

Информационный центр

MARINCONF

<http://www.marinconf.ru/>



СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ
Судостроительный завод



XX Международная научно-практическая конференция

МОРИНТЕХ – ПРАКТИК

«Информационные технологии в судостроении-2019»

10 июля 2019г., Санкт-Петербург



Генеральный спонсор :



НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Спонсор секции
«Информационная безопасность»:



Информзащита
Системный интегратор



Организационный
партнер:



СОДЕРЖАНИЕ

ПРИВЕТСТВИЕ ДИРЕКТОРА ДЕПАРТАМЕНТА СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МОРСКОЙ ТЕХНИКИ МИНИСТЕРСТВА ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ БОРИСА АНАТОЛЬЕВИЧА КАБАКОВА..... 6

ПРИВЕТСТВИЕ УЧАСТНИКАМ КОНФЕРЕНЦИИ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА ПАО СЗ «СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ» ИГОРЯ БОРИСОВИЧА ПОНОМАРЁВА 8

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В СУДОСТРОЕНИИ И КОРАБЛЕСТРОЕНИИ 9
Боровков А.И., Рябов Ю.А., Санкт-Петербургский политехнический университет, Агеев А.Б., ФГУП "ВНИИ "Центр"

ПРОЕКТ «ЦИФРОВАЯ ВЕРФЬ»: СОЗДАНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАЧ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА И СОЗДАНИЯ ОСНОВЫ РАБОТЫ С ЦИФРОВЫМИ ДВОЙНИКАМИ 15
Середохо В.А., Макеев С.М., АО "Средне-Невский судостроительный завод"

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА «СКАНДА» (БЕЗЭКИПАЖНЫЙ КАТЕР), ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО СУДОВОЖДЕНИЯ МАЛОМЕРНЫХ СУДОВ..... 20
Козлов Е.В., ООО НПФ "НТТ"

СЕКЦИЯ "КОРПОРАТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ"

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ШАГОВ В РАЗВИТИИ ЕИПП И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ ВЕРФЕЙ ГРУППЫ ОСК 22
Шамрай Ф.А., Санкт-Петербургский морской технический университет

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫМИ РАБОТАМИ В СУДОСТРОЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ МЕРИДИАН..... 23
Соловьев А.С., ПАО "Выборгский судостроительный завод", Щербаков И.В., ООО ПКБ "Петробалт", Власов В.А., ООО "ДАТА СИТИ"

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ: ПРИНЦИПЫ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ; ОЖИДАНИЯ И РИСКИ ДЛЯ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ 39
Кокушкин В.А., АО "ПМСОФТ"

РАЗРАБОТКА В АО "ЦКБ МТ "РУБИН" ПРОГРАММНО - АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА «ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ И СМЕШАННОЙ РЕАЛЬНОСТИ» 40
Трубицын В.С., Серветник И.П., АО "ЦКБ МТ "Рубин"

ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ И ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ 47
Прокофьев П., Новичков С., Сколковский институт науки и технологий

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ВЕРФИ 51
Бурмистров Е.Г., Паутова О.А., Лучков И.Н., Роннов Е.П., ФГБОУ ВО "Волжский государственный университет водного транспорта

СОВРЕМЕННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННАЯ СРЕДА ДЛЯ ПЕРСОНАЛА, РЕАЛИЗУЮЩАЯ КОНЦЕПЦИЮ DIGITAL WORKSPACE, НА БАЗЕ СИСТЕМЫ БОСС-КАДРОВИК 56
Кучик Е.К., АО "БОСС-Кадровик"

ТЕХНОЛОГИЯ ВИРТУАЛИЗАЦИИ В КОРПОРАТИВНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ АО "КОНЦЕРН "ЦНИИ "ЭЛЕКТРОПРИБОР" 58
Карташев Е.Н., Баженов А.Г., АО "Концерн "ЦНИИ "Электроприбор"

СЕКЦИЯ "СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ"

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ПРАВИЛ: ПОМОЩЬ ПРОЕКТИРОВЩИКАМ 63
Mirko Toman Fernandez, Лакизо А.В., SENER

