

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «CADMATIC» АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА В СУДОСТРОЕНИИ, ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

М.П. Афанасьев, О.В. Мельник (Санкт-Петербург)

На современном этапе развития судостроительной отрасли требуется развитие технологий, дающих возможность дальнейшего сокращения времени, проходящего от идеи проектирования конкретного судна до выхода этого судна в первый рейс. Разработка и внедрение систем автоматизации в конструкторских бюро и на производстве даёт такие возможности.

Жизненный цикл технического изделия состоит из следующих стадий: заказ (определение необходимости создания, оперативно-тактические исследования, формирование оперативно тактического задания); проектирование (формулирование концепции, эскизное проектирование, технический проект, рабочий проект); постройка (изучение конструкторского проекта, подготовка производства, сборка на стапеле, спуск, достройка); эксплуатация (техническое использование, техническое обслуживание и ремонт); модернизация (подготовка/проектирование модернизации, производственные процессы модернизации); эксплуатация; утилизация (подготовка к утилизации, вывод из действия, производственные процессы).

Для информационного сопровождения каждого этапа жизни морской техники могут использоваться как отдельные программные продукты, так и программные комплексы, охватывающие несколько этапов, что является более предпочтительным с точки зрения повторного использования интеллектуального труда, а также сохранности и полноты информации о проекте, передаваемой между этапами жизненного цикла объекта морской техники. Одним из наиболее развитых программным комплексом в этой области является группа продуктов CADMATIC, состоящая из CADMATIC Hull Design, CADMATIC OutFittig Design, CADMATIC Plant Design и др. Модульная и открытая архитектура этих продуктов позволяет легко конфигурировать их под конкретные нужды потребителя, а также дополнять и подключать модули заказчика и сторонних производителей.

Программный комплекс CADMATIC начинает использоваться в судостроение уже на стадии эскизного проектирования. Это начальный этап проекта, целью которого является определение общих характеристик, габаритных размеров судна, технических условий и так далее. С программным обеспечением CADMATIC возможно достигать этих целей в кратчайшие сроки – создавать точные чертежи общего расположения, использовать уже существующие конструкции и предыдущие проекты, создавать схемы и предварительно размещать основное оборудование, разрабатывать 3D-презентации будущего судна с использованием решений CADMATIC и производить расчеты материалов и оборудования для составления будущего бюджета проекта.

Программное обеспечение CADMATIC включает функции эффективного импорта данных обводов корпуса судна из форматов Rhino, Acis, Iges и т.д. через несколько интерфейсов, а также содержит эффективные средства взаимодействия с системами NAPA и SARC для передачи данных о поверхностях судна.

На стадии технического проектирования ПО CADMATIC позволяет обеспечить достижение требуемых конструктивных показателей корпуса при создании 3D модели и достичь высокой функциональности при проектировании общесудовых систем, механизмов и электрических систем. Программа позволяет автоматически разработать комплект чертежей и документации для расположения палубного оборудования и

планировок основных участков. 3D-модель, создаваемая на этом этапе, легко используется впоследствии для рабочего проектирования. Ранее созданные проекты, правила проектирования и стандарты используются повторно через библиотеки корпуса и оснастки. В системе CADMATIC существует специально разработанный модуль для принципиальных схем и схем трубной обвязки и КИПиА, который позволяет пользователю легко начать определение параметров систем судна, а также произвести предварительное размещение оборудования и оснастки.

В системе CADMATIC существуют эффективные средства генерации классификационных чертежей внутренними средствами. Системой синхронизируется связь между моделью и чертежами, что позволяет параллельно с моделированием создавать чертежи и автоматически их актуализировать. Чертежи общего расположения легко создаются путем извлечения видов из 3D-модели. Такой подход упрощает сотрудничество и аналитическую работу между конструкторскими отделами, судовладельцами, судостроительными заводами и дает пользователям комплексное актуальное понимание о строящемся объекте-судне.

Уже на начальном этапе проектирования в систему CADMATIC интегрируются: планы обеспечения безопасности, компоновочные чертежи, предварительные перечни материалов и спецификации, резервирование пространства, и другая важная информация. С помощью приложений CADMATIC eBrowser, eShare или eGo возможно представить разрабатываемый проект судовладельцам, судостроительным заводам и конструкторским отделам в удобной для понимания 3D-форме, с развитым интерфейсом навигации по модели.

