

ЭКОНОМИКА

Научная статья

УДК 338.47:004

ЦИФРОВИЗАЦИЯ СУДОСТРОЕНИЯ В РОССИИ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ МИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ

Е.А. Эннс¹, Е.А. Заостровских^{1,2}

¹Дальневосточный федеральный университет,

Политехнический институт (Школа),

п. Аякс 10, г. Владивосток, о. Русский, 690922;

²Институт экономических исследований ДВО РАН,

ул. Тихоокеанская 153, г. Хабаровск, 680042,

e-mail: enns@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-3148-4998>;

e-mail: zaost@ecrin.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7447-0406>

В настоящее время цифровизация – основная тенденция развития мирового и отечественного судостроения. Предполагается, что цифровизация судостроения позволит автоматизировать процессы производства, а также преобразовать подходы и методы управления. Исследованы процессы трансформации цифровизации судостроения, происходящие в мире и в России. Раскрыто понятие цифровизации и её особенности применительно к судостроительной отрасли. Изучены положительные аспекты цифровой трансформации судостроения и проанализированы её отрицательные последствия. Выделены мировые тренды, определяющие основные направления развития цифровизации судостроения, такие как робототехника, искусственный интеллект, цифровой двойник, блокчейн, 3D-печать, Интернет вещей. Представлены передовые подходы к развитию цифровизации судостроения в Германии, Республике Корея и Австралии. Особый акцент сделан на исследование особенностей цифрового судостроения в рамках Индустрии 4.0. Отдельное внимание уделено особенностям цифрового судостроения в России. Выделены достоинства и недостатки в становлении и развитии цифрового российского судостроения. Отмечены ключевые направления цифровизации судостроения. Сформулированы некоторые рекомендации по дальнейшему развитию и цифровой трансформации отечественного судостроения.

Ключевые слова: цифровизация судостроения, технологии искусственного интеллекта, робототехника, искусственный интеллект, цифровой двойник, блокчейн, 3D-печать, Интернет вещей.

Образец цитирования: Эннс Е.А., Заостровских Е.А. Цифровизация судостроения в России через призму мировых тенденций // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 4. С. 105–116. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-105-116.

Введение

На сегодняшний день цифровизация – это явление, которое наблюдается во всех ключевых областях и сферах. Судостроение не является исключением. Промышленные предприятия прилагают определённые усилия для того, чтобы совершить переход – осуществить цифровую трансформацию. Цифровая трансформация – это многогранное и сложное понятие, которое в контексте промышленного развития означает следующее: во-первых, перестройка всех производствен-

ных мощностей на новый лад, что выражается не просто в автоматизации, которая до этого и так совершилась, но и в активном использовании цифровых технологий, тотальном технологическом обновлении; во-вторых, использование технологий искусственного интеллекта, больших данных, цифровых двойников и пр., за счёт которых снижаются издержки, а также сокращается производственный цикл, обеспечивается экономический рост; в-третьих, вырабатываются качественно новые подходы и управленческие методы [14].

Материалы и методы исследования

Методологической основой данной работы явились различные способы исследования: аналитический, сравнительный, экспертный. Источники данных, используемые для анализа в этой статье, включают вторичные данные, взятые из официальных отчётов судостроительных компаний и отраслевых сайтов.

Целесообразно теперь более подробно раскрыть основные моменты, в которых отражается цифровая трансформация. Так, отечественные контрагенты и поставщики сырьевых ресурсов в области судостроения переходят на электронные бизнес-платформы, используют соответствующие цифровые сервисы. С одной стороны, это значительно упрощает как коммуникацию, так и сопутствующие бизнес-процессы. С другой стороны, возникает потребность в том, чтобы сохранить целостность соответствующего бизнес-сообщества, обеспечить синхронность в развитии. Поэтому так важна единая технологическая и информационная база, а также общие принципы, которых будут придерживаться все участники. Функционирование и развитие такого рода базы необходимо именно в контексте Индустрии 4.0.

Цифровые технологии на сегодняшний день – это не просто инструмент, за счёт которого повышается конкурентоспособность отечественных производителей и отрасли в целом, но и жизненно необходимое средство, которое гарантирует, что субъект (поставщик или производитель) останется на рынке. Именно цифровые технологии обеспечивают, с одной стороны, значительное повышение качества судостроения, с другой стороны – снижают себестоимость производства, сокращают сроки изготовления судостроительной продукции. Кроме того, нельзя также игнорировать и тот момент, что за счёт цифровизации можно в полной мере соблюсти принцип устойчивого развития в контексте судостроения.

Итак, для большей наглядности целесообразно охарактеризовать цифровую трансформацию промышленности, выделить основные признаки и принципы, по которым она развивается.

Как уже было отмечено, цифровая трансформация представляет собой внедрение ряда технологий и современных принципов, инструментов в производственные и бизнес-процессы. Прежде всего, цифровизация обладает технологической стороной, так как предполагает, что внедряются соответствующие технологии, используется современное оборудование, программное обеспечение и пр. С другой стороны, речь идёт

об управленческих и корпоративных принципах, о новых инструментах в коммуникации и пр. Как итог: повышается не просто производительность, увеличиваются технологические мощности, но также сотрудники становятся более продуктивными, а уровень сервиса в контексте работы с клиентами улучшается [15].

Когда речь идёт о цифровизации отдельно взятого предприятия – имеется ввиду его полное внешнее и внутреннее преобразование, обновление. Однако, цифровизация отрасли – уже более сложное явление, которое предполагает не просто трансформацию совокупности предприятий, но и нечто большее: меняется сама внутренняя и внешняя среда. Цифровая трансформация всегда осуществляется в тесной связи с целым рядом других экономических, информационных, технологических процессов.

Необходимо отметить, что цифровая трансформация охватывает разные отрасли и предприятия. Можно условно их поделить на виртуальные компании и компании реальные. Соответственно, по такому признаку трансформация имеет свои особенности, не говоря уже, что также специфику трансформации во многом определяет сама по себе отрасль.

