

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ В СУДОСТРОЕНИИ: ПРОБЛЕМЫ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

DIGITAL TRANSFORMATION OF PRODUCTION SYSTEM IN SHIPBUILDING: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Е. С. Палкина,
Санкт-Петербургский
государственный морской
технический университет,
г. Санкт-Петербург
elena_palkina@hotmail.com



E. Palkina,
State Marine Technical
University, Saint-Petersburg

Р. А. Постников,
Санкт-Петербургский
государственный морской
технический университет,
г. Санкт-Петербург
postikovroman@rambler.ru



R. Postnikov,
State Marine Technical University,
Saint-Petersburg

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения технологичности и эффективности производственной системы судостроительных организаций России для обеспечения повышения конкурентоспособности отечественной продукции гражданского судостроения на мировом рынке. Обобщены тенденции научно-технического прогресса в промышленном секторе «Судостроение 4.0». Предложено определение понятия производственной системы судостроительной организации 4.0. Раскрыты отраслевые особенности функционирования производственной системы организации Судостроения 4.0 на принципах концепции Индустрии 4.0, основанной на использовании современных цифровых технологий на всех этапах жизненного цикла судна. Рассмотрены основные проблемы цифровизации судостроения и предложены пути их решения. Особое внимание уделено неудовлетворительному состоянию основных производственных фондов, низкой эффективности деятельности судостроительных организаций, невысоким темпам внедрения инновационных технологий, дефициту квалифицированных кадров, высокой стоимости и длительным срокам строительства судов по сравнению с зарубежными конкурентами. Одновременно с этим сформулированы предложения по внедрению бережливого производства, методов проектного и производственного инжиниринга, развитию экономической кооперации и отраслевой стандартизации. Выявлены технико-экономические особенности судостроения, определяющие специфику цифровой трансформации производственных процессов организаций отрасли. Предложено производственную систему судостроительного предприятия рассматривать как интегрированный элемент экосистемы, объединяющей все заинтересованные стороны на всем протяжении жизненного цикла продукции судостроения. Выделены ключевые факторы специализации судостроительного предприятия. Внедрение инновационных технологий в деятельность российских организаций Судостроения 4.0 позволит повысить конкурентоспособность отечественной судостроительной продукции на мировом рынке, создавая новую ценность для стейкхолдеров, определяя новые требования к организации деятельности при сокращении производственных и эксплуатационных затрат, времени выполнения операций, повышении эффективности производства

Ключевые слова: бережливое производство; бизнес-процесс; жизненный цикл продукции; инновации; производственная система; судостроение 4.0; судостроительная организация; цифровые технологии; цифровая трансформация

The relevance of the research is due to the need to increase the technological efficiency and efficiency of the production system of shipbuilding organizations in Russia to ensure an increase in the competitiveness of domestic civil shipbuilding products on the world market. The trends of scientific and technological progress in the industrial sector “Shipbuilding 4.0” have been summarized. The definition of the production system of the ship-

building organization 4.0 has been proposed. The article reveals the industry-specific features of the functioning of the production system of the organization of Shipbuilding 4.0 on the principles of the concept of Industry 4.0, based on the use of modern digital technologies at all stages of the ship's life cycle. The article considers the main problems of digitalization of shipbuilding and suggests ways to solve them. Special attention is paid to the unsatisfactory state of fixed production assets, low efficiency of shipbuilding organizations, low rates of introduction of innovative technologies, a shortage of qualified personnel, high cost and long terms of ship construction in comparison with foreign competitors. At the same time, some proposals have been formed: the introduction of lean manufacturing, methods of project and production engineering, the development of economic cooperation and industry standardization. The technical and economic features of shipbuilding, which determines the specifics of the digital transformation of production processes of industry organizations, have been determined. It is proposed to consider the production system of a shipbuilding enterprise as an integrated element of the ecosystem that unites all stakeholders throughout the life cycle of shipbuilding products. The key factors of specialization of the shipbuilding enterprise have been highlighted. The implementation of innovative technologies into the activities of Russian shipbuilding organizations 4.0 will increase the competitiveness of domestic shipbuilding products on the world market, creating value for stakeholders, defining new requirements for the organization of activities while reducing production and operating costs, operation execution time and increasing production efficiency

Key words: *lean manufacturing; business process; product lifecycle; innovation; production system; shipbuilding 4.0; shipbuilding organization; digital technologies; digital transformation*

Введение. Одним из драйверов форсированного социально-экономического роста российской экономики в долгосрочной перспективе может стать развитие судостроения. Это обусловлено, во-первых, тем, что судостроительная промышленность – одна из базовых отраслей национальной экономики, важнейшая составляющая производственной и социальной сферы. Доля судостроительной отрасли в валовом внутреннем продукте Российской Федерации составляет около 1 %. По данным Минпромторга России, в судостроительной отрасли функционирует около 200 организаций, из них около 75 % – промышленные предприятия: судостроительные и судоремонтные заводы, 25 % – научно-исследовательские институты и конструкторские бюро. При этом более одной трети всех организаций сосредоточены в Северо-Западном федеральном округе, включая наиболее крупные предприятия с объёмом выпуска продукции более 5 млрд р. в год. Численность работающих в судостроительных организациях составляет около 200 тыс. человек, при этом динамика общей численности работников отрасли характеризуется стабильным ростом.

Во-вторых, следует отметить крупномасштабность экономической кооперации судостроительных предприятий с более чем двумя тысячами организаций смежных отраслей. Ввиду реализации политики импортозамещения в России это преимуще-

ственно российские организации. Поэтому с инвестиционным развитием судостроительной промышленности формируется положительный мультипликативный эффект в других отраслях экономики страны, выражаемый в приросте валовой добавленной стоимости, инвестиций в основной капитал, повышении уровня занятости и доходов населения, увеличении налоговых и иных обязательных платежей в бюджетную систему Российской Федерации.