Удобная и полностью интерактивная среда работы в 3D модели позволяет ускорить создание корпуса и наполнение объекта морской техники, создать точные проекты без конфликтов. Модель легко экспортировать через модуль CADMATIC eXchanger в различных 2D- и 3D-форматах, например, в dwg, dxf, pdf и т.д.

Модель, созданная на стадии технического проектирования в CADMATIC, в дальнейшем используется на этапе рабочего проектирования для детального моделирования, что позволяет избежать повторного её создания. Используя один и тот же функционал 3D-моделирования на разных этапах проекта, обеспечивается сохранение структурной топологии, характеристик внутреннего наполнения, а также данных по компонентам и логистике для дальнейшей доработки в качестве производственной информации.

Этап рабочего проектирования и РКД является самым длительным и ответственным для инструментов проектирования судов. CADMATIC представляет собой специализированное программное обеспечение, разработанное профессионалами отрасли, которое включает в себя проектирование конструкций корпуса, трубопроводов и оснастки (рис. 1), электротехнической части проекта и воздухопроводов. Оно позволяет автоматически подготавливать и выводить данные для производства в полном объёме, настраивать вид и форму получаемой документации, принятой на судовой верфи или заводе. РКД играет важную роль в современном проектировании, которое предполагает высокий уровень сложности и большие объёмы информации, при том, что часто включает в себя несколько дисциплин и требует высокого уровня точности.

3D-проектирование с комплексной проверкой конфликтов обеспечивает создание безошибочных моделей и чертежей для производства. Проще и дешевле решать вопросы размещения и конфликтов при моделировании в офисе, чем иметь дело с оборудованием и стальными конструкциями, поставленными с неправильными размерами.

Топологическое связывание данных в проекте позволяет системе CADMATIC эффективно следить за целостностью проекта и обеспечивать точное и эффективное

проектирование и разработку. Это позволяет при внесении изменений избежать несоответствий и экономит время на верификацию.

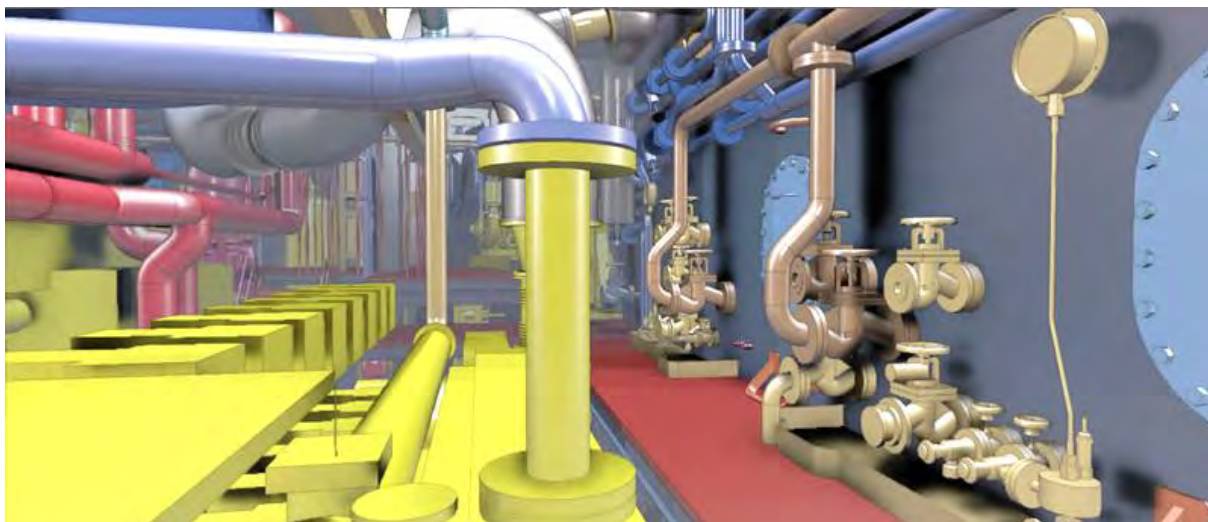


Рисунок 1 – Проектирование конструкций корпуса и трубопроводов

Программный комплекс CADMATIC включает в себя множество невидимых, но облегчающих деятельность инженера модулей, например: «менеджер отверстий», предназначенный для контроля мест прохода трубопроводов через элементы конструкции, также самые современные «менеджеры сварки» и автоматическое создание скосов кромок и др.