Виртуальный сектор включает в себя провайдеров, операторов связи, Интернет-СМИ, а также предприятия и компании, которые функционируют исключительно при помощи онлайн-платформ.

В реальном секторе всё аккумулируется, напротив, на материальных ресурсах, на активах, которые относятся именно к физическому миру. Компании собирают данные для того, чтобы создать и использовать цифровые двойники. При помощи цифровых двойников можно выявить особенности использования тех или иных инструментов, способов производства и управления и пр.

Виртуальные компании уже давно трансформировались. Можно отметить, что, собственно, сама по себе цифровая трансформация и явилась главной подоплёкой образования виртуальных компаний. Компании реального сектора, в любом случае, всегда будут тесно связаны с ресурсами физического мира. Однако это не означает, что им не под силу цифровая трансформация. Напротив, в определённом смысле их цифровая трансформация будет заметна гораздо больше, нежели в виртуальном секторе, так как в последнем цифровые технологии сливаются с существующими активами и ресурсами компании [13].

Анализ цифровизации судостроения в мире

В настоящее время свыше половины промышленных предприятий развиваются по уже разработанной программе цифровой трансформации. Причём около четверти предприятий перестраиваются на новый лад менее чем за год, а остальные предприятия проходят трансформацию в течение нескольких лет. Данные показатели относятся по большей части к крупным игрокам, которые лидируют в судостроительной отрасли.

При всём этом большая часть предприятий запускает очень много пилотных проектов. Это означает, что пока цифровая трансформация не охватывает в полной мере всё производство, а обладает ограниченным по времени и объёмам действия характером. Тем не менее, даже такие результаты на сегодняшний день можно считать значительными.

Пилотный проект создаётся и реализуется для того, чтобы технологии, которые предполагается использовать в дальнейшем на постоянной основе, были протестированы, можно было выявить и устранить ошибки, недостатки, а также морально подготовить сотрудников к трансформации. В целом цифровую трансформацию сегодня можно рассматривать как основу для инновационного и инвестиционного развития предприятия.

Что ещё немаловажно отметить, так это то, что именно за счёт цифровых технологий так называемый «порог входа» во многих отраслях стал значительно ниже. С одной стороны, это хорошо, так как очень многие молодые компании могут выйти на рынок. С другой стороны – появляется значительное количество конкурентов. При этом конкуренция стимулирует развитие отрасли в целом, повышение качества и объемов производимой продукции [10].

За счёт цифровой экономики появляется значительное количество возможностей для отдельных предприятий и отрасли в целом. Сокращаются затраты таких ресурсов, как время, кадровые ресурсы, материальные средства и пр.

Итак, можно выделить следующие положительные стороны цифровой трансформации:

- производственные мощности оптимизируются – вычисляется идеальное соотношение между затрачиваемыми ресурсами и получаемыми выгодами;
- производительность труда возрастает, так как многие процессы не просто автоматизируются, а применяются качественно новые технологии, в том числе искусственный интеллект;
- значительно оптимизируются управленческие

процессы – во-первых, благодаря цифровым технологиям стало возможно рядом процессов управлять дистанционно, осуществлять контроль на расстоянии; во-вторых, использовать инновационные методы управления, менеджмента, маркетинга и коммуникации в целом, а также обеспечить децентрализованное управление, которое в нынешних реалиях наиболее эффективно;

- значительно снижаются угрозы – как экономические, так и технологические. Так, автоматизированные процессы протекают максимально обособленно от влияния человеческого фактора, таким образом, возрастает качество продукции, а также снижаются риски, связанные с разного рода авариями, чрезвычайными происшествиями и пр.

При всех обозначенных положительных характеристиках цифровой экономики имеются и некоторые недостатки, которые также целесообразно обозначить:

- появление новых угроз информационной безопасности, а также чрезмерная зависимость от технологий. Так, например, если будет совершена какая-либо атака или цифровая технология выйдет из строя, то могут остановиться производственные мощности;
- сокращаются рабочие места, что неизменно приводит к безработице. Даже те специалисты, которые имеют возможность повысить квалификацию и получить новые знания, приобрести необходимые навыки, могут столкнуться с тем, что временно им будет недоступно трудоустройство, так как сначала необходимо переобучиться;
- кадровый потенциал может снижаться, и связано это с тем, что специалисты просто не успевают за развитием новых технологий. Так, для того, чтобы эффективно работать с искусственным интеллектом, Интернетом вещей и другими цифровыми технологиями, необходимо иметь определенные знания и опыт;
- системное мышление сокращается, так как на его смену приходит компьютерное. С одной стороны, мышление становится скоростным, однако, с другой стороны, – достаточно поверхностным, ввиду того, что подчиняется одним и тем же алгоритмам. Таким образом, трудно должным образом выработать реакции на определённые нестандартные ситуации. Кроме того, практически отсутствует комплексно-целевое и причинно-следственное мышление;

- снижается креативность – идеи лежат «на поверхности», буквально в свободном доступе. Такой подход считается выгодным и наиболее быстрым. При этом не создаётся что-либо оригинальное. Все идеи подчиняются общим, стереотипным правилам.

В рамках Промышленности 4.0 предполагается создание «умных заводов», которые будут представлять собой систему, компоненты которой тесным образом связаны друг с другом. При всём этом планируется, что производство будет строиться вокруг потребительских интересов. Кроме того, как уже отмечалось, цифровые технологии позволят реализовать в полной мере принцип устойчивого развития, в соответствии с которым экономится энергия, а отходы производства максимально могут быть переработаны.

Огромным преимуществом является то, что человек освободится от механической и тяжёлой работы, дабы выполнять более творческую работу, которая требует креативного подхода и интеллектуальных усилий. В результате предполагается, что все промышленные специалисты будут объединены, создадутся условия, в которых сформируется самообучающаяся сеть, что предполагает постоянный обмен опытом.