ВМ зданий и сооружений верфи, как один из элементов концепции создания «ЦИФРОВОЙ ВЕРФИ» Средне-Невского Судостроительного Завода 76
Макеев С.М., АО "Средне-Невский судостроительный завод", Тучков А.А., Рындин А.А., ООО "Бюро ЕСГ"

ПРИМЕНЕНИЕ ПРАКТИК СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ 84
Пасынков Д.А., ГК "ПЛИМ Урал"

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВЫХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ 1D-МОДЕЛИРОВАНИЯ 87
Хламов Д.А., ГК "ПЛИМ Урал"

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ СУДОСТРОЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ПОДВИЖНЫХ СЕТОК.....	92
Маношина И.О., ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ"	
РАЗРАБОТКА КАЧЕСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА.....	94
Скороходов А.В., ООО "АВЕВА"	
ПЛАНИРОВАНИЕ, МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ ИСПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПРОЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	98
Быстров М.И., Котлов А.В., Молькова Ю.О., Шапошникова Т.В., АО "ОКБМ Африкантов"	
ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОРАБЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ СВЯЗИ	102
Гаазе М.В., Лычагин Н.И., Переходник М.И., ПАО "Интелтех"	
АСПЕКТЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ САПР ПРИ СОЗДАНИИ ИНСТРУКЦИОННОЙ МОДЕЛИ КОРПУСА СУДНА И МОДЕЛИ ИЗОЛЯЦИИ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	110
Захаренко А.В., АО "ЦМКБ "Алмаз"	
МАТЕРИАЛЫ КРУГЛОГО СТОЛА "ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ"	
РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ НА ПРИМЕРЕ ТЯЖЕЛОГО МЕХАНИЗИРОВАННОГО МОСТА ТММ-7.....	111
Боровков А.И., Санкт-Петербургский политехнический университет, Середохо В.А., АО «Средне-Невский судостроительный завод», Солдатов И.В., Лебедев Д.О., Карандашев А.Н., Санкт-Петербургский политехнический университет	
СЕКЦИЯ «РЕШЕНИЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ»	
КОМПЛЕКСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ. ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ.....	116
Рыжов И.Н., Демидов П.С., АО НИП «ИНФОРМЗАЩИТА»	
ОБ ЭФФЕКТИВНОМ УПРАВЛЕНИИ И ЗАЩИТЕ ДАННЫХ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	118
Преображенский Е.Ю., ООО «Периметрикс»	
АНАЛИЗ ОПЕРАЦИОННЫХ РИСКОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ПЛАТФОРМЫ НЕКСТБИ.....	119
Щенников С.В., ООО «НЕКСТБИ»	

Разработка и применение цифровых двойников в судостроении и кораблестроении¹

**А.И. Боровков,
Ю.А. Рябов,
А.Б. Агеев**

В рамках реализации Стратегии развития судостроительной промышленности на период до 2035 года и дальнейшую перспективу, в условиях разворачивающейся IV промышленной революции и поставленной Президентом Российской Федерации задачи по диверсификации оборонно-промышленного комплекса (ОПК) глобальная конкурентоспособность российского гражданского судостроения и военного кораблестроения может быть обеспечена только путем системной цифровой трансформации отрасли.

Цифровая трансформация военного кораблестроения должна быть направлена на формирование комплексного продукта – «цифрового корабля».

В Стратегии развития судостроительной промышленности на период до 2035 года и дальнейшую перспективу в разделе «Технологические тренды» отмечается:

«На развитие судостроения оказывают влияние глобальные технологические тренды. В ближайшей перспективе основной тенденцией станет совершенствование технологий компьютерного (цифрового) инжиниринга, при котором обеспечение всех этапов жизненного цикла судов и объектов морской техники, в т.ч. их создание будет осуществляться на основе виртуальных систем моделирования, 3D-проектирования и средств оптимизации.»