В системе CADMATIC есть настраиваемая автоматическая генерация для изготовления и сборки компонентов с обновлением 2D-чертежей при внесении изменений в модель (рис. 2).

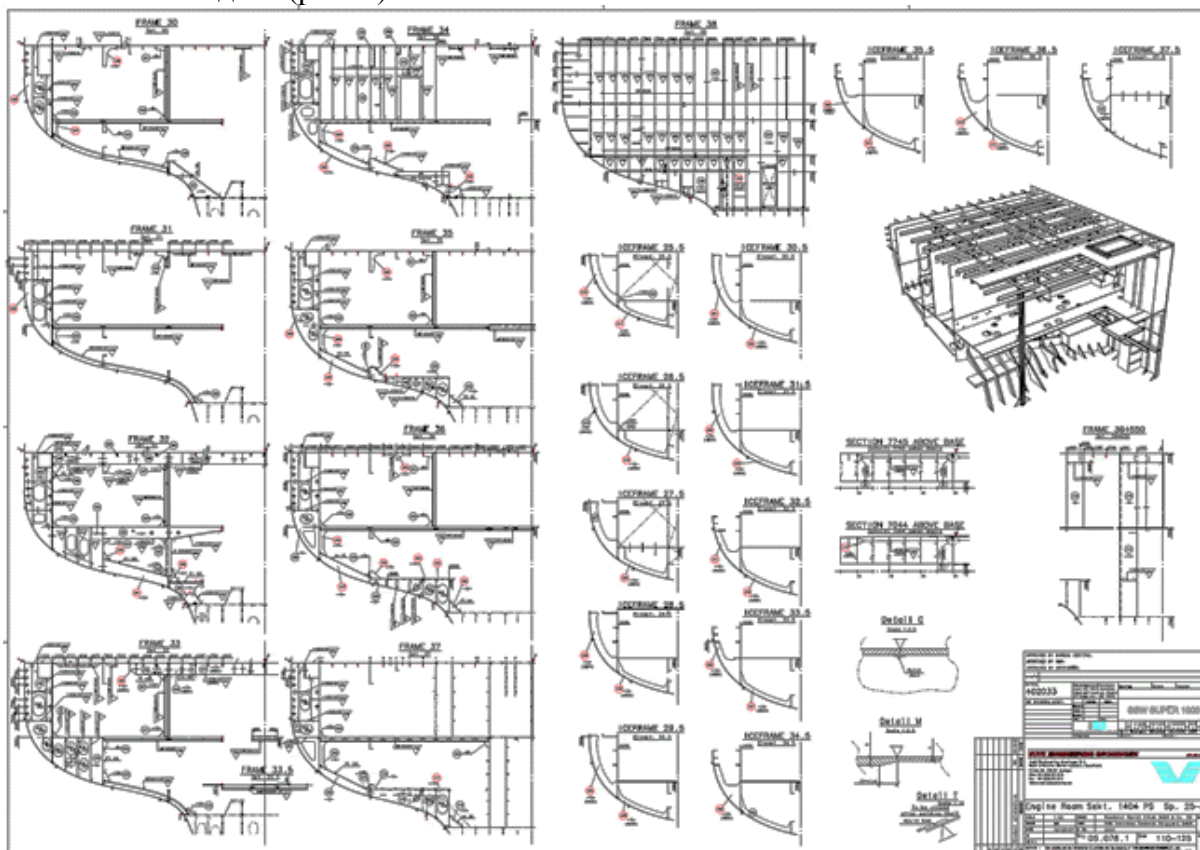


Рисунок 2 – Формирование 2D-чертежей в системе CADMATIC

В системе есть модули высокоточных вычислений для развёртки листов наружной обшивки, которые включают в себя создание производственных шаблонов с учетом данных для удлинения листов, что позволяет избежать дополнительной работы во время постройки и обеспечивает правильную поставку всех компонентов на верфь.