Проанализировав основные особенности цифровой трансформации, стоит далее исследовать специфику мирового опыта цифровой трансформации судостроения. Прежде всего, необходимо отметить, что за счёт использования цифровых технологий значительно повышается качество проектирования. Автоматизированное проектирование позволяет не только реализовывать комплексные и эффективные решения, но также делать точные прогнозы относительно того, как именно могут быть усовершенствованы те или иные технологические производственные процессы.

За счёт таких инструментов, как «Siemens Digital Industries Software NX» или «Dassault Systemes CATIA», можно в виртуальном пространстве смоделировать определённые объекты морской техники. А при помощи таких специализированных решений, как FORAN (Siemens) или AXTVA (Schnider), можно интегрировать процессы проектирования и производства, тем самым увеличив эффективность деятельности судостроительной компании [19].

Производственные процессы могут быть гораздо более эффективными только за счёт того, что используются те или иные передовые технологии. В пример можно привести такое решение, как AVEVA Integrated Shipbuilding. Данная техно-

логия позволяет в реальном времени координировать производственный процесс за счёт того, что анализируются актуальные проектные данные. В результате также намного снижаются риски, связанные с допущением разных ошибок и пр. [20]. Ещё одной актуальной технологией является Siemens Digital Industries Software. Данная технология принадлежит к «цифровым двойникам». С её помощью возможно моделирование производственных процессов, что, в свою очередь, позволяет выявить слабые места и предпринять все необходимые меры для их устранения [17].

Также цифровые технологии – это инструменты, при помощи которых ремонт и техническое обслуживание становятся наиболее эффективными (ТОиР). Так, в качестве примера можно назвать платформу PTC ThingWorx. Данная платформа позволяет в реальном времени контролировать производственное оборудование. За счёт этого организуется предиктивное техническое обслуживание. Соответственно, производственный процесс становится более безопасным и эффективным – ведь риски того, что возникнут незапланированные простои, сведены к минимуму [16].

Также есть и другая цифровая платформа – DNV GL Veracity. Эта платформа является эффективным инструментом для того, чтобы анализировать, в каком состоянии находится флот, а также для создания наиболее оптимальных графиков технического обслуживания и ремонта [18].

Кроме того, именно цифровые технологии становятся на сегодняшний день ключевым инструментом, при помощи которого значительно повышается эффективность обучения и подготовки специалистов в области судостроения и судоходства. Например, при помощи моделирования в виртуальной реальности отрабатываются определённые практические навыки: как в сфере технического обслуживания, так и в производственной области, а также в сфере управления морской техникой. За счёт цифровых технологий создаётся безопасная, а главное – контролируемая среда. Можно один и тот же навык отработать в самых разнообразных ситуациях.

Такие системы автоматизированного проектирования разработки, как Dassault Systemes, FORAN (Siemens), Siemens Digital Industries Software, PTC, AVEVA (Schnider), вызывают массу положительных эффектов: значительно сокращаются затраты, повышается качество проектирования. Цифровые двойники также вызывают положительные эффекты – не просто оптимизируются все, даже самые сложные производственные про-

цессы, но также сокращаются издержки и риски, связанные как с техническим обслуживанием, ремонтом, так и с вынужденным простоем [21].

Следующими ключевыми технологиями в рамках Индустрии 4.0 являются ИИ (Искусственный интеллект) и Интернет вещей («умные вещи») [3]. Данные технологии используются для того, чтобы контролировать функционирование флота и судовое обслуживание в реальном времени. Как следствие – значительно повышается безопасность, а мореплавание становится более эффективным. Применение ИИ ещё на этапе проектирования значительно увеличивает общую эффективность, вследствие чего судостроительный бизнес становится более рентабельным.

В целом цифровые технологии представляют собой единую систему оптимальных решений в контексте судостроения. При этом не всё так просто: наблюдается необходимость обучать и переобучать специалистов, которые смогут не только заниматься разработкой такого рода технологий, но и их внедрением, последующим применением и управлением. Поэтому имеется довольно острая потребность в реформировании существующих образовательных программ, а также в разработке новых. Ещё одним немаловажным вопросом является кибербезопасность. По мере внедрения Интернета вещей всё больше возникает самых разнообразных рисков и угроз, связанных с кибернетической и информационной безопасностью. Кибератаки могут вывести из строя оборудование, нарушить производственный процесс и т.д.

Раскрывая мировой опыт и тенденции, стоит обратить внимание, что такой термин, как «Индустрия 4.0», носит общеупотребимый характер. Он обозначает комплексную интеграцию цифровых технологий, цифровую трансформацию в промышленности в целом. «Индустрия 4.0» – это наименование Национальной стратегической инициативы правительства Германии. Данную инициативу разрабатывают Министерство науки и образования, а также Министерство экономики и энергетики ФРГ. Она является структурным компонентом «Стратегии развития высоких технологий 2025» [4] и должна быть реализована в течение 10–15 лет.

Особенностью данной инициативы является серьёзная поддержка со стороны всех органов власти. В её реализации используется системный подход, в результате чего проект успешен и его название стало нарицательным для цифровой трансформации всей промышленности.

Можно обозначить ряд перспективных на-

правлений, которым уделяется наибольшее внимание:

- телекоммуникационные технологии;
- методы обработки больших данных для бизнеса;
- автономные системы доставки (роботы и дроны);
- Интернет вещей – многие технологии и даже процессы становятся «умными».

В Германии успешно функционирует специальная платформа-140, которая позволяет наиболее эффективно использовать соответствующие сервисы и продукты [2, 8].

Таким образом, опыт Германии является передовым. Однако, в других странах также наблюдается значительная цифровая трансформация, хотя стоит отметить, что они пошли по иному пути. Так, например, США, Великобритания, Франция делали акцент на том, чтобы поддерживать стартапы и формировать инновационные кластеры. При этом на сегодняшний день за основу всё же берётся опыт Германии, делается упор на более централизованный подход. Можно отметить активное развитие таких платформ, как Industrial Internet Consortium (США), Industrial Internet Consortium (Франция), Robot Revolution Initiative (Япония).

