

## Программный комплекс CADMATIC для автоматизации проектирования и информационной подготовки производства в судостроении

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

Жизненный цикл технического изделия состоит из следующих стадий, в рамках каждой из которых решаются свои специфические задачи: 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 эксплуатации, производственные процессы утилизации).

### Программный комплекс CADMATIC

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 возможности повторного использования результатов интеллектуального труда, а также сохранности и полноты информации о проекте, передаваемой между этапами жизненного цикла. Одним из наиболее развитых программных комплексов в этой области является группа продуктов **CADMATIC**, состоящая из CADMATIC HULL Design, CADMATIC OutFittig Design, CADMATIC Plant Design и др.

На сегодня все решения CADMATIC объединены в две группы – Marine и Process & Industry. CADMATIC для судостроения включает программы для работы с корпусом и конструкцией, оснащением и проектированием трубопроводов, проектированием электрики и автоматики в составе морской техники и программы для управления информацией. **CADMATIC Hull and Structural Design** предлагает программное решение CAD/CAM для проектирования корпуса, начиная от базового проектирования и создания документации для классификации до полной подробной трехмерной модели и автоматического извлечения производственных данных для проектов любой сложности. Модуль **CADMATIC Marine Outfitting and Piping** предназначен для трехмерного проектирования на основе спецификаций в распределенных междисциплинарных инженерных проектах, в которых программные инструменты постоянно облегчают, координируют и проверяют работу отдельных дизайнеров независимо от того, где находятся проектные группы или насколько велики и сложны трехмерные моде-

ли. **CADMATIC Electrical** – это комплексное решение для различных задач проектирования и создания документации в области электротехники и автоматизации в морской отрасли по таким направлениям, как электротехника, приборостроение и автоматизация, проектирование расположения распределительных щитов и разработка чертежей электрических схем. Модульная и открытая архитектура этих продуктов позволяет легко конфигурировать их под конкретные нужды потребителя, а также дополнять и подключать модули заказчика и сторонних производителей.

Программное обеспечение CADMATIC широко используется крупными, средними и небольшими судостроительными заводами во всем мире. Гибкость конфигураций позволяет легко адаптировать программное обеспечение для разных типов судостроительных компаний, производственных линий и сборочных площадок. CADMATIC обеспечивает точное моделирование и разработку документации для судостроения.

Программный комплекс CADMATIC может использоваться уже на стадии эскизного проектирования судна. Это начальный этап проекта, целью которого является определение общих характеристик, габаритных размеров судна, технических условий и так далее. Данное программное обеспечение позволяет 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 затрат материалов и оборудования для составления бюджета будущего проекта.

ПО 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 NAPA и SARC для передачи данных о поверхностях судна.

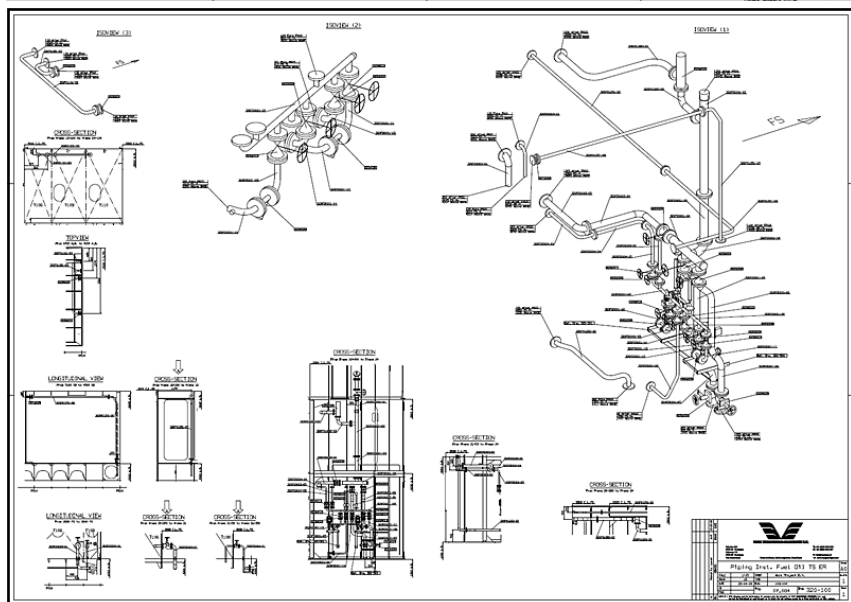
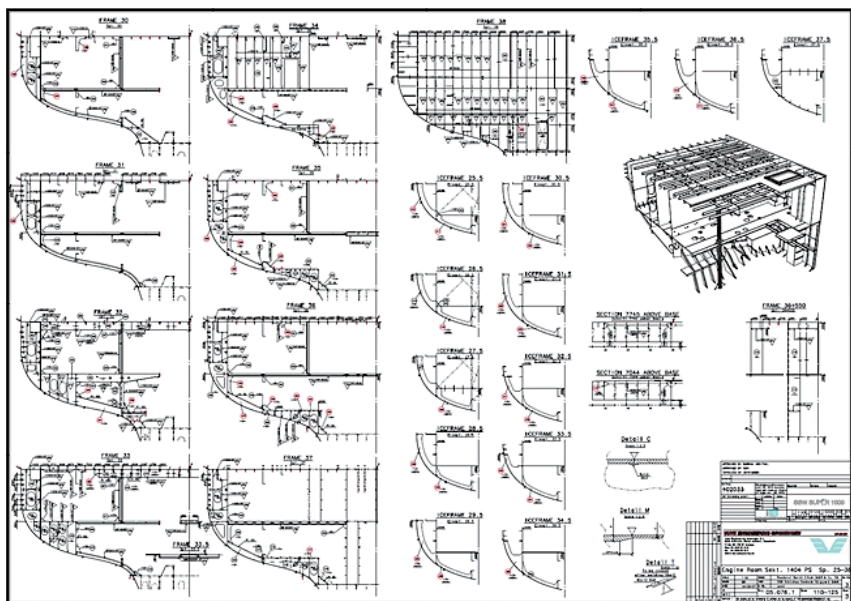
На стадии технического проектирования ПО CADMATIC позволяет достичь требуемые конструктивные показатели корпуса при создании 3D-модели и обеспечить высокую функциональность при проектировании общесудовых систем, механизмов и электрических систем. Программа предоставляет возможность автоматически разработать 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.