Благодаря открытой, гибкой, изменяемой в соответствии с требованиями заказчика и удобной в использовании развитой системе атрибутов, CADMATIC обеспечивает выполнение этапа рабочего проектирования в кратчайшие сроки с высоким качеством проекта. Многочисленные инструменты для ускорения проектирования и функции автоматического выполнения типовых задач, совместного использования моделей и данных, распределённого проектирования, разработанные CADMATIC в тесном сотрудничестве с судостроительными заводами и конструкторскими бюро, позволяют проводить конструкторские и проектные работы, а также сопровождать строительство в сжатые сроки.

Постройка и оснащение судна на верфи – это конечный этап перед спуском на воду. На этом этапе CADMATIC облегчает работу с ПТД (рис. 3) и экономит человеко-часы и сокращает материальные затраты благодаря предоставлению точных данных на верфь. Производственные данные автоматически выводятся из 3D-модели на самом последнем возможном этапе, обеспечивая, таким образом, включение всех изменений.

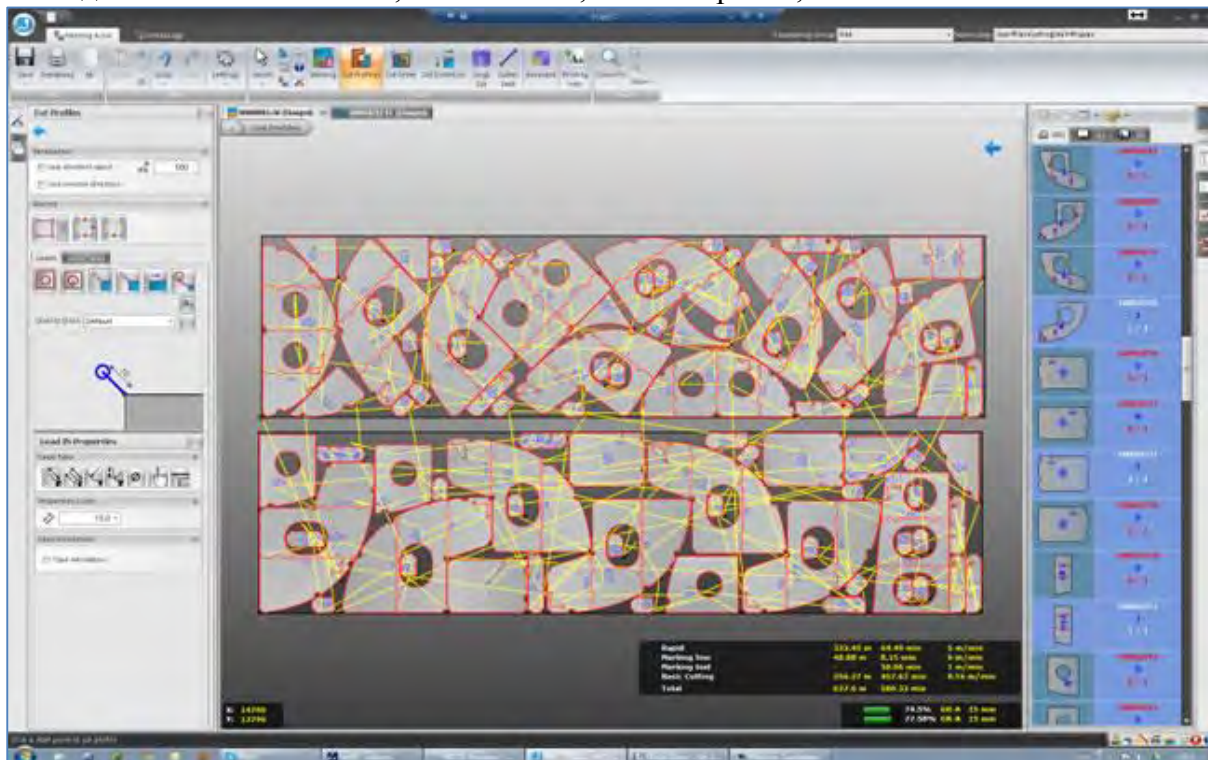


Рисунок 3 – Проектирование карт раскроя в системе CADMATIC

Благодаря наличию соответствующих модулей, а при их отсутствии на основе открытой архитектуры возможности подключения модулей сторонних производителей, система позволяет напрямую загружать производственные данные в металлорежущие, гибочные и сварочные станки, другие средства и механизмы автоматизации производства для ускорения производственного процесса. Изогнутые листы наружной обшивки математически рассчитываются с учетом удлинения для конкретного листа. Геометрические параметры гибочных шаблонов генерируются автоматически, листы могут раскраиваться и вырезаться, например, на фрезерном станке. Универсальные постели с телескопическими регулируемые стойками рассчитываются в той же 3D-

