стандартных модулей-блоков NanoCAD, содержащих параметризируемые изображения дефектов или с разработкой пользовательских подпрограмм на различных языках программирования, например, AutoLisp, позволяющих создать функциональное меню «Дефектация» и панель инструментов «Дефекты корпуса» с выводом данных в текстовый файл для последующей передачи в Отчет (рис. 1).



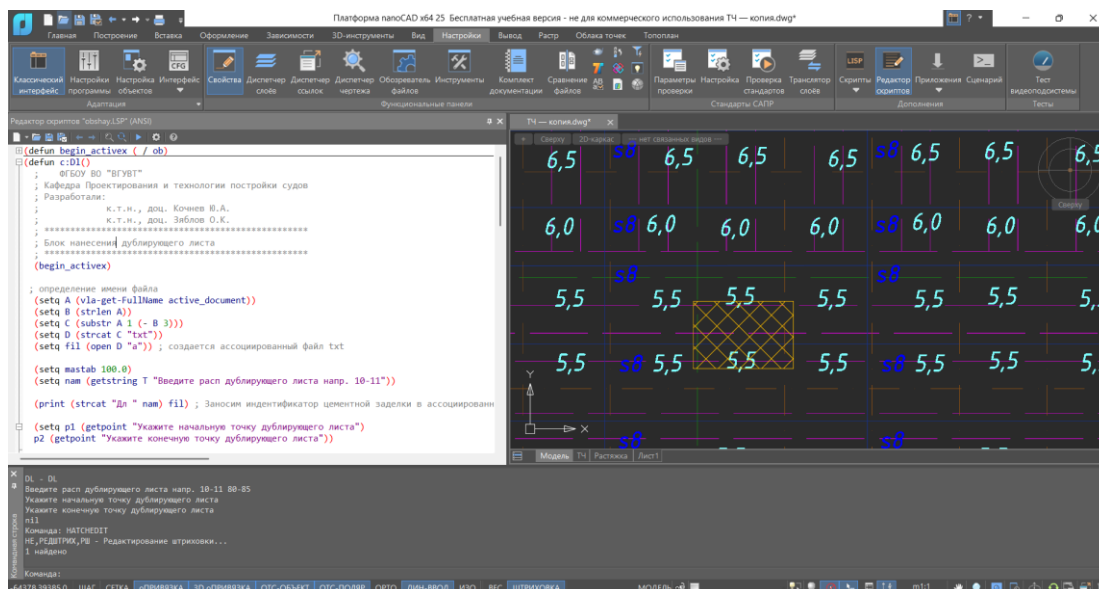


Рисунок 1 – Нанесение дублирующего листа на растяжку в NanoCAD

Подобные решения могут быть реализованы и с применением API Компас, который поддерживает большинство современных языков программирования (рис. 2), путем создания библиотек фрагментов, также имеющих средства параметризации и возможность передачи данных в Отчет по дефектации.