Предполагается, что основная часть (в долгосрочной перспективе – практически весь объем) испытаний при создании типовых образцов судов и морской техники будет проводиться в виртуальном пространстве, сократится (в долгосрочной перспективе –

¹Данная статья написана на основе аналитической записки «К вопросу формирования Концепции цифрового кораблестроения Российской Федерации», подготовленной 24 сентября 2018 года по запросу Минпромторга России, а также предложений для возможного включения в проект концепции создания цифровой верфи в рамках выполнения научно-исследовательской работы Средне-Невского судостроительного завода «Разработка концепции создания цифровой верфи» (шифр «Цифровая верфь»), подготовленных 22 ноября 2018 года по запросу АО «Средне-Невский судостроительный завод».

Основные концептуальные положения статьи обсуждались 11 апреля 2019 года в ходе заседания секции № 9 «Цифровой двойник в производстве ВВСТ» в рамках форума «Информационные технологии на службе оборонно-промышленного комплекса». Организатором секции № 9 выступил Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ), а модераторами – проректор по перспективным проектам СПбПУ А.И. Боровков и руководитель Центра цифровизации организаций оборонно-промышленного комплекса ФГУП «ВНИИ «Центр» А.Б. Агеев.

почти исчезнет) потребность в дорогостоящих испытательных стендах и установках с одновременным экспоненциальным ростом потребностей в мощностях по обработке и хранению информации. Использование систем 3D-моделирования позволит создавать «цифровых двойников» всех процессов и элементов, обеспечивая не только проектирование новых типов судов, но и модернизацию действующих.

Совместимость CAD/CAE/CAM/CAO и PLM-систем способствует переходу к системам управления жизненным циклом судна. Стороны, участвующие в использовании таких систем, получают возможность параллельной работы над моделями в режиме реального времени. Происходит переход к цифровым верфям, этот феномен постепенно охватывает все производственные мощности, сооружения и процессы, связанные с проектированием, производством, сборкой, эксплуатацией, техническим обслуживанием, ремонтом и утилизацией судна» [1].

Прежде всего, авторы статьи позволяют себе не согласиться с приведенным выше утверждением «в долгосрочной перспективе почти исчезнет потребность в дорогостоящих испытательных стендах». Конечно, это не так. Роль и значение базовых испытаний, базовых испытательных стендов и полигонов не исчезнет никогда, как бы, может быть, этого ни хотелось. Так как эксперименты и испытания, даже в случае тотальной цифровизации, будут играть важную роль экспериментальной основы для валидации математических моделей и вычислительных методов, особенно в сложных нестационарных нелинейных физико-механических процессах, в первую очередь, в гидродинамических процессах. Ну и конечно, натурные испытания будут всегда выступать в качестве «истины в последней инстанции», понимая, что они учитывают и специфические особенности производства, и отклонения от проектной документации, и влияние человеческого фактора, и многое другое, что могут не учитывать математические модели.

Тренды в судостроении и кораблестроении являются частью более глобальных трендов – стремительно разворачивающейся IV промышленной революции [см. подробнее: 2], которая в полной мере затрагивает Россию, ее высокотехнологичную промышленность и ОПК, формируя рамочные условия, в которых будут работать предприятия в обозримой перспективе [3].

Безусловно, передовой технологией, позволяющей выйти на мировой уровень формирования «цифрового корабля», является технология разработки и применения цифровых двойников (Digital Twin).

Цифровой двойник (Digital Twin)—это семейства сложных мультидисциплинарных математических моделей с высоким уровнем адекватности реальным материалам, реальным объектам / конструкциям / машинам / приборам ... / техническим и киберфизическим системам, физико-механическим процессам (включая технологические и производственные процессы), описываемых 3D нестационарными нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных[4].

Высокий уровень адекватности означает, что цифровой двойник должен обеспечивать отличие между результатами виртуальных и физических / натурных испытаний в пределах $\pm 5\%$. Именно в этом случае он имеет право называться цифровым двойником, в противном случае, это – электронная модель, цифровой макет, цифровой

прототип и т. д., которые предполагают использование традиционного подхода – «проектирование и доводка изделий через многочисленные и дорогостоящие испытания» [4].