В-третьих, судостроение занимает существенную долю в портфеле экспортных поставок, что способствует формированию положительного сальдо торгового баланса России.

Российские организации судостроения ежегодно наращивают объёмы производства. По итогам 2020 г. наблюдается рост совокупной стоимости сданных судов и кораблей по сравнению с 2019 г. на 67 %, до 229,5 млрд р. Совокупный тоннаж вырос на 59 %, до 542 тыс. т. При этом количество сданных заказов, по оценкам экспертов, сократилось именно в гражданском судостроении почти на 18 %, до 62 единиц. По данным Ассоциации промышленных предприятий Петербурга, удельный вес судостроительного комплекса в объёме валового регионального продукта составляет примерно 8...10 %, в то время как в 1980-х гг. этот показатель достигал 20 %. Доля российского гражданского транспортного судостроения

на мировом рынке составляет менее 2 %. Это свидетельствует о низком уровне международной конкурентоспособности судов отечественного производства по сравнению с продукцией лидеров отрасли: Китая, Японии, Южной Кореи. Как следует из многочисленных исследований, основным конкурентным преимуществом азиатских производителей являются низкие цены, которые удерживаются за счет обеспечения большой точности производства и эффекта масштаба.

Государственная программа развития судостроения ставит задачу увеличить долю России по гражданским судам на мировом рынке до 3...5 %. По мнению ведущих специалистов отрасли, эта задача решаемая, если сосредоточиться на строительстве высокотехнологичных наукоемких судов с четкой специализацией, например, для добычи углеводородов. Согласно планам развития профильного направления Национальной технологической инициативы (НТИ) MariNet – платформы НТИ, включающей рынок морского транспорта, цифровой навигации и инновационного судостроения, цель в сегменте инновационного судостроения – использовать существующие интеллектуальные центры в судостроении Российской Федерации и консолидацию отрасли для занятия ниш специализированных судов и инновационных технологий на мировом рынке судостроения, включая буровое судно самого высокого в мире ледового класса, многокорпусный ледокол-лидер и другие перспективные специализированные суда. Также перспективным направлением является развитие технологий энергоэффективного судна — одна из ключевых международных инициатив, направленная на сокращение выбросов в окружающую среду со стороны морского транспорта.

С учетом изложенного очевидно, что производственная система российских судостроительных предприятий нуждается в масштабной трансформации на основе использования инновационных цифровых технологий.

Анализ отечественной и зарубежной литературы в области применения цифровых технологий в промышленности показал, что существует значительное число работ, которые содержат важные результаты исследований по данной теме [1; 4; 9; 11–19]. Вместе с тем вопросы отраслевой специфики приме-

нительно к судостроительной промышленности не нашли в них должного отражения.

Объект исследования – производственная система в судостроении России.

Предмет исследования – проблемы и способы решения цифровой трансформации в судостроении.

Целью настоящего исследования является решение проблемных вопросов, связанных с цифровой трансформацией производственной системы судостроительных предприятий России, для обеспечения повышения конкурентоспособности продукции отечественного гражданского судостроения на мировом рынке посредством снижения стоимости жизненного цикла судна и сокращения длительности этапов его проектирования, строительства, ремонта.

Методология и методика исследования. При проведении научного исследования применялись общеизвестные методы и методики: сравнительный анализ, абстрагирование, индукция, дедукция, обобщение, группировка, системный подход и другие. Концептуальную основу исследования составили концепции стейкхолдеров, интегрированного взаимодействия контрагентов, бережливого производства, стоимости жизненного цикла, реинжиниринга бизнес-процессов, Индустрии 4.0, Судостроения 4.0, устойчивого развития.

Результаты исследования и их обсуждение. Концепция «Судостроение 4.0» (Shipbuilding 4.0, Shipping 4.0, Maritime 4.0, Shipyard 4.0) основана на базовых положениях концепции «Индустрия 4.0» и предполагает трансформацию всех процессов жизненного цикла судостроительной продукции, включая проектирование, производство, снабжение, логистику, ремонты, техническое обслуживание, последующую модернизацию, обучение персонала заказчика, использование новых машин, передового программного обеспечения и организационной трансформации. Этапы жизненного цикла судостроительной продукции дополнены нами такими важными компонентами, как «последующая модернизация судна» – поскольку срок полезного использования судна длительный, около 30 лет, а жизненный цикл инноваций в среднем составляет 5...7 лет, то логично предположить, что на протяжении срока полезного использования судна будет возникать необходимость в модернизации отдельных составляющих

его компонентов, например, судового оборудования, систем навигации, которые могут морально устаревать в условиях интенсивного научно-технического прогресса и других, и «обучение персонала» – которое необходимо проводить в рамках актуальной современной концепции непрерывного образования, поскольку знания постоянно обновляются, и сотрудникам, чтобы эффективно работать на инновационном оборудовании, успешно применять инновационные технологии, необходимо периодически проходить повышение квалификации. На этих этапах также формируется добавленная ценность организаций, осуществляющих эти процессы.

В целом судостроительная промышленность включает следующие основные направления: проектирование, производство, ремонт, техническое обслуживание, утилизация судов. Проектированием судов, как правило, занимаются отдельные организации – конструкторские бюро. Судостроительные предприятия, верфи осуществляют производство судов, доковых комплексов и прочих конструкций для водного транспорта. Направление ремонта и технического обслуживания реализуют судоремонтные предприятия, ремонтно-эксплуатационные базы флота, различные сервисные компании, деятельность которых направлена на поддержание высокого уровня технического состояния судов для обеспечения эффективной коммерческой работы на протяжении всего срока их службы. Направление утилизации судов, которую осуществляют специализированные организации, включает, в том числе, переработку восстановленных материалов. Предложенную нами модернизацию могут проводить как верфи, так и судоремонтные предприятия с привлечением к этой работе конструкторских бюро. Обучение персонала следует проводить на базе отраслевых вузов, обладающих соответствующими компетенциями. Перечисленные направления посредством выстраивания системы деловых коммуникаций и хозяйственных связей судостроительного предприятия с заказчиком (судовладельцем), различными поставщиками и другими контрагентами тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены, что определяет необходимость формирования согласованной системы производства всеми участниками процесса на протяжении жизненного цикла судна на основе общей экосистемы.