модели. Для трубопроводов и оснастки выводится производственная информация, например, о картах раскроя, обработке поверхностей, сварке, суммарной массе, центре тяжести, и автоматически создаются изометрические чертежи, которые используются в цехе и при монтаже. Данные о гибке труб рассчитываются из 3D-модели и совместимы со средствами автоматизации производства, например, со станками с ЧПУ.

CADMATIC также предлагает судостроительным заводам программу-менеджер по распределению операций для планирования стратегии строительства и экономии еще большего количества человека-часов. Имеются специальные модули, облегчающие взаимодействие с судостроительными заводами и проектными бюро, они позволяют совместно использовать «легкие» модели для обсуждения проекта в 3D-модели с помощью пометок и совместно работать над одним проектом. Таким образом, проектные бюро и судовой верфи/заводы могут максимально эффективно сотрудничать с подрядчиками и субподрядчиками.

Программное обеспечение CADMATIC широко используется крупными, средними и небольшими судостроительными заводами во всём мире. Гибкость конфигураций позволяет легко адаптировать программное обеспечение для разных типов судостроительных компаний, производственных линий и сборочных площадок.

CADMATIC eShare позволяет реализовать технологию электронного паспорта судна, который хранит всю информацию о проекте и позволяет в кратчайшие сроки верифицировать и сравнить текущее состояние судна с проектом, а также спланировать ремонтные работы или модернизацию на основе конструкторской, проектной, строительной документации и текущего состояния судна. Продукт eShare, благодаря возможности подключения технологии 3D сканирования и сравнения полученного облака точек с проектом на сервере проектировщика, позволяет в реальном времени вести верификацию проводимых строительных и монтажных работ.

Посещение многих заводов и верфей судостроительной отрасли северо-западного региона показало, что автоматизация при постройке корпуса является частичной. Этому способствует множество факторов, таких как высокая стоимость модернизации и не столь высокая образованность персонала – в связи с недостаточной развитостью системы повышения квалификации на предприятиях. Уровень автоматизации в области формирования наполнения корпуса следует активно повышать, здесь скрыты ещё большие резервы ускорения производства и интенсификации использования ресурсов судовой верфи/завода.

Многие компании, конструкторские бюро и судовой верфи сегодня используют программные комплексы CADMATIC для автоматизации проектирования и подготовки конструкторской и строительной документации.

На сегодняшний день несколько ВУЗов России ведут подготовку специалистов в области судостроения и машиностроения, имеющих навыки работы в программах CADMATIC.

В 2016 г. в «Государственном университете морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова» в учебном корпусе, расположенном на Двинской улице, состоялось открытие «Лаборатории проектирования судов и предприятий» (рис. 4).

В лаборатории используются для обучения студентов современные программные комплексы, применяющиеся при проектировании и производстве судов и объектов морской техники.

В 2016 году была проведена работа по подготовке преподавателей-инструкторов из числа сотрудников ВУЗа. По каждому направлению создания проекта судна и морской техники в среде CADMATIC подготовлено не менее двух сертифицированных преподавателей-инструкторов. При подготовке студентов преподаватель устанавливает и администрирует на сервере учебный проект, настраивает персональные учётные

записи студентов, проводит обучение работе в системах Клиент-Сервер, в которых единый проект выполняется группой конструкторов. Затем студенты, используя электронные методические материалы и объяснения преподавателя, осваивают методы и получают навыки работы в системе CADMATIC. Проверка выполнения работ преподавателем ведётся с преподавательского места, используя клиент CADMATIC, для оценки выполнения проекта.