Цифровой двойник должен и способен ответить на главные вопросы: «Где измерять?» и «Что измерять?», то есть указать критические зоны, в которых необходимо разместить датчики, и критические характеристики, которые необходимо измерять (например, деформации, температуру, давление, виброперемещения, виброускорения и т. д.), а уже затем – хранить, обрабатывать, передавать и защищать большие объемы информации (Big Data) [5]. То есть, цифровой двойник позволяет решить ещё одну важную задачу – значительно уменьшает объем «мусорной информации», смещая акцент на **генерацию данных**, формируя переход от Big Data к Smart Big Data.

Неотъемлемым элементом разработки и применения цифровых двойников является **многоуровневая матрица целевых показателей и ресурсных ограничений** (временных, финансовых, технологических, производственных, экологических и т. д.). Многоуровневая матрица целевых показателей и ресурсных ограничений предназначена для осуществления «балансировки» огромного количества конфликтующих между собой на разных этапах жизненного цикла целевых характеристик как объекта в целом, так и его компонентов и деталей в отдельности. Матрица целевых показателей позволяет отслеживать не только взаимное влияние компонентов на различных этапах жизненного цикла, но и в кратчайшие сроки вносить необходимые изменения и уточнения («управление требованиями и изменениями»), например, гибко реагируя на действия конкурентов и повышая те или иные характеристики, что обеспечивает непрерывный характер и уровень разработки глобально конкурентоспособной продукции, что представляет собой важнейшую особенность новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования на основе цифровых двойников.

Таким образом, цифровой двойник способен ответить на вопрос «Какие параметры в ходе разработки следует изменить, чтобы удовлетворить требованиям технического задания?» [5, с. 234–245] или своевременно внести в него обоснованные изменения и уточнения.

В настоящее время в российском судостроении и кораблестроении цифровые двойники отсутствуют.

Как правило, во всех отраслях ОПК разработаны и применяются модели, которые были созданы несколько десятилетий назад, зачастую – на основе упрощенных инженерных методик, которые не описывают в полном объеме реальное поведение конструкций, в нашем случае – кораблей и системы вооружений. Часто эти модели носят локальный характер и не валидированы, то есть не описывают с высокой степенью точности базовые эксперименты. Кроме того, отсутствуют модели и системы, взаимоувязывающие потоки данных, требования к изделиям, результаты натурных испытаний и математического моделирования работы изделий как на микро- и мезоуровнях, так и на макроуровне – уровне системы / комплекса.

Для системного создания цифровых двойников необходимо в первую очередь «перевести в цифровую форму» результаты физических экспериментов и натурных испытаний, которые представлены в отрасли – то есть разработать и валидировать математические модели высокого уровня адекватности реальным физико-механическим процессам. Эта работа может вестись по таким основным направлениям, как гидродинамика, комплексная прочность, акустика и вибрация, живучесть корабля, ледотехника, системы корабельного вооружения и т. д. и должна быть напрямую увязана с приоритетами по разрабатываемым и строящимся проектам кораблей.

Перевод в цифровую форму результатов физических экспериментов и натурных испытаний (разработка математических моделей высокого уровня адекватности) позволит наряду с классической триадой

физические испытания => стендовая база => натурные испытания (в море)

дополнительно внедрить в практику судостроения и кораблестроения современную триаду

виртуальные испытания ⇔

⇔ виртуальные испытательные стенды ⇔

⇔ виртуальные испытательные полигоны.

Тем самым станет возможным организовать и реализовать на практике специализированный бизнес-процесс «цифровая сертификация», основанный на тысячах виртуальных испытаний как отдельных компонентов, так и всей системы в целом. Это в свою очередь позволит осуществить переход к новой парадигме цифрового проектирования и моделирования на основе цифровых двойников, что обеспечит существенное снижение объемов дорогостоящих и длительных физических экспериментов и натурных испытаний, тем самым радикально повысив скорость разработки и принятия на вооружение кораблей нового поколения, превосходящих по тактико-техническим характеристикам образцы ведущих зарубежных разработчиков.