Цифровая трансформация судостроительной отрасли происходит во всем мире очень интенсивно. Бюджеты подобных проектов измеряются десятками миллионов долларов, а результаты внедрения в долгосрочной перспективе позволяют сэкономить миллиарды [6]. Так, на находящейся в процессе цифровизации верфи Newport News Shipyard в США ожидают, что внедрение Shipbuilding 4.0 позволит сэкономить на 15 % больше, чем традиционные методы судостроения. В своей Цифровой инженерной стратегии министерство обороны США сообщило, что на первом корабле ВМС США, использующем полномасштабную 3D-модель судов, судостроители нашли скрытый потенциал для снижения затрат на дюйм судна, что позволило сэкономить до \$4 млрд США в стоимости владения за 50-летний срок службы судна. В Корею, в свою очередь, три крупных судостроительных завода – Samsung Heavy Industries, Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering и Hyundai Heavy Industries – станут руководить новым инновационным центром Ulsan. Ожидается, что будет зарегистрировано около 25 сотен патентов, посвященных созданию умных кораблей в умной судостроительной среде на основе идеи Shipbuilding 4.0. Также хорошим примером является верфь Geoje (Samsung Heavy Industries) – крупнейший судостроительный завод компании в Южной Корее, который отличается самой высокой в мире оборачиваемостью доков, спуская на воду около 30 судов в год. Производительность верфи частично объясняется самым высоким в мире уровнем автоматизации: 68 % производственных процессов осуществляется с помощью робототехнических систем. В Австралии цифровая трансформация Shipbuilding 4.0 началась на верфи Adelaide Australian Navy, преобразование которой стартовало в 2018 г. По оценкам специалистов консалтинговой компании Deloitte, в проектирование и конструирование инвестировано более \$1 млрд, и почти \$70 млн вложены в информационные технологии.

В России на многих судостроительных предприятиях успешно применяются передовые технологии Индустрии 4.0 на основе базовых принципов: функциональной совместимости – предполагающей способность киберфизических систем (носителей деталей, сборочных станций и продуктов), людей и интеллектуальных фабрик (Smart Factory)

соединяться и коммуницировать друг с другом через интернет вещей; выполнение машинами ряда опасных для человека задач; виртуализации – способности системы создавать виртуальную копию физического мира; виртуальная копия Smart Factory, которая создается путем связывания данных датчиков (от мониторинга физических процессов) с моделями виртуальных установок и имитационными моделями; децентрализации – способности киберфизических систем на Смарт-Фабриках (или Фабриках Будущего) принимать решения автономно; возможности работы в реальном времени, предусматривающей сбор и анализ больших данных и предоставления их пользователям в режиме реального времени.

В соответствии с «Дорожной картой» «Технет» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы основополагающий технологический тренд: радикальное удешевление и ускорение циклов разработки и производства, повышение гибкости и всего процесса создания продукта за счет повышения наукоемкости изделия, повсеместного внедрения систем управления производственными объектами, интернета вещей, самоуправляемых сред. Российское судостроение также активно участвует в процессах цифровизации промышленности, ведутся научные исследования и разработки по созданию цифровых верфей.

В настоящее время развитию отечественных судостроительных организаций способствуют различные инструменты государственной поддержки, реализуемой, например, в виде мероприятий, предусмотренных государственными стратегиями развития: Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642), развития судостроения на Дальнем Востоке (утв. Указом Президента Российской Федерации от 21.07.2014 № 524), Стратегией развития морской деятельности в РФ до 2030 года (утв. Распоряжением Правительства РФ от 30.08.2019 № 1930-р), Стратегией развития судостроительной промышленности на период до 2035 года (утв. Распоряжением Правительства РФ от 28.10.2019 № 2553-р); государственными программами Российской Федерации: «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» (утв. Постановле-

нием Правительства Российской Федерации от 29.03.2019 № 377), «Экономическое развитие и инновационная экономика» (утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 316), «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» (утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 328), «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений» (утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 304), «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632-р); в виде финансового обеспечения части затрат, связанных со строительством крупнотоннажных судов (Постановление Правительства РФ от 04.12.2019 №1584), предоставления бюджетных инвестиций судоверфям (Постановление Правительства РФ от 18.06.2019 № 775), предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям в целях возмещения процентов по кредитам, привлеченным для реализации проектов по созданию судостроительных комплексов (Постановление Правительства РФ от 14.03.2018 №253), предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям на возмещение части затрат на приобретение (строительство) новых гражданских судов взамен судов, сданных на утилизацию (Постановление Правительства РФ от 27.04.2017 № 502), предоставления субсидий российским организациям на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях и в государственной корпорации «Банк развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанк)» (Постановление Правительства РФ от 22.05.2008 № 383) и других.

Уже сейчас очевидны положительные результаты государственной поддержки отрасли: это и строительство современного высокотехнологичного судостроительного комплекса на Дальнем Востоке «Звезда». Большая инвестиционная программа реализуется в АО «Производственное объединение «Севмаш», где, например, введен в эксплуатацию новый деревообрабатывающий фрезерно-расточной центр с числовым программным управлением, который обладает

высокой точностью и качеством обработки, и может обрабатывать крупногабаритные заготовки любой конфигурации по предварительно созданной 3D-модели.