Функционал CADMATIC включает 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 представление о строящемся объекте.

Уже на начальном этапе проектирования в систему CADMATIC ин-



**Невский судостроительно-судоремонтный завод**



Грузопассажирское судно класса ARC 4 проекта PV22

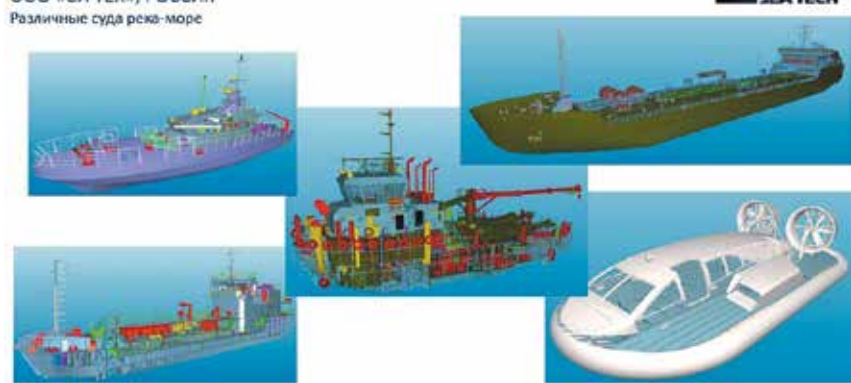

Сухогрузное судно проекта RSD59

Проект буксира TG 17

Средний морской танкер проекта 23130



**ООО «СИ ТЕХ», РОССИЯ**  
Различные суда река-море

**Кооперация конструкторских работ для Выборгского Судостроительного Завода Северодвинск-Санкт-Петербург**

- ООО «ПКБ «Петробалт»
- ООО «Петронед»
- ЗАО «Профиль»
- ООО «Базис»
- АО «Эра-Проект»



Ледоколы и суда ледового класса



**ООО «ССН «Звезда», Большой Камень**



IBSV 10022 АН «Снабженец»