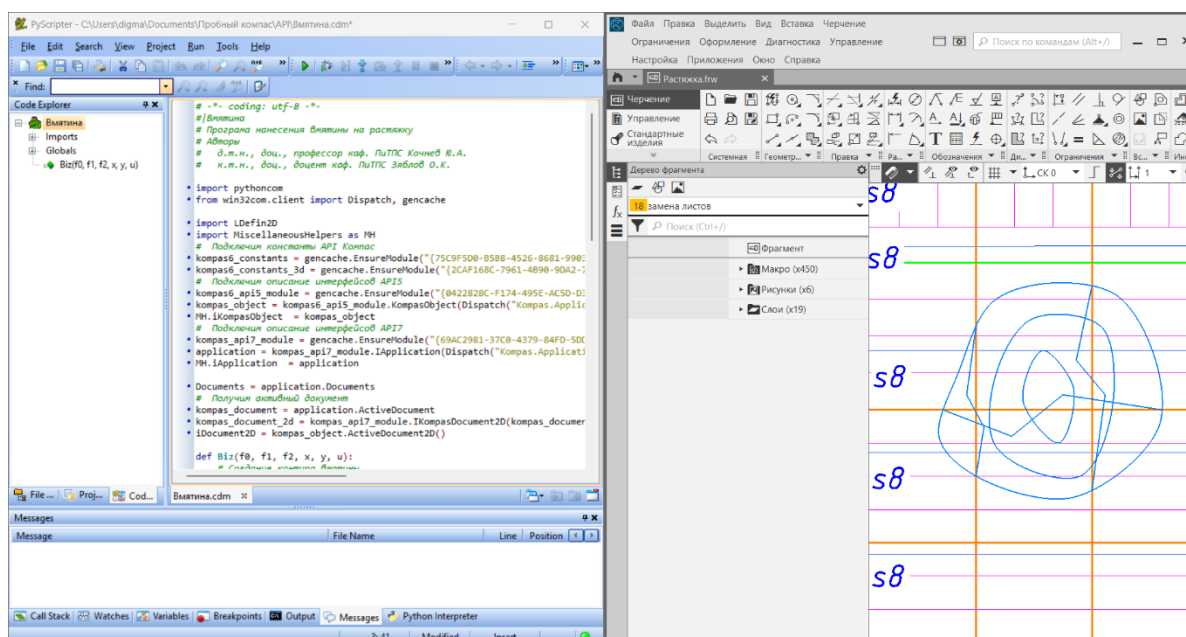


Рисунок 2 – Нанесение вмятины на растяжку в Компас средствами API (язык python)

Третьим вариантом является создание обобщённой растяжки для групп судов в формате открытого офисного ПО, где дефекты отображаются автофигурами, а числовые значения заносятся в ячейки и доступны через технологии OLE или ActiveX для дальнейшего формирования отчетной документации.

Формирование ремонтных ведомостей и технологических карт ремонта по корпусу и ДРК судна, разработанное ранее авторами под MS Access [1], может быть переработано под OpenOffice (или аналоги), или под 1С Предприятие.

Предложенные варианты адаптации должны выполняться в тесной связке с заказчиком, основываясь на применяемом у него программном обеспечении, но унифицированных алгоритмах. С одной стороны это ведет к разнообразию различных форматов и сложности их объединения в единую информационную модель, а с другой стороны, это позволяет унифицировать рутинные процессы и повысить производительность труда в условиях цифровизации экономики.

Разработка небольших надстроек для ПО и простая автоматизация принятых на предприятии технологических процессов на основе тесной связки между инженером и разработчиком позволит в дальнейшем сократить или даже полностью исключить затраты на обучение в специализированных сертификационных центрах, перенастройку культуры и практики производства. При этом разработка предлагаемых частных решений, как правило ниже закупки «тяжёлого» САПР. Все это может найти реализацию на небольших предприятиях, с ограниченным бюджетом на развитие цифрового производства.

Работа выполнена в рамках исполнения Госзадания по теме: «Речные магистрали: развитие механизмов обеспечения надлежащего технического состояния судов и плавучих объектов на водном транспорте (шифр «РМ_МСС»)»

Список литературы:

1. Зяблов О.К. Разработка системы автоматизированного проектирования технологических процессов ремонта судов внутреннего плавания / О.К. Зяблов, Ю.А. Кочнев // Речной транспорт (XXI век), № 2(82), 2017 – С. 43-45.
2. Резникова, К. М. Судостроение 4.0: современные технологии и перспективы концепции / К. М. Резникова, В. Е. Максимов, Д. А. Попов // Отходы и ресурсы. – 2021. – Т. 8, № 1. – С. 2. – DOI 10.15862/02INOR121. – EDN LWEUYN.
3. Зяблов О.К. Обзор современных CAD/CAM/CAE систем и перспективы их применения на отечественных судоремонтных предприятиях / О.К. Зяблов, Ю.А. Кочнев // Вестник волжской государственной академии водного транспорта. Н. Новгород. – 2015. – №44. – с. 168-175.
4. Зяблов О.К. Адаптация комплекса общемашиностроительного и офисного программного обеспечения под задачи судоремонта / О.К. Зяблов, Ю.А. Кочнев // Судостроение, №3, 2018 – С. 47-51.
5. Зяблов О.К. Перспективы развития судоремонта и сервисного обслуживания флота России в современных условиях ограничения международного сотрудничества / О.К. Зяблов, Т.А. Михеева // Судостроение, №2, 2026 – С. 40-44.