Политика государственного протекционизма в отношении отраслей, с одной стороны, характеризующихся длительным производственным циклом и невысокой маржинальностью, а с другой – в значительной степени обеспечивающих рост ВВП страны, широко применяется в разных странах. Правительства многих государств выдают национальным верфям субсидии для компенсации разницы в затратах верфи и рыночными ценами судов, уменьшают таможенные пошлины на импортируемое судовое оборудование, а в некоторых странах они вообще отменены. В Китае государство к тому же регулирует цены на сталь и судовое оборудование и стимулирует поставки судов на экспорт. Именно благодаря огромной государственной поддержке, Южная Корея длительное время была ведущей судостроительной державой.

В дополнение к всесторонней масштабной государственной поддержке развития отрасли российского судостроения, по нашему мнению, важно развивать рыночные механизмы повышения конкурентоспособности, экономического роста российских судостроительных предприятий, выражаемого в виде увеличения объемов заказов, производственных активов, инвестированного капитала. Одним из основных способов решения этой задачи в условиях Индустрии 4.0 является масштабное активное внедрение передовых цифровых технологий на отечественных судостроительных предприятиях: «умного» производства, аддитивных технологий, робототехники и сенсорики, блокчейн, виртуальной и дополненной реальности, интернета вещей, работы с большими данными, платформенных решений для проектирования, производства, мониторинга, логистики и других. Это позволит повысить эффективность деятельности судостроительных организаций, что, в конечном итоге, найдет отражение в снижении стоимости конечной продукции судостроения и совокупной стоимости владения судном. Кроме того, по мнению ведущих экспертов в области судостроения, цифровизация позволит быстро, эффективно, качественно и безопасно выполнять заказы на строительство судов [6].

Для обеспечения конкурентных преимуществ российских судостроительных организаций на мировом рынке в условиях жесткой конкуренции важно также, чтобы судостроительные предприятия, которые обычно являются традиционными и консервативными, быстро адаптировались к меняющимся рынкам и технологиям. Это требует постоянной адаптации производственных систем в судостроении к новым требованиям, например, чтобы производить экологически чистые суда. В целом предприятия судостроительной отрасли должны внедрять передовые технологии, повышать эффективность своей деятельности, чтобы быть конкурентоспособными не только на внутреннем рынке (главным образом, благодаря реализуемым мерам государственной поддержки развития отрасли), но и на мировом рынке гражданского судостроения.

Результаты проведенного анализа отечественной и зарубежной литературы позволяют констатировать, что вопросы цифровизации производственных процессов в судостроении рассмотрены недостаточно [4; 6–8; 11–13; 16–17]. Так, например, в работе «Судостроение 4.0: современные технологии и перспективы концепции» авторами рассматриваются вопросы применения отдельных технологий Индустрии 4.0 в судостроении, а именно: облачных технологий, интернета вещей, искусственного интеллекта, аддитивных технологий, дополненной реальности, блокчейн [13]. Вместе с тем, не раскрыты процессы цифровой трансформации производственной системы судостроительного предприятия. В основном существующие работы имеют общий характер и не учитывают специфику отрасли судостроения [1–3; 5; 8–10; 15]. Кроме того, несмотря на достаточно глубокое исследование экономического содержания производственной системы, в научной и практической литературе существуют разногласия в трактовке этого термина [2; 8; 15–16]. Вместе с тем важно определить сущность понятия производственной системы судостроительной организации в условиях цифровой трансформации экономики, формирующего основу настоящего исследования.

Для этого рассмотрим сущностные характеристики понятия производственной системы и определим отличительные признаки производственной системы организации Судостроения 4.0.

Под судостроительной организацией 4.0 в настоящем исследовании понимается организация судостроительной промышленности, реализующая положения концепции Индустрии 4.0 на основе использования цифровых технологий.

Л. Б. Лихачева и некоторые другие исследователи представляют производственную систему в качестве сложной системы внутриорганизационных отношений и взаимосвязей, состоящей из сочетания подчиненных подсистем, которые обеспечивают функционирование технологических и производственных процессов [8]. С точки зрения Ю. Н. Барышовой, производственная система представляет собой систему элементов и отношений между ними вместе с процессом преобразования вектора затрат в выходной вектор, а также процесс преобразования в системе [2]. По мнению других авторов, производственная система определяется как целенаправленно разработанная и организованная материальная, информационная и энергетическая система, которая эксплуатируется человеком и используется для производства товаров, отвечающих потребностям клиентов. О. Г. Туровец и В. Н. Родионова рассматривают производственную систему как совокупность машин и производственных устройств, технологических устройств, необходимых непосредственных производственных рабочих, требуемой производственной площади и уровня складских запасов [15]. Согласно Г. Айелло, основной целью функционирования производственных систем на предприятиях является производство товаров и материалов в рамках правильно организованного внутри предприятия комплекса технологических и производственных подсистем [16].

По нашему мнению, рассмотренные определения носят общий характер, и в целом вполне применимы, но для проведения исследования в области совершенствования судостроительного производства на основе цифровых технологий недостаточно полно отражают отраслевые особенности и ключевые положения Индустрии 4.0.

Специалистами ведущей организации судостроительной промышленности России – АО «Объединенная судостроительная корпорация», объединяющей до 80 % предприятий отечественного судостроения, производственная система определена следу-

ющим образом: это – система управления эффективностью реализации судостроительных проектов, ориентированная на максимизацию ценности для заказчика путем непрерывного совершенствования бизнес-процессов и устранения потерь на всех этапах жизненного цикла изделия. По нашему мнению, во-первых, производственная система должна быть нацелена на максимизацию ценности для всех ключевых стейкхолдеров на основе обеспечения баланса интересов. Судостроение представляет собой сложную многоэтапную систему, в которой участвует ряд судостроительных компаний – заводы-строители, заказчики, проектанты, а также контрагенты: компании, предприятия и учреждения из других производственных секторов региональной и мировой экономики. Также важным стейкхолдером является государство, которое заинтересовано в развитии отечественного судостроения.