Флагманом в мировом судостроении можно считать верфь Hyundai Heavy Industries (HHI) Республики Корея. Дата основания верфи – 1972 г. Сегодня это крупнейший судостроитель в мировом пространстве. Верфь поставила 324 суда в 52 страны мира. Директор департамента технологий судостроения Hyundai Heavy Industries Ким Чжэ Ыль заявил следующее: «Наша компания завершает цифровую трансформацию в области судостроения, реализуя построение «Цифровой верфи» [7].

Нельзя не отметить и подписание соглашения с компанией AVEVA, которая лидирует на мировом рынке в области промышленного программного обеспечения. В рамках соглашения планируется сотрудничество для осуществления цифровой трансформации, направленное на создание умной производственной инфраструктуры, в том числе качественно новой системы проектирования и управления производственными циклами (Product Lifecycle Management), «Цифровая верфь» (Digital Enterprise Shipyard) и др. [3].

Ещё одна крупная верфь – австралийская Austal Australia. Верфь была образована в 1988 г. и проектирует, строит, а также обслуживает оборонные суда за пределами США. В течение 30 лет

было построено больше 300 судов для более чем 100 операторов в 54 странах. При строительстве и дальнейшем обслуживании используются самые передовые технологии: виртуальные системы моделирования, управляемые роботы, модульное производство, системы контроля и мониторинга оборудования и систем судна (в том числе удаленного) [12].

Указанные выше верфи строят как гражданские суда, так и военные корабли. Технологии, применяемые при строительстве, во многом схожи. Так, танкеры типа Афрамекс (Aframax) дедейтотом от 80 тыс. тонн до 120 тыс. тонн ННН верфи строят не более года.

Далее стоит перейти к рассмотрению цифровых технологий, интегрированных в ответственное производство в рамках отрасли судостроения. Следует сразу обратить внимание на то, что цифровизации подвергается как гражданское, так и военное судостроение.

Пожалуй, лидируют такие технологии, как Искусственный интеллект и большие данные [8]. За счет автоматизации и использования цифровых технологий кардинальным образом меняются методы и инструменты работы, улучшается качество, увеличиваются эффективность, производительность и надежность. Кроме того, весь процесс становится более стабильным и предсказуемым. Также в отрасли судостроения очень часто не хватает трудовых ресурсов, и этот недостаток также компенсирует применение соответствующих технологий.

Ещё одной важной технологией является блокчейн. Указанная технология позволяет должным образом обеспечить распределение и перераспределение важнейшей информации до каждого субъекта (участника). На протяжении всего длительного производственного процесса могут видоизменяться те или иные структурные компоненты. За счёт использования блокчейна сохраняются соответствующие цифровые записи. Поэтому на любом этапе можно понять, как меняется конструкция корабля или какое сырьё использовалось и пр. В результате все участники процесса строительства судна должным образом информированы, что исключает любой человеческий фактор и любые пробелы на этот счёт.

Также следует упомянуть и об использовании 3D-печати в судостроении, за счёт которой оперативно заменяются отдельные детали. Запасные детали теперь можно легко «напечатать», а информация в отсканированном виде хранится в большом объёме и для этого не требуются какие-

либо специальные ресурсы. Кроме того, удобство заключается и в том, что запасные детали могут быть «напечатаны» непосредственно там, где находится судно и, соответственно, где осуществляется его ремонт.

3D-печать как инструмент очень полезна, если нужно изготовить сложные узлы, детали, увидеть прототип готового изделия. При помощи указанного инструмента также можно изготовить чертежи, которые являются основой для процесса проектирования, инженерных расчётов и написания программ. На верфях получаемые из проектно-конструкторских бюро 3D-модели помогают более эффективно производить процесс раскроя металла, моделировать прокладки трубопроводов и кабельных трасс [11].

Промышленный Интернет вещей – ещё одна важная технология, о которой уже несколько раз упоминалось выше. Облачная инфраструктура не только значительно экономит время, которое затрачивается при обычных условиях руководством для того, чтобы принять и реализовать соответствующие стратегические решения, но и обеспечивает прозрачность, а также доступность всего процесса.

Также использование промышленного Интернета вещей облегчает работу инженеров в процессе технического обслуживания: сокращаются разного рода сбои, надёжность активов возрастает, а производственный цикл становится более гибким за счет того, что уменьшаются простои. Указанная технология позволяет сформировать полную картину о следующих основных моментах: в каком состоянии находится судно, какие осуществлялись судовые операции и пр. Соответственно, владея всей полной информацией, можно значительно улучшить жизненный цикл корабля, следовательно, потребность в реинжиниринге новых проектов также снижается.

Промышленный интернет – это база, на основе которой могут создаваться новые бизнес-модели. Так, например, речь может идти о цифровизованной экосистеме, которая выступает как инструмент для того, чтобы эффективно управлять сквозными операциями. Конечно, раскрыть весь потенциал данной технологии ещё только предстоит. Постепенно судостроительные компании интегрируют интеллектуальные датчики, облако и аналитику для более эффективного мониторинга. Кроме того, это в условиях реального времени позволяет проложить оптимальные маршруты.

Применяется и роботизация, которая постепенно усовершенствуется: так, если относительно

недавно роботы выполняли лишь механические действия, то сегодня они уже могут выполнять более сложные операции и справляются с гораздо большим количеством задач.

Другим перспективным инструментом выступают цифровые двойники. Процесс судостроения обладает сложностью и многогранностью. Поэтому очень важно спрогнозировать несколько ситуаций и посмотреть, как в той или иной ситуации будет функционировать судно. Такой анализ позволяет выявить целый ряд недостатков, проблемных моментов, чтобы их скорректировать, разработать высококачественные решения.

Соответственно, данные о жизненном цикле судна крайне важны, так как, располагая ими, можно обеспечить создание сложных операционных симуляций, чтобы в дальнейшем скорректировать те или иные решения. Для решения этой задачи привлекаются именно цифровые двойники.