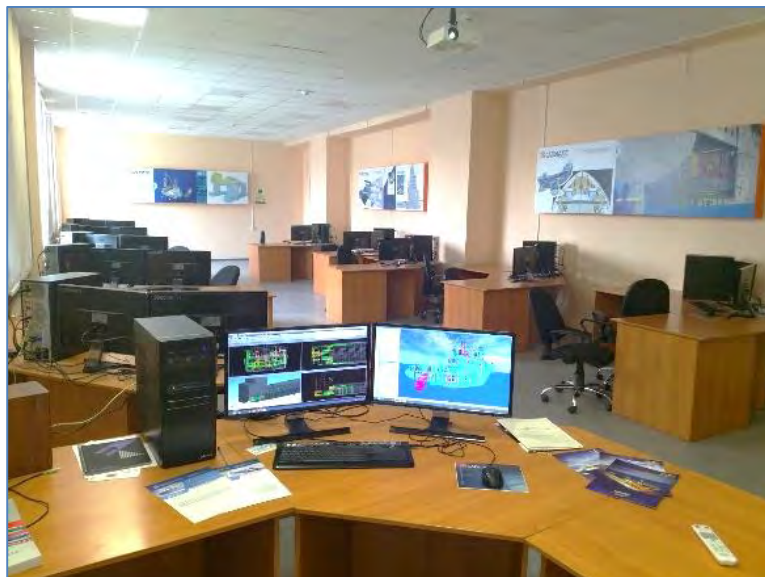


Рисунок 4 – Лаборатория проектирования судов и предприятий

Каждому студенту ставится персональная задача спроектировать одну из систем, создать необходимые отсутствующие в библиотеке элементы, разместить оборудование и провести трубопроводы по судну в 3D модели, согласовывая свои действия с другими участниками проекта. Затем подготовить отчёт и графические материалы (чертежи) по проекту и каждой системе.

В лаборатории также установлена и используется система Inventor Professional в которой студенты выполняют элементы проектных работ по судовым машинам и механизмам, выполняют 3D моделирование элементов судовых двигателей и механизмов, проводят прочностной и гидродинамический анализ. Учитывая полученные результаты и учитывая принципы оптимальных механизмов, вносят изменения в геометрию деталей и конструкцию механизма.

В лаборатории проводится регулярная работа по актуализации лицензий и поддерживается связь с представителями производителей программных продуктов.

За годы использования системы CADMATIC в учебном процессе подготовлено более 180 студентов, владеющих навыками работы в системе CADMATIC; освоивших основные продукты Autodesk: AutoCAD, Inventor Professional, Nastran, CFD; освоивших Компас 3D и другие программы и информационные технологии, используемые при автоматизации производства, конструкторской и инженерной деятельности в области судостроения и машиностроения. Часть студентов прошла стажировку в Российском представительстве CADMATIC и на Невском судостроительном-судоремонтном заводе, участвуя в реальных проектах.

Дальнейшее комплексное внедрение САПР на всех стадия жизненного цикла морской техники и судов позволит оперативно реагировать отрасли судостроения на требования времени, сократит затраты, что снизит себестоимость и повысит конкурентоспособность выпускаемой продукции и всей морской отрасли в целом.

Литература

1. **Абдулин А.Я., Сенюшкин Н.С., Суханов А.В., Ямалиев Р.Р.** Системы автоматизированного проектирования как инструмент решения наукоемких конструкторских задач судостроения // Вестник Воронежского ГТУ. Воронеж: Воронежский ГТУ. Том 6, 2010, № 10. С. 114-117.
2. **Афанасьев М.П., Безюков О.К.** Информационные технологии в жизненном цикле морской техники. Ч.I: Учеб. пособие. СПб.: «ЮПИ», 2018. 78 С.
3. **Баханский Д.А.** Информационные технологии проектирования судов в ОАО КБ «ВЫМПЕЛ» / Современные технологии в кораблестроительном и авиационном образовании, науке и производстве: сб. докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Р.Е. Алексева. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева, 2016. С.32-34.
4. **Мацкевич В.А., Осипенко В.П., Мацкевич А.В., Петров Н.И.** Об автоматизации процессов проектирования и управления проектами в проектно-конструкторских бюро судостроительного профиля//Морской вестник. 2010. № 1 .С. 71-74.
5. **Минченко Л.В., Кандратова Т.А.** Системы автоматического проектирования в судостроении // Современные тенденции технических наук: материалы V международной научной конференции. 2017. Казань: Общество с ограниченной ответственностью «Бук», 2017. С. 73-76.
6. На судостроительных предприятиях // Судостроение, 2017, № 1. С. 3-8.
7. <https://www.cadmatic.com/ru/products/cadmatic-marine-design/>.