Во-вторых, по нашему мнению, данное определение необоснованно ограничивает область эффективного управления проектной деятельностью. Вместе с тем, мы считаем, что важно управлять эффективно и результативно всеми видами деятельности компании: операционной, финансовой, инвестиционной.

Таким образом, на основе изложенного нами предлагается использовать следующее определение понятия «производственная система судостроительной организации 4.0», или «производственная система организации Судостроения 4.0»: это – совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, используемых судостроительной организацией цифровых технологий, основных фондов, материально-технических ресурсов, персонала, производственно-технологических процессов, управленческого инструментария и мероприятий, нацеленная на максимизацию ценности для ключевых стейкхолдеров на основе обеспечения баланса их интересов на всем протяжении жизненного цикла продукции судостроения посредством повышения операционной эффективности и инвестиций в инновации.

Эмерджентность производственной системы судостроительной организации 4.0., по нашему мнению, проявляется в снижении стоимости строительства судна и сокращении времени его постройки путем непрерывного совершенствования бизнес-процессов,

понижении совокупной стоимости владения судном (Total Cost of Ownership, TCO), ускорения выполнения производственно-технологических процессов, повышения качества за счет внедрения прогрессивных методов, улучшения эффективности использования основных фондов, расширения областей использования информационно-коммуникационных технологий, устранения потерь на всех этапах жизненного цикла продукции судостроения.

Для обеспечения повышения эффективности и результативности функционирования производственной системы судостроительного предприятия необходимо обеспечить взаимосвязь и взаимодействие с другими подсистемами управления: персоналом, маркетингом, функцией закупок, риск-менеджментом.

В качестве основных характеристик производственной системы судостроительного предприятия 4.0 предлагаем рассматривать следующие: надежность, безопасность, экологичность, эффективность, производительность, оснащенность, технологичность.

Для обеспечения эффективной цифровой трансформации производственных систем судостроительных организаций России важно учитывать ряд специфических особенностей судостроения, обусловленных характером его производства. Специфика продукции судостроения, а именно: большие размерения судна, его техническая сложность и длительный цикл постройки обуславливают:

1) предметную специализацию судостроительных предприятий, означающую изготовление полностью законченных изделий, готовых для эксплуатации;

2) индивидуальный и мелкосерийный характер производства, что снижает экономическую заинтересованность потенциальных производителей судового комплектующего оборудования, а в ряде случаев делает невозможным создание рентабельного производства;

3) большой объем незавершенного производства и значительные его колебания по периодам;

4) неравномерную сдачу судов как на протяжении года, так и от года к году, что ведет к большим колебаниям значений показателей работы судостроительного завода, которые характеризуют в том числе конеч-

ные финансово-экономические результаты деятельности, например, объем реализации (доход), величину прибыли;

5) применение специфических показателей для планирования и учета судостроительного производства: техническая готовность судна, платежи заказчика по степени готовности судов и другие);

6) высокую вероятность увеличения первоначальной сметы проекта по строительству судов вследствие изменения плана или выполнения непредвиденных работ;

7) необходимость применения во внутризаводском планировании и учете производства сложной системы планово-учетных единиц;

8) относительно частые и большие конструктивно-технологические изменения, затрудняющие организацию производства и вызывающие необходимость выполнения дополнительных работ, не предусмотренных в рабочем проекте и цене судов;

9) высокую капиталоемкость производства;

10) необходимость формирования большого объема производственных запасов, и в целом оборотного капитала;

11) относительно низкую рентабельность продаж (рентабельность продаж по чистой прибыли организаций судостроения, в среднем, колеблется в диапазоне 2...5 %), что, как следствие, обуславливает длительный период окупаемости инвестиций (так, период окупаемости судна, используемого на внутренних водных путях России, может составить более 20 лет, что обусловлено в том числе и сезонностью работы (навигация длится 150...210 дней, оставшееся время в году суда находятся на холодном отстое; в среднем, окупаемость составляет более 15 лет);

12) высокую долю заемного капитала (в сфере гражданского судостроения), что связано с большими издержками, большими объемами закупок судового комплектующего оборудования, материалов, а также длительными сроками строительства судов (так, за последние годы в промышленном секторе судостроения коэффициент долговой нагрузки составил около 4, при этом для нормальной хозяйственной деятельности организации значение этого коэффициента не должно превышать 2);

13) существенную зависимость от зарубежных поставок оборудования и политики

экономических ограничений иностранных государств, что создает угрозу возможности строительства в Российской Федерации отдельных типов судов. Так, доля стоимости иностранных комплектующих в структуре стоимости судового комплектующего оборудования составляет для гражданского сектора 40...85 %. Основной причиной сложившейся ситуации является низкая конкурентоспособность широкого спектра отечественного судового комплектующего оборудования, вызванная в том числе низким качеством и высокой стоимостью комплектующих, отсутствием системы гарантийного ремонта и сервисного обслуживания, несоответствием современным экологическим требованиям, а также отсутствием отечественного производства целого ряда образцов судового комплектующего оборудования. Значительное количество гражданских судов строится по зарубежным проектам, судовладельцы и транспортные компании предпочитают импортное оборудование отечественному, что является одной из основных причин поставок судового комплектующего оборудования из иностранных государств;

14) высокие операционные и финансовые риски деятельности в случае неблагоприятной рыночной конъюнктуры. Например, высокая доля иностранной продукции в судовом комплектующем оборудовании и колебание валютных курсов влекут риски повышения стоимости и срыва сроков строительства судов. Практическое отсутствие отечественной электронной компонентной базы, нарушение кооперационных связей, несовершенство системы согласования работ и сложность оперативной замены комплектующего изделия на аналог также оказывают существенное влияние на производственные процессы в судостроительной отрасли.