Крайне важно дать максимально точные прогнозы относительно того, сколько будут служить такие базовые детали и компоненты, как судовой двигатель, корпус, электрические системы и пр. Цифровые двойники позволяют в крайне изменчивой среде оптимизировать прогнозную аналитику. Изменчивость окружающей среды обуславливает одновременное воздействие ряда факторов: это и погода, и сам процесс сборки, а также различные ситуации эксплуатации.

Таким образом, применение цифровых двойников с одновременным использованием искусственного интеллекта обеспечивает выполнение следующих первостепенных задач: диагностика неисправных деталей или систем; облегчение технического гарантийного обслуживания; прогнозирование эффекта изменений или модификации за счет моделирования и анализа оперативных данных [4].

Цифровизация судостроения в России и её особенности

Отечественное судостроение развивается не просто в направлении использования цифровых технологий, а в направлении их сочетания, комбинирования. Такая тенденция связана с тем, что в современных реалиях больше невозможно и нецелесообразно абстрагироваться от цифровизации. Цифровые процессы интегрировались во все ключевые сферы, и производственный сектор не является исключением.

Так, в судостроении российские предприятия нередко прибегают к привлечению специалистов, которые могут предоставить информацию о новейших технологиях, оказать помощь

по внедрению и использованию тех или иных инструментов. Например, российскими предприятиями были привлечены консультанты KPMG, которые внесли следующий основной вклад в их деятельность: помогли снизить потребление ферросплавов в процессе производства стали; спрогнозировали дефекты сталеπροката на ранних производственных этапах; оптимизировали установку фракционирования газа; дали прогнозы засорения ректификационной колонны.

Цифровая трансформация предполагает активное использование промышленного Интернета вещей – ПИВ, Industrial Internet of Things, IIoT. ПИВ – многоуровневая система, в состав которой входят КИПиА, установленные на узлах и агрегатах предприятия:

- средства передачи собираемых данных и их визуализации;
- компьютеризация всех рабочих мест на предприятии;
- объединенные в единую информационную сеть парк оборудования и рабочих мест;
- аналитические инструменты автоматической интерпретации получаемой информации по Интернет-протоколу, в т.ч. минуя человека-оператора, для повышения эффективности или предотвращения нештатных ситуаций.

То, какой эффект будет достигнут, зависит от специфики самого предприятия и особенностей его функционирования. Как уже отмечалось, трансформация охватывает всю отрасль в целом, так как каждое предприятие стремится поддерживать свою конкурентоспособность на должном уровне. Соответственно, если какое-либо одно предприятие-конкурент внедряет ту или иную технологию, практически моментально внедрением подобных технологий озаботятся и все остальные участники рынка.

Обсуждение результатов исследования

В настоящее время лидером в российском судостроении является Объединенная судостроительная корпорация (ОСК), в которой активно идут процессы цифровизации [1]. Здесь реализуют несколько амбициозных программ, например, цифровизация предприятий ОСК по программе «100% цифра», использования больших данных (big data), внедрение методологии «точка принятия решений» (stage gate).

Программа «100% цифра» ОСК реализует проект «Создание единого проектно-производственного пространства ОСК», который включает в себя переход к 3D-моделированию в едином пространстве.

Внедрение методологии «точка принятия решений» (в ОСК – «контрольные точки») связано с повышением эффективности управления производственным процессом. Каждый проект разбивается на контрольные точки, для которых составляется перечень задач. Контрольная точка считается пройденной, если успешно выполнены все задачи. В случае отклонения от намеченного плана разрабатывается комплекс мероприятий, которые позволяют наверстать отставание или компенсировать отклонения до следующей контрольной точки.

Цифровизация движется во всех направлениях: от уровня флотской науки и корпораций до внедрения конкретных решений и технологий на отдельных предприятиях, или даже в рамках отдельных заказов или проектов. Основные задачи, которые решают или которые еще предстоит решить российской судостроительной отрасли:

- цифровое проектирование – одно из первых масштабных направлений цифровизации; ещё в январе 2020 г. Президент России В.В. Путин призвал включить в тактико-технические задания перспективных кораблей требование о том, чтобы вся конструкторская документация была в электронном виде [9];
- создание полностью отечественной CAD- или PLM-системы, не уступающей зарубежным аналогам;
- информационные модели (ИМ) объектов морской техники – это переход от физических испытаний к математическим расчётам;
- виртуальное прототипирование, применяется для приемки моделей помещений, визуализации и расчетов посадки вертолета на корабль и других задач;
- «цифровая верфь» предприятий ОСК;
- накопление «больших данных» (big data) и постепенный переход к их анализу;
- «цифровой ремонт» на базе отечественных систем;
- «онлайн-диспетчерские» судостроения – это возможность отслеживать и контролировать процессы разработки и производства объектов морской техники.

Таким образом, сектор судостроения подвергается серьёзной трансформации: используются более экологичные, надёжные и эффективные с точки зрения энергетической ёмкости суда; осуществляется проектирование новых судов, которые обладают улучшенными характеристиками, а также строительство и эксплуатация которых вызывают значительно более низкие издержки.

Можно прийти к выводу, что цифровая

трансформация судостроения в российском государстве направлена на то, чтобы создать особые интеллектуальные верфи. Такие верфи отличаются эргономичностью, адаптивностью, ресурсоэффективностью и возможностью интеграции [6].

На отечественных верфях процессы цифровизации охватывают только отдельные участки производства и проектирования, требуется более активное внедрение новых цифровых технологий в практику их работы. 3D-моделирование элементов судна должно объединяться в единую среду обработки данных с их взаимосвязанностью в процессе внедрения. Отличие цифровой верфи от традиционной – в огромном объёме структурированных данных, используемых для прогнозирования и принятия обоснованных решений.

В России сейчас идёт создание цифровой верфи на Онежском судостроительно-судоремонтном заводе, полностью интегрированной в виде единой информационной системы [8]. Ввод в действие цифровой верфи планируется на 2024 г. Данный проект должен стать образцом для других российских судостроительных предприятий.