114 К Нефтеналивное судно типа Aframax



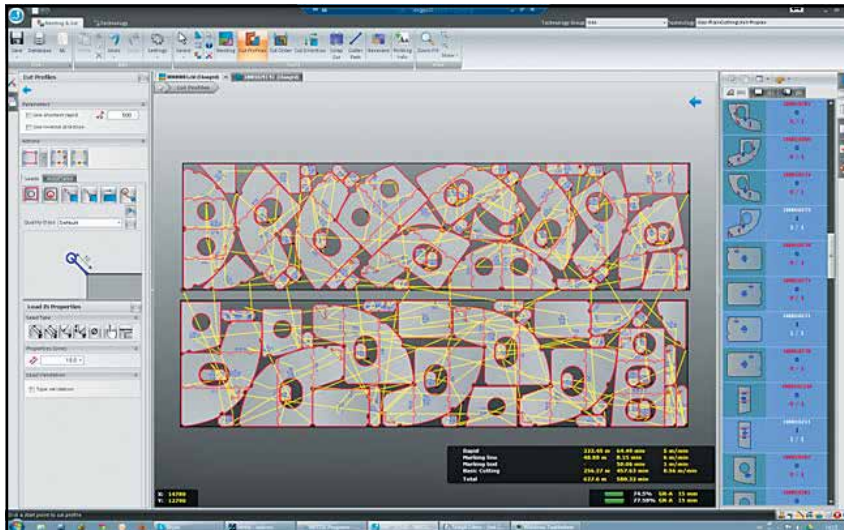
тегируются планы обеспечения безопасности, компоновочные чертежи, предварительные перечни материалов и спецификации, данные, касающиеся резервирования пространства, и другая важная информация. С помощью приложений CADMATIC eBrowser, eShare или eGo возможно представить разрабатываемый проект судовладельцам, 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 наполнения объекта (морской техники) и создать точные проекты без конфликтов. Модель легко экспортировать через модуль CADMATIC eXchanger в различных 2D- и 3D-форматах, например в AutoCAD 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 необходимости ее повторного создания. Использование одного и того же функционала 3D-моделирования на разных этапах проекта обеспечивает сохранение структурной топологии, характеристик внутреннего наполнения, а также данных по компонентам и логистике для их дальнейшей доработки в качестве производственной информации.

Этап рабочего проектирования и формирования РКД является самым длительным и ответственным при проектировании судов. CADMATIC позволяет автоматически подготавливать и выводить данные для производства в полном объеме и 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 объемы 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 на этапе моделирования, 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 дает возможность при внесении изменений избегать несоответствий и экономит большое количество времени, которое затрачивается на верификацию.

В системе CADMATIC имеется настраиваемая автоматическая генерация для изготовления и сборки компонентов с обновлением 2D-чертежей при внесении изменений в модель. В системе присутствуют модули высокоточных вычислений для развертки листов наружной обшивки, которые включают в себя функционал создания 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. Многочислен-

ные инструменты для ускорения проектирования и функции автоматического выполнения типовых задач, совместного использования моделей и данных, распределенного 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.

Программный комплекс CADMATIC включает в себя множество незаметных для пользователя, но облегчающих его деятельность модулей, например таких, как Менеджер отверстий, предназначенный для контроля мест прохода трубопроводов через элементы конструкции, самые современные модули сварки и автоматического создания сколов кромок и др.

Постройка и оснащение судна на верфи – это конечный этап перед спуском на воду. На этом этапе ПО CADMATIC облегчает работу с проектно-технологической документацией (ПТД) и экономит челове-

ко-часы, а также сокращает материальные затраты благодаря предоставлению точных данных на верфь. Производственные данные автоматически выводятся из 3D-модели на самом последнем отрезке этапа, обеспечивая таким образом включение всех изменений.

Благодаря наличию соответствующих модулей (а при их отсутствии на основе открытой архитектуры, позволяющей подключать модули сторонних производителей) система позволяет напрямую загружать производственные данные в металлорежущие, гибочные и сварочные станки, другие средства и механизмы автоматизации производства для ускорения производственного процесса. Конфигурация изогнутых листов наружной обшивки математически рассчитывается с учетом удлинения для конкретного листа. Геометрические параметры гибочных шаблонов генерируются автоматически, листы могут раскраиваться и резаться, 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 эко-



нонии еще большего количества человека-часов. Система имеет специальные модули, облегчающие взаимодействие между судостроительными заводами и проектными бюро, которые 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 судостроительные заводы могут максимально эффективно сотрудничать с подрядчиками и субподрядчиками.

## Приложения CADMATIC eShare, eBrowser, eGo

Группа программ CADMATIC eShare, eBrowser и eGo позволяют осуществлять удаленный доступ к проекту для его просмотра, верификации на месте и внесения информации о состоянии его элементов.

Приложение CADMATIC eShare дает возможность 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 актуального 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.

CADMATIC eShare – идеальная платформа для постепенного создания Цифрового двойника на всех этапах жизненного цикла проекта. Он поддерживает информационный поток на любой стадии проекта, облегчает производство и установку, а также выводит на новый уровень взаимодействие всех участников создания объекта морской техники.

Приложение eShare для HoloLens предоставляет новый интерактивный опыт проектирования и разработки с использованием дополненной реальности, где цифровые 3D-модели находятся в реальной среде.