Уровень эффективности внедрения цифровых технологий в производственную систему судостроительных предприятий определяется как общим состоянием развития инновационной экономики в России, так и отраслевой спецификой. Среди общих макроэкономических проблем национальной экономики следует отметить низкий удельный вес инвестиций в развитие научных исследований и разработок, проблему привлечения частного капитала в полный инновационный цикл (начиная с этапа фундаментальных исследований), невысокую долю организаций,

осуществляющих технологические инновации, проблему восполняемости научных кадров в России, что выражается в снижении показателей численности аспирантов и докторантов с защитой диссертации и другие.

Проведенное нами комплексное исследование также позволило выявить ряд специфических проблем, характерных для отрасли судостроения, которые необходимо решать для обеспечения эффективного внедрения в российских судостроительных организациях производственной системы 4.0. Рассмотрим эти проблемы более подробно и мероприятия, направленные на их решение.

1. Проблемы отечественного судостроения в области технологий производства, используемых основных фондов. В судостроительной промышленности эксплуатируется более 60 % морально устаревшей и до 80 % физически изношенной активной части производственных фондов, многие капитальные сооружения устарели, требуют реконструкции и глубокой модернизации (износ оборудования механических цехов судостроительных заводов составляет около 75 %, литейных – 73...75 %, комплексных доковых – 65 %). Средний уровень загрузки судостроительных организаций по стране не обеспечивает полную загрузку производственных мощностей, что снижает эффективность использования действующих основных производственных фондов, оказывает негативное влияние на себестоимость конечной продукции и ее конкурентоспособность на мировом рынке и, как следствие, не позволяет в дальнейшем в полной мере осуществлять модернизацию и техническое перевооружение производства за счет собственных источников финансирования. Основная часть техники выполнена по зарубежным проектам и ориентирована на зарубежного производителя, комплектующего оборудования. Имеется дефицит построечных и спусковых сооружений для серийного производства крупнотоннажных кораблей и судов, что оказывает существенное влияние на сроки их строительства. Только несколько судостроительных организаций в Российской Федерации способны строить гражданские суда длиной более 170 м. На российских судостроительных предприятиях производятся преимущественно корпуса судов, а оснащение главными двигателями, судовым оборудованием и приборами осу-

ществляется по импорту. Отмечается несоблюдение сроков строительства судов, в том числе из-за нерешения вопросов по импортозамещению. Период времени от начала постройки судна до его сдачи в эксплуатацию, как правило, в 2,5...3 раза длиннее, чем на современных зарубежных верфях. Кроме того, в проектировании в условиях санкций существуют ограничения на использование зарубежного программного обеспечения. В этих условиях актуальной задачей является изучение возможностей совершенствования производственной системы судостроительных предприятий России, направленных на обновление технико-технологической базы водного транспорта, что, в свою очередь, требует осуществления действенных мер судостроительной индустрией для формирования и реализации научно-технического, производственного и инвестиционного потенциала.

Максимально полно использовать внутренний потенциал компании позволяет внедрение на судостроительном предприятии концепции бережливого производства. Бережливым производством называют систему принципов управления предприятием, сфокусированную на устранении разных видов производственных потерь. Она направлена на вовлечение каждого сотрудника в процесс непрерывных улучшений, ориентацию на клиента. Бережливое производство фокусируется на систематическом устранении потерь в деятельности организации с помощью набора синергетических методов работы для производства продуктов и услуг в соответствии со спросом, представляя собой многогранную концепцию, которую можно сгруппировать в отдельные наборы организационных практик [5]. Важными элементами совершенствования производственной системы являются методы проектного и производственного инжиниринга, позволяющие оптимизировать потребление ресурсов, техническое регулирование, и отраслевая стандартизация, обеспечивающие повышение качества продукции [17].

Внутренние резервы, которые необходимо использовать для снижения стоимости строительства судна, могут проявляться в виде сокращения цикла изготовления корпуса судна, снижения трудоемкости изготовления узлов и деталей, оптимизации внутренней логистики (транспортной, складской) и ра-

боты основных производственных участков, уменьшения продолжительности заготовительного, блочного, стапельного, достроечного, сдаточного периодов, сокращения межоперационных и междусменных перерывов в работе. Стоимостная оценка положительного эффекта от экономии финансовых ресурсов, по оценкам экспертов, сопоставима со стоимостью строительства пяти судов в год без привлечения дополнительных инвестиций и увеличения фонда оплаты труда с учетом страховых взносов. Кроме того, как показывает практика, внедрение бережливого производства на судостроительном предприятии позволяет достичь почти двукратного повышения производительности труда, роста эффективности использования основных производственных фондов, существенного сокращения времени строительства судна, как следствие, увеличения пропускной способности завода по строительству судов, роста доходов, прибыли и стоимости судостроительного бизнеса. По данным АО «ОСК», за 2016–2020 гг. реализации Программы, направленной на создание системы управления эффективностью реализации судостроительных проектов на основе концепции бережливого производства, экономический эффект составил около 15 млрд р.

Главное преимущество построения производственной системы судостроительного предприятия на основе принципов бережливого производства заключается в том, что эти мероприятия, как правило, не требуют значительных инвестиций и создают устойчивый базис для дальнейшего экономического развития предприятия в долгосрочной перспективе. Необходимо, в первую очередь, эффективно использовать имеющиеся ресурсы (основные средства, сырье, материалы, персонал, время, информационные системы и другие нематериальные активы) и лишь затем при необходимости инвестировать в их увеличение. При этом важно, чтобы концепция бережливого производства охватывала все производственно-технологические процессы судостроительного предприятия. Производство на верфи должно быть экономичным, минимизировать дефекты, сокращать запасы. Бережливое производство рассматривается некоторыми экспертами как усовершенствование методов массового производства, в то время как гибкость, необходимая в судостроении, подразумевает

выход за рамки массового производства и производство продуктов с индивидуальным, клиентоориентированным подходом, где заказчик может определить любое количество готовой продукции. В контексте продуктовой линейки это равносильно стремлению к экономии за счет масштаба, подходящей для обслуживания все меньших по объему нишевых рынков, даже в количестве одного судна, без высоких затрат, традиционно связанных с производством первого (или головного, для серии) судна.