При этом наблюдаются определённые недостатки:

- во-первых, большая часть технологий – это пилотные проекты, которые пока только тестируются и не действуют постоянно;
- наблюдается эффект цифрового неравенства, когда цифровые технологии используются в разных регионах неравномерно. Так, в частности, 3D-моделирование чаще используется пока на Дальнем Востоке;
- внедрение ряда цифровых технологий сопряжено с весомыми затратами как для отдельных предприятий, так и для отрасли в целом.

Кроме того, нельзя игнорировать тот факт, что пока российский экспорт занимает не лучшие позиции. С одной стороны, это связано с тем, что азиатские верфи занимают прочную позицию и от них поступает огромное количество предложений. С другой стороны, российский экспорт пока и не может предложить те или иные технологии, оборудование, так как наблюдается существенное технологическое отставание. Как вариант, необходимо создать единую ИТ-платформу, на основе которой будет функционировать система данных, аналитики и прочих инструментов. Это позволит не просто эффективно разрабатывать продукты, но и апробировать их, в режиме реального времени устранять недочёты и ошибки. Это будет своего рода экосистема, которую для начала стоит запустить на нескольких предприятиях как пилотные

проекты, а затем, после апробирования, стандартизировать и ввести на остальных предприятиях отрасли. Это позволит обеспечить создание готовых решений, чтобы производить разные типы кораблей и интегрировать в одну ИТ-среду.

Также важно уже сейчас уделять внимание подготовке специалистов в области судостроения и технического обслуживания, управления. Для этого целесообразно активно использовать интеллектуальные технические средства обучения, которые позволят создать, с одной стороны, безопасные условия, а с другой – условия, максимально приближенные к реальности. В этих условиях специалисты смогут отрабатывать огромное количество ситуаций, а также формировать необходимые в работе психофизиологические качества. Могут моделироваться аварийные либо нестандартные ситуации, например, кратные аварии на корабле; затопление, возгорание и пр.

Можно выделить ключевые векторы развития в контексте цифровизации судостроения и промышленного производства:

- важно до минимума сократить цифровое неравенство, причем как в контексте гражданского, так и в контексте военного судостроения. Во всех регионах на одинаковом уровне должны использоваться необходимые цифровые технологии;
- в перечень «жизненно необходимых» цифровых технологий должны входить 3D-моделирование и 3D-печать, блокчейн-технологии, роботы, ИИ и цифровые двойники;
- цифровизация судостроения должна выступать как первостепенная задача, и, соответственно, государство в статьях бюджетных расходов должно делать особый акцент на ее финансирование;
- необходимо создать единую ИТ-систему, которая объединит все субъекты судостроения и промышленности;
- цифровые платформы и технологии должны активно использоваться в процессе обучения специалистов в области судостроения.

Все эти направления – ключевые в цифровой трансформации отечественного судостроения. Необходимо предпринять соответствующие меры для того, чтобы такая трансформация была успешной и осуществилась в более короткие сроки.

Заключение

В настоящее время цифровизация затрагивает все области, сферы и процессы. Исключением не является и судостроение. Цифровизация затрагивает как гражданское, так и военное су-

достроение, тем самым обеспечивается конкурентоспособность судостроения. Использование цифровых технологий позволяет значительно повысить качество проектирования.

Относительно цифрового российского судостроения можно выделить следующие недостатки:

- целый ряд технологий используется только в тестовом режиме;
- далеко не все цифровые технологии распространены повсеместно, а значит, не наблюдается целостного положительного влияния на российскую экономику. Например, 3D-моделирование используется пока только на Дальнем Востоке;
- некоторые технологии, их внедрение требуют значительных затрат, что не всегда соотносится с имеющимися в распоряжении отрасли и компаний ресурсами. Тем не менее, цифровые технологии – это необходимые изменения, которые достаточно быстро окупаются.

Можно сформулировать следующие основные направления цифровизации отечественного судостроения и промышленного производства в рассматриваемой сфере:

- предпринять меры для того, чтобы обеспечить повсеместное внедрение цифровых технологий, причем как в гражданском, так и в военном судостроении;
- основной упор делать на 3D-моделировании, использовании блокчейн-технологий, цифровых двойников, роботов, а также искусственного интеллекта;
- сделать упор в финансировании именно на цифровизацию судостроения, так как в короткое время необходимо повсеместное и качественное внедрение цифровых технологий.

Цифровизация может дать следующие основные преимущества:

- улучшить качество судостроения и последующего функционирования судов;
- облегчить функционирование отрасли и частично заменить усилия, прикладываемые персоналом;
- в дальнейшем обеспечить значительную экономию ресурсов – временных, финансовых, трудовых и иных;
- сделать упор на создание единой (интегрированной) ИТ-системы;
- организовать полноценную систему тренажеров на основе цифровых платформ и технологий.

Все эти направления – ключевые в цифровой трансформации отечественного судостроения. Не-

обходимо предпринять соответствующие меры для того, чтобы такая трансформация была успешной и осуществилась в более короткие сроки.

Благодарность: *Выражаем благодарность организаторам конгресса – ООО «НЕВА – Интернэшнл», правительству Приморского края и НИУ «Высшая школа экономики» в организации «Морского конгресса – Дальний Восток», который прошел 30–31 мая 2024 г. (кампус ДВФУ, о. Русский), г. Владивосток (<https://www.vld.nevacongress.com/>). Особую благодарность выражаем программному директору Демиденко Анастасии Сергеевне за уникальную возможность представить исследовательские проекты студентам вузов г. Владивостока на молодежной форсайт-сессии «Сценарии развития морской отрасли на Дальнем Востоке: локализация и кластеризация гражданского судостроения и судоремонта».*