В последующем увеличение типов виртуальных испытаний и роста их числа по отношению к натурным позволит перейти к формированию «умных» цифровых двойников (Smart Digital Twin), учитывающих технологии производства, последовательность сборки, сооружения, строительства, и цифровых теней (Digital Shadow), обеспечивающих получение информации на этапе эксплуатации и послепродажного сервисного обслуживания. Применение цифровых теней позволит, с одной стороны, оптимизировать процесс эксплуатации, а с другой стороны, и это главное, – значительно повысить уровень проектирования техники нового поколения.

Очевидно, что сложность поставленных задач, а глобально речь идет о формировании «цифрового корабля», требует создания под каждую такую задачу проектного консорциума, охватывающего представителей из всех звеньев цепочки «цифровой НИИ => цифровое КБ => цифровая верфь => цифровая эксплуатация». Например, важной проблемой в отечественном судостроении является синхронизация

проектирования, строительства, работ с поставщиками и эксплуатантами (в особенности, технического обслуживания и ремонта).

Однако в ряде случаев, для решения наиболее сложных инженерно-технологических задач – «проблем-вызовов» – может потребоваться включение в состав проектных консорциумов организаций, находящихся вне контура отрасли, но обладающих передовыми цифровыми технологиями и компетенциями мирового уровня и способных осуществлять кросс-отраслевой трансфер передовых подходов и технологий из других высокотехнологичных отраслей, где схожие задачи уже решены.

Таковыми организациями, готовыми активно включаться в создание цифровых двойников на основе переведенных в цифровую форму результатов физических экспериментов и натурных испытаний, которые накоплены в отрасли, являются, например, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ), Центр компетенций НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» (Центр НТИ СПбПУ), Инжиниринговый центр «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab[®]) СПбПУ и группа компаний CompMechLab[®]. Они обладают успешным опытом выполнения проектов – разработки цифровых двойников – в интересах таких ведущих компаний отрасли, как Средне-Невский судостроительный завод, ЦНИИ судового машиностроения, СПМБМ «Малахит», Пролетарский завод и др.

Литература

1. Стратегия развития судостроительной промышленности на период до 2035 года. – URL: http://minpromtorg.gov.ru/docs/#!strategiya_razvitiya_sudostroitelnoy_promyshlennosti_na_period_do_2035_goda (дата обращения: 24.06.2019).
2. Мировая технологическая повестка и глобальные тенденции развития промышленности в условиях цифровой экономики / А.И. Боровков, Л.А. Щербина, В.М. Марусева, Ю.А. Рябов // Инновации. – 2018. – № 12 (242).– С. 34–42. – URL: http://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2019/03_march/15/borovkov12_v2.pdf (дата обращения: 24.06.2019).
3. Цифровые двойники и цифровая трансформация предприятий ОПК / А.И. Боровков, Ю.А. Рябов, К.В. Кукушкин, В.М. Марусева, В.Ю. Кулемин // Оборонная техника. – 2018. – № 1. – С. 6–33. – URL: http://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2018/05_may/17/oboronnaya-technika.pdf (дата обращения: 24.06.2019).
4. Эксперты Ассоциации «Технет» приняли участие в подготовке доклада РАНХиГС «Государство как платформа: люди и технологии». – URL: <https://technet-nti.ru/news/6852> (дата обращения: 24.06.2019).

5. Боровков А.И., Рябов Ю.А. Цифровые двойники: определение, подходы и методы разработки // Цифровая трансформация экономики и промышленности: сборник трудов научно-практической конференции с зарубежным участием, 20–22 июня 2019 г. / под ред. д-ра экон. наук, проф. А.В. Бабкина. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – 780 с. – URL:http://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2019/06_june/24/INPROM_Cifrovye_dvoyniki.pdf(дата обращения: 24.06.2019).(дата обращения: 24.06.2019).