Еще одним направлением совершенствования производственной системы является концепция «Судостроение 4.0», представленная ранее. В настоящее время очень распространено использование распределенных производственных систем, которые состоят из производственных компонентов в разных физических местах и затем проходят через управление цепочкой поставок, объединяя их для окончательной сборки сложного продукта. Производство судна можно рассматривать как случай распределенного производства, когда различные блоки, составляющие судно, построенные в разных цехах, принадлежащих одному производственному центру, впоследствии собираются в доке. Следовательно, судостроение – это сложный производственный процесс, который должен адаптироваться к Индустрии 4.0, чтобы технологически развиваться. Как уже отмечалось, судостроение представляет собой сложную отрасль со сложной структурой, состоящей из большого количества поставщиков, принадлежащих к разным отраслям, типам, имеющих разные размеры и располагающихся в различных регионах. Поэтому любое даже небольшое изменение, сделанное отдельным элементом этой структуры, влияет не только на остальные компоненты, но может существенно повлиять на конечный результат в целом [16]. Концепция Судостроение 4.0 основана на кибер-физической производственной системе (CPPS), интернете вещей, услуг, больших данных и взаимодействии реального и виртуального мира. В данном контексте наиболее перспективным является создание цифрового двойника производственной системы, что вызвано как необходимостью её технического перевооружения при изменении номенклатуры и/или программы выпуска, так и потребностью в поддержании одновременно высокой эф-

фективности использования технологического оборудования (которая характеризуется коэффициентом OEE – Overall Equipment Effectiveness) и требуемой длительности цикла изготовления изделий (скорость изготовления изделий хорошо отображается коэффициентом MCE – Manufacturing Cycle Effectiveness). В результате этих изменений создаются новые конфигурации производственной системы, включающей процессы использования собственного цифрового двойника. В рамках Судостроения 4.0 основной целью цепочки поставок должна быть полная видимость всех движений продукта для каждого звена цепочки, а также полная интеграция. Наиболее важные парадигмы цепочки поставок, встречающиеся в литературе, с точки зрения устойчивости демонстрируют парадигму LARG. Это парадигма, определяемая аббревиатурой LARG: Lean, Agile, Resilient и Green [19]. Ключевыми элементами являются их динамическая структура и видимость информации, настроенной от начала до конца управления на основе событий. Она направлена на достижение следующих результатов:

- создание устойчивой судостроительной отрасли, которая обеспечит возможности за счет постепенного снижения рисков;
- современные производственные мощности, обеспечивающие конкурентоспособность продукции на международном уровне;
- современная инфраструктура ИКТ (информационно-коммуникационных технологий), которая будет поддерживать цифровых двойников судов;
- формирование новой квалифицированной рабочей силы, способной противостоять новым промышленным вызовам [7].

Кроме того, важно учитывать следующие ключевые факторы специализации судостроительного предприятия: количество одновременно строящихся проектов судов следует сводить к минимуму при максимальном увеличении их серийности; одновременно строящиеся проекты судов должны быть максимально схожими по своей конструкции и технологии постройки; технические характеристики строящихся судов должны соответствовать техническим возможностям судостроительного предприятия.

2. Проблемы отечественного судостроения в области инновационной активности и используемых инноваций. Следует отметить

сравнительно низкую степень коммерциализации НИОКР. Кроме того, отечественная научно-экспериментальная база недостаточно оснащена современным оборудованием. Структура научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций не обеспечивает должный уровень взаимодействия с промышленными организациями отрасли, что обуславливает низкую эффективность решения оперативных и долгосрочных задач в области развития науки и техники, управления результатами интеллектуальной деятельности и обеспечения защиты интеллектуальной собственности. Несоответствие ряда действующих норм, регламентов и стандартов быстрорастущим высокотехнологическим рынкам замедляет внедрение инновационных технологий и продуктов. Применение автоматизированных систем управления и контроля технологических процессов на всех производственных уровнях и видах производств носит фрагментарный характер. Незначительна доля использования станочного оборудования с числовым программным управлением и обрабатывающих центров по отношению к имеющемуся в организациях судостроительной промышленности станочному оборудованию. Относительно успешно внедряются информационные технологии, однако без связи с технологическим оборудованием их применение имеет низкую эффективность. Также следует отметить высокую трудоемкость и стоимость создания новых образцов продукции судостроения по сравнению с иностранными аналогами, отсутствие у разработчиков достаточных компетенций. Недостаточная подготовленность научно-технической и технологической базы к плавному переходу от кораблестроения к гражданскому судостроению также оказывают негативное влияние на развитие производственных мощностей организаций судостроительной промышленности.

Чтобы повысить инновационную активность судостроительных предприятий, важно транслировать успешный опыт передовых предприятий отрасли в области внедрения инновационных судостроительных технологий. Приведем пример использования инновационного крана «Голиаф» повышенной грузоподъемности до 1200 т, высотой подъема 98 м, шириной пролета 230 м и высотой крана 134 м на открытом достроечном тяжелом стапеле в Судостроительном ком-