Исследование было выполнено в рамках «Морского конгресса – Дальний Восток» молодежной форсайт-сессии «Сценарии развития морской отрасли на Дальнем Востоке: локализация и кластеризация гражданского судостроения и судоремонта», которая прошла 30–31 мая 2024 г. в г. Владивостоке (<https://www.vld.nevacongress.com/>) [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные технологии современной экономики и инфраструктуры: цифровая и инновационная экономика: монография / Е.С. Балашова, С.Е. Барыкин, К.С. Майорова и др. СПб.: СПбГМТУ, 2020. 375 с.
2. Волков А.О. Стратегии высоких технологий 2025 (HTS 2025) в Германии // Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность. 2020. № 10. С. 13–18.
3. Голубев С.С., Чеботарев С.С. Информационные технологии как ключевой механизм устойчивого развития оборонных промышленных предприятий в современных условиях // Экономические стратегии. 2018. Т. 20, № 3 (153). С. 68–81.
4. Гурьянов А.В., Заколдаев Д.А., Шукалов А.В., Жаринов И.О., Костишин М.О. Организация цифровых производств Индустрии 4.0 на основе киберфизических систем и онтологий // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018. № 18. С. 268–276.
5. Заостровских Е.А. Морской конгресс – Дальний Восток // Пространственная экономика. 2024. Т. 20, № 2. С. 183–186. URL: <https://dx.doi.org/10.14530/se.2024.2.183-186> (дата обращения: 22.06.2024).
6. Кангур Ю.В., Палкина Е.С. Применение цифровых технологий при проектировании, строительстве и ремонте судов // Экономика, экология и общество России в 21-м столетии. 2021. № 1. С. 294–299.
7. Коровин Г. Цифровизация промышленности в контексте новой индустриализации РФ // Общество и экономика. 2018. № 1. С. 47–66.
8. Палкина Е.С., Счисляева Е.Р. Направления интенсификации инновационного развития национальной экономики на базе цифровых технологий // Цифровая трансформация экономики и промышленности: сб. трудов науч.-практ. конф. с заруб. участием / под ред. А.В. Бабкина. СПб., 2019. С. 39–46.
9. Постников Р.А., Палкина Е.С. Цифровая трансформация производственной системы в судостроении: проблемы и способы их решения // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. № 6. С. 107–123.
10. Трунцевский Ю.В., Ефремов А.А. Цифровая интеграция – путь в будущее // Международное публичное и частное право. 2018. № 1. С. 6–12.
11. Трухинова О.Л. Инструментарий концепции Индустрии 4.0 в российском судостроении // Актуальные вопросы устойчивого развития современного общества и экономики: сб. науч. ст. 2-й Всерос. науч.-практ. конф. Курск: Университетская книга, 2023. Т. 3. С. 433–435.
12. Устинова О.Е. Формирование стратегии цифровой трансформации промышленных предприятий // Вопросы инновационной экономики. 2022. № 3. С. 1427–1442.
13. Филин С.А., Кузина А.А. Принципы управления инновационной деятельностью предприятий в России при переходе к «цифровой» экономике // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2018. Т. 14, № 3. С. 507–519.
14. Budai G., Dekker R., Nicolai R.P. Maintenance and Production: A Review of Planning Models // Complex System Maintenance Handbook. Springer, 2006. URL: https://www.researchgate.net/publication/46434390_Maintenance_and_production_A_review_of_planning_models (дата обращения: 12.06.2024).
15. Lemu H.G. Virtual engineering in design and manufacturing // Advances in Manufacturing. 2014. Vol. 2. P. 289–294. URL: <https://doi.org/10.1007/s40436-014-0085-y> (дата обращения: 15.06.2024).

16. Marine & Offshore // Dassault Systemes. 2020. URL: <https://www.3ds.com/industries/marine-offshore> (дата обращения: 18.06.2024).
17. Safeguarding against cyberattack in an increasingly digital world. June 30, 2020 // McKinsey Digital. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/ourinsights/safeguarding-against-cyberattack-in-an-increasingly-digital-world> (дата обращения: 12.06.2024).
18. Shipbuilding industry solutions – from design to handover // AVEVA Group plc. Shipbuilding. 2023. URL: <https://www.aveva.com/en/industries/manufacturing/ship-building/> (дата обращения: 17.06.2024).
19. Springer Series in Reliability Engineering. London. URL: https://doi.org/10.1007/978-1-84800-011-7_13 (дата обращения: 25.06.2024).
20. Tan Y., Xu W., Li S., Chen K. Augmented and Virtual Reality (AR/VR) for Education and Training in the AEC Industry: A Systematic Review of Research and Applications // Buildings. 2022. N 12. 1529. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings12101529> (дата обращения: 23.06.2024).
21. The future of ship design and engineering // Siemens Digital Industries Software. 2023. URL: <https://resources.sw.siemens.com/en-US/solution-brief-best-ship-design-and-engineering-software> (дата обращения: 24.06.2024).
6. Kangur Yu.V., Palkina E.S. The use of digital technologies in the design, construction and repair of ships. *Ekonomika, ekologiya i obshchestvo Rossii v 21-m stoletii*, 2021, no. 1, pp. 294–299. (In Russ.).
7. Korovin G. Digitalization of industry in the context of the new industrialization of the Russian Federation. *Obshchestvo i ekonomika*, 2018, no. 1, pp. 47–66. (In Russ.).
8. Palkina E.S., Chislyayeva E.R. Directions of intensification of innovative development of the national economy on the basis of digital technologies, in *Tsifrovaya transformatsiya ekonomiki i promyshlennosti: sb. trudov nauch.-prakt. konf. s zarub. Uchastiem* (Digital transformation of economics and industry: proceedings of a scientific and practical conference with foreign participation), A.V. Babkin Ed. Saint-Petersburg, 2019, pp. 39–46. (In Russ.).
9. Postnikov R.A., Palkina E.S. Digital transformation of the production system in shipbuilding: problems and ways to solve them. *Vestnik Zabaykalskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2021, no. 6, pp. 107–123. (In Russ.).
10. Truntsevsky Yu.V., Efremov A.A. Digital integration – the way to the future. *Mezhdunarodnoe publichnoe i chastnoe pravo*, 2018, no. 1, pp. 6–12. (In Russ.).
11. Trukhinova O.L. Tools of the concept of Industry 4.0 in Russian shipbuilding, in *Aktual'nye voprosy ustoychivogo razvitiya sovremennogo obshchestva i ekonomiki: sb. nauch. st. 2-i Vseros. nauch.-prakt. konf.* (Topical issues of sustainable development of modern society and economy: collection of scientific articles of the 2nd All-Russian Scientific and Practical Conference) Kursk: Universitetskaya kniga Publ., 2023, vol. 3, pp. 433–435. (In Russ.).
12. Ustinova O.E. Formation of a digital transformation strategy for industrial enterprises. *Voprosy innovatsionnoi ekonomiki*, 2022, no. 3, pp. 1427–1442. (In Russ.).
13. Filin S.A., Kuzina A.A. Principles of management of innovative activity of enterprises in Russia during the transition to the «digital» economy. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'*, 2018, vol. 14, no. 3, pp. 507–519. (In Russ.).
14. Budai G., Dekker R., Nicolai R.P. Maintenance and Production: A Review of Planning Models. *Prostranstvennaya ekonomika*, 2024, vol. 20, no. 2, pp. 183–186. Available at: <https://dx.doi.org/10.14530/se.2024.2.183-186> (accessed: 22.06.2024) (In Russ.).