Приложение eShare позволяет:

- ▶ обеспечить доступ ко всем данным проекта в одном месте – любые данные в любой базе данных можно связать, найти и визуализировать;

- ▶ принимать решения быстрее и точнее – нужная информация всегда доступна всем участникам проекта;

- ▶ повысить эффективность мониторинга прогресса проектирования за счет визуализации статусов на основе нескольких параметров;

- ▶ обеспечить контроль над конфиденциальной информацией без перемещения данных или использования облачного хранилища. Приложение эффективно поддерживает доступ к информации о проекте всякий раз, когда это необходимо;

- ▶ организовать участие нескольких сторон проекта, использующих разную конструкцию и инженерные системы.

eShare – это решение, разработанное специально для нужд морской промышленности и учитывающее специфику отрасли. Независимый web-портал может связывать, визуализировать и обмениваться любой информацией по проекту с помощью 3D-модели.

С помощью eShare возможно:

- ▶ просматривать 3D-модель и уточнять детали любого объекта;

- ▶ осуществлять удобную навигацию с помощью сенсорных жестов;

- ▶ использовать виртуальный джойстик для быстрого перемещения внутри больших моделей;

- ▶ переходить непосредственно к требуемой точке в 3D-модели с помощью predefinedных местоположений;

- ▶ сохранять пользовательские сцены для быстрого возврата в нужную точку 3D-модели;

- ▶ производить поиск любого элемента (например, по идентификатору клапана);

- ▶ использовать дерево модели для просмотра иерархии модели и установки уровня видимости;

- ▶ изолировать, скрывать или делать прозрачной любую группу объектов;

- ▶ обрезать модель 3D-блоком, чтобы увидеть определенную ее часть;

- ▶ измерять расстояния между объектами, осуществлять привязку к осевым линиям, точкам соединенных или краям;

- ▶ добавлять метки к объектам с координатами или атрибутами;

- ▶ использовать камеру мобильного устройства, чтобы отсканировать QR-код, который открывает соответствующий объект в 3D-виде;

- ▶ осуществлять синхронизацию с сервером eShare для загрузки и обновления моделей и 2D-чертежей. Использовать eGo для присвоения статуса объекту во время установки или проверки на месте;

- ▶ визуализировать сварные швы и координаты;

- ▶ выполнять дополнительные настройки для фона, быстрых движений и многого другого;

- ▶ создавать полную 3D-модель с метаданными для мобильного использования;

- ▶ синхронизировать модели, документы и данные с сервером eShare;

- ▶ получать доступ к проектным документам для автономного использования;

- ▶ производить навигацию по 3D-моделям в формате eBrowser;

- ▶ использовать сенсорный пользовательский интерфейс;

- ▶ просматривать атрибуты объекта;

- ▶ осуществлять поиск предметов, в том числе с помощью QR-кодов;

- ▶ осуществлять навигацию с помощью карты, predefinedных местоположений или вращения орбиты;

- ▶ добавлять измерения и метки к видам.

Программа просмотра CADMATIC eBrowser представляет собой совершенный инструмент для проверки проектов. Он позволяет пользователям просматривать 3D-модель, комментировать и объединять несколько моделей в одну.

Приложение CADMATIC eGo обеспечивает мобильность обзоров проектов на планшетах Windows,



проект, настраивает персональные учетные 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.

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 судна, согласовывая свои действия с другими участниками проекта. Конечным этапом является подготовка отчета и графических материалов (чертежей) 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, осуществляют 3D-моделирование элементов су-

в то время как показатели проекта можно отслеживать с помощью FollowApp на мобильных телефонах.

eGo предназначено облегчить обзорные обсуждения и весь производственный процесс, а также сделать поездки на места более эффективными, привнося реальную мобильность в дизайн-проекты. eGo позволяет пользователям более широко использовать данные проекта на месте, обеспечивая автономный доступ к полной 3D-модели и 2D-документации с сервера eShare.

## Применение CADMATIC в учебном процессе

Программы автоматизации проектирования ускоряют работу конструктора, но требуют знаний не только в профессиональной области, в судостроении и машиностроении, но и в сфере IT и конкретных программных комплексов. Поэтому на сегодняшний день актуален вопрос подготовки специалистов-конструкторов в области судостроения со знанием принципов 3D-моделирования и с навыками работы в средах автоматизации, в том числе и ПО CADMATIC.

В 2016 году в Государственном университете морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова была открыта Лаборатория проектирования судов и предприятий, в которой используются для

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

При подготовке студентов для работы в системе CADMATIC преподаватель устанавливает и администрирует на сервере учебный



довых двигателей и механизмов, проводят прочностной и гидродинамический анализ. Учитывая полученные результаты и принципы создания оптимальных механизмов, они вносят изменения в геометрию деталей и конструкцию механизма.

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

За время использования системы CADMATIC в учебном процессе подготовлено более 180 студентов, владеющих навыками работы в системе, а также освоивших такие продукты, как AutoCAD, Inventor Professional, Nastran, CFD, Компас 3D и другие программные решения, используемые при автоматизации производства, в конструкторской и инженерной деятельности в области судостроения и машиностроения. Часть студентов прошла стажировку в российском представительстве CADMATIC и на Невском судостроительно-судоремонтном заводе, участвуя в реальных проектах.

Дальнейшее комплексное внедрение САПР на всех стадиях жиз-

ненного цикла морской техники и судов позволит отрасли судостроения оперативно реагировать на требования времени, сократит затраты, что понизит себестоимость и повысит конкурентоспособность выпускаемой продукции и всей морской отрасли в целом.

**М. П. Афанасьев, доцент,  
кафедра “Судостроения  
и энергетических установок”,  
Государственный университет  
морского и речного флота  
имени адмирала С. О. Макарова  
(при подготовке статьи  
использованы официальные  
материалы компании CADMATIC)**

## 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 государственного технического университета. Воронеж: Воронежский государственный технический университет. Том 6, 2010, № 10. С. 114-117.
2. Афанасьев М.П., Безюков О.К. Информационные технологии в жизнен-

ном цикле морской техники. Ч.1: Учеб. пособие. СПб.: “ЮПИ”, 2018. С. 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.

## НОВОСТИ

### ZIAK – решение для комплексного управления производством

ГК “Цифра”, разработчик программных решений для промышленности, сообщает о выводе на рынок продукта для оперативного управления производством ZIAK (Zyfra Industrial Automation Kit). Сервисы, входящие в его состав, построены на фундаменте цифровой платформы ZIIoT и в комплексе покрывают базовый MES-функционал с возможностью его расширения за счет искусственного интеллекта и инструментов бизнес-анализа.

Сервисы ZIAK охватывают такие задачи управления промышленным предприятием, как контроль ресурсов, диспетчеризация производства, управление персоналом, управление качеством, контроль производственных и технологических процессов, анализ эффективности,

отслеживание и генеалогия продукции. Помимо этого, в сет включен централизованный контроль промышленной безопасности. Архитектура ZIAK обеспечивает легкое масштабирование, поддержку и развитие сервисов. Производства могут выбирать только необходимые модули или установить все в одном комплексе. Для работы достаточно обычного web-браузера.

Основой для ZIAK выступает промышленная информационно-аналитическая платформа ZIIoT (Zyfra Industrial Internet of Things platform), которую “Цифра” развивает с 2019 года. Сервисы платформы реализуют сбор, хранение и структуризацию производственных данных, а также облегчают интеграцию с уже внедренными решениями по автоматизации различных аспектов производственной деятельности. Благодаря платформе

системы управления предприятием получают доступ к более широкому спектру данных. Их функционирование в едином информационном поле дает возможность сквозного контроля бизнес-процессов через несколько переделов производственной цепочки. Кроме того, единая среда для работы с данными, формируемая платформой, значительно облегчает разработку и внедрение цифровых советчиков на основе AI, что еще больше расширяет возможности предприятия по эффективному управлению производством.

В настоящее время сервисы ZIAK прошли апробацию и успешно используются на предприятиях в России, Белоруссии и Казахстане в таких отраслях, как горная добыча и обогащение, металлургия, производство минеральных удобрений. Среди основных эффектов внедрения называются оптимизация

себестоимости продукции и повышение производительности труда за счет снижения объема некондиции, уменьшения потерь сырья и полуфабрикатов и повышения загрузки производства.

“Еще на этапе возникновения идеи разработки платформы ZIIoT мы предвидели, что постепенно у промышленных компаний будет нарастать спрос на такие продукты, поставляемые вместе с набором готовых прикладных решений. ZIAK – это логичное продолжение реализации нашей продуктовой стратегии. Мы стремимся значительно упростить процессы внедрения, настройки и масштабирования сервисов для наших клиентов, чтобы результат от их использования проявился как можно раньше в виде роста производительности и качества продукции, в также снижения издержек”, – прокомментировал генеральный директор ГК “Цифра” Игорь Богачев.

Международная конференция

# РОССИЙСКОЕ СУДОСТРОЕНИЕ

7-8 апреля 2022 г., Санкт-Петербург

- **Емкость и основные сегменты рынка**
- **Новые технологии в производстве и управлении**
  - **Локализация и импортозамещение**
- **Развитие флота основных заказчиков**
- **Меры государственной поддержки**