REFERENCES

1. *Aktual'nye tekhnologii sovremennoi ekonomiki i infrastruktury: tsifrovaya i innovatsionnaya ekonomika: monografiya* (Actual technologies of modern economy and infrastructure: digital and innovative economics: monograph), E.S. Balashova, S.E. Barykin, K.S. Mayorova et al. Saint-Petersburg: SMTU, 2020. 375 p. (In Russ.).
2. Volkov A. On the High Technology Strategy 2025 (HTS 2025) in Germany. *Intellektual'naya sobstvennost'*. *Promyshlennaya sobstvennost'*, 2020, no. 10, pp. 13–18. (In Russ.).
3. Golubev S.S., Chebotarev S.S. Information technologies as a key mechanism for the sustainable development of defense industrial enterprises in modern conditions. *Ekonomicheskie strategii*, 2018, vol. 20, no. 3 (153), pp. 68–81. (In Russ.).
4. Guryanov A.V., Zakoldaev D.A., Shukalov A.V., Zharinov I.O., Kostishin M.O. Organization of digital productions of Industry 4.0 based on cyber-physical systems and ontologies. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik informatsionnykh tekhnologii, mekhaniki i optiki*, 2018, no. 18, pp. 268–276. (In Russ.).
5. Zaostrovskikh E.A. Maritime Congress – Far

- Complex System Maintenance Handbook*. Springer, 2006. Available at: https://www.researchgate.net/publication/46434390_Maintenance_and_production_A_review_of_planning_models (accessed: 12.06.2024).
15. Lemu H.G. Virtual engineering in design and manufacturing. *Advances in Manufacturing*, 2014, vol. 2, pp. 289–294. Available at: <https://doi.org/10.1007/s40436-014-0085-y> (accessed: 15.06.2024).
 16. Marine & Offshore. *Dassault Systemes*. 2020. Available at: <https://www.3ds.com/industries/marine-offshore> (accessed: 18.06.2024).
 17. Safeguarding against cyberattack in an increasingly digital world. June 30, 2020. *McKinsey Digital*. Available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/ourinsights/safeguarding-against-cyberattack-in-an-increasingly-digital-world> (accessed: 12.06.2024).
 18. Shipbuilding industry solutions – from design to handover. *AVEVA Group plc. Shipbuilding*. 2023. Available at: <https://www.aveva.com/en/industries/manufacturing/ship-building/> (accessed: 17.06.2024).
 19. *Springer Series in Reliability Engineering*. London. Available at: https://doi.org/10.1007/978-1-84800-011-7_13 (accessed: 25.06.2024).
 20. Tan Y., Xu W., Li S., Chen K. Augmented and Virtual Reality (AR/VR) for Education and Training in the AEC Industry: A Systematic Review of Research and Applications. *Buildings*, 2022, no. 12, 1529. Available at: <https://doi.org/10.3390/buildings12101529> (accessed: 23.06.2024).
 21. The future of ship design and engineering. *Siemens Digital Industries Software*. 2023. Available at: <https://resources.sw.siemens.com/en-US/solution-brief-best-ship-design-and-engineering-software> (accessed: 24.06.2024).

SHIPBUILDING DIGITALIZATION IN RUSSIA IN THE WORLDWIDE TRENDS CONTEXT

E.A. Enns, E.A. Zaostrovskikh

Currently, digitalization is the main trend in the development of global and domestic shipbuilding. It is assumed that shipbuilding digitalization will provide the automation of production processes and qualitative transformation of approaches and management methods. The authors have investigated the shipbuilding digitalization processes in the world and in Russia and the concept of digitalization, its features in the shipbuilding industry. It has been studied positive aspects of the shipbuilding digital transformation and analyzed its negative consequences. The authors highlight the global trends defining main directions in shipbuilding digitalization, such as robotics, artificial intelligence, digital twin, blockchain, 3D printing, and the Internet of things. The advanced approaches in this area in Germany, the Republic of Korea and Australia have been presented. Special emphasis is placed on the study of digital shipbuilding features in the framework of Industry 4.0. Special attention is paid to that in Russia. The authors highlight advantages, disadvantages, and key directions in the digital Russian shipbuilding formation and development. Some recommendations have been formulated for further development and digital transformation of the domestic shipbuilding industry.

Keywords: digitalization of shipbuilding, artificial intelligence technologies, robotics, artificial intelligence, digital twin, blockchain, 3D printing, Internet of things.

Reference: Enns E.A., Zaostrovskikh E.A. Shipbuilding digitalization in Russia in the worldwide trends context. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 4, pp. 105–116. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-4-105-116.

Поступила в редакцию 10.10.2024

Принята к публикации 17.12.2024