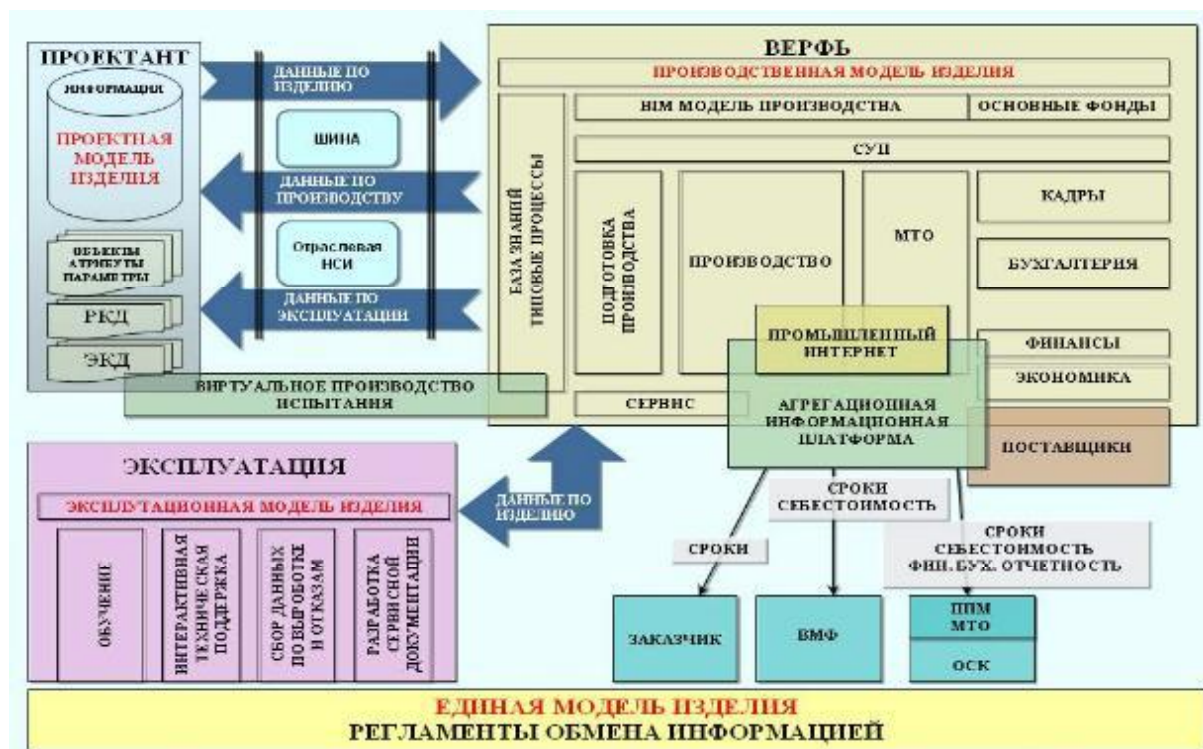
плексе «Звезда», расположенном на юге Приморского края Российской Федерации. Благодаря таким характеристикам кранового оборудования, у предприятия имеется возможность строить крупнотоннажные суда, что особенно актуально в связи с тенденцией увеличения размеров заказываемых судов.

Также следует отметить реализуемый в России инновационный проект «Цифровая верфь», в рамках которого предполагается комплексная цифровая трансформация бизнес-процессов судостроительного предприятия на всех стадиях жизненного цикла продукции, по которому 3 июня 2021 г. Санкт-Петербургским государственным морским техническим университетом (СПбГМТУ) как головным исполнителем проекта получено положительное заключение ФАУ «Главгосэкспертиза» на проектно-сметную документацию, подготовленную для строительства, реконструкции и технического перевооружения (глубокой модернизации) производственных мощностей АО «Онежский судостроительно-судоремонтный завод». Начало строительства ожидается в I квартале 2022 г. [14]. Проект СПбГМТУ «Цифровая верфь» — первый опыт масштабного применения промышленного уклада «Индустрия 4.0» в отечественном судостроении, предполагает автоматизированное цифровое производство, которое управляется интеллектуальными системами в режиме реального времени (см. рисунок).

Будет автоматизировано большинство производственных процессов, что ускорит выпуск продукции судостроения, удешевит проекты и минимизирует возможные ошибки, возникающие по вине человеческого фактора, а также позволит гибко настраивать и перенастраивать производственное оборудование. Проектом также запланировано внедрение на предприятии целого ряда самых передовых производственных технологий, многие из которых разработаны в стенах СПбГМТУ, и создание опережающей системы подготовки кадров для «Цифровой верфи». Преимущества цифровой верфи: создание единого информационного пространства, в котором все участники процесса смогут общаться со всеми на общем «цифровом» языке, без бумажного документооборота; проектировщики и заказчики, обладая виртуальным «двойником» будущего судна, станут вносить коррективы на ранней стадии работ,

экономя время и деньги; освоив «цифру», верфь оптимизирует свое производство, сведет к нулю лишние издержки и потери времени и сможет использовать самые лучшие материалы, технологии, комплектующие [14].

Также рекомендуется реализовать концепцию интегрированного взаимодействия судостроительного предприятия со всеми стейкхолдерами на основе использования смарт-контрактов.



Архитектура проектного решения «Цифровая верфь», источник [10] /
Architecture of the design solution «Digital shipyard», source [10]

3. Проблемы отечественного судостроения в области кадрового обеспечения, экономики и финансов, маркетинга. Средний возраст работников в организациях судостроительной промышленности составляет около 45 лет. На судостроительных предприятиях наблюдается дефицит высококвалифицированных кадров и/или определенных рабочих профессий в ряде субъектов Российской Федерации в связи с их миграцией в регионы с более благополучной социально-экономической ситуацией и высокой заработной платой. Серьезной кадровой проблемой, снижающей эффективность производства, является профессионально-квалификационный дисбаланс, вызванный несоответствием компетенций работников квалификационным требованиям. У производителей судостроительной продукции в ряде случаев отсутствует опыт использования отечественных разработок, что является для

них источником рисков, в том числе в части обеспечения качества продукции, выполнения гарантийных обязательств и осуществления сервисного обслуживания. Удельная трудоемкость судостроительного производства в отрасли в 3...5 раз выше, чем за рубежом. Отмечается дефицит финансовых ресурсов вследствие низкой кредитной и инвестиционной привлекательности проектов. Значительная часть судового оборудования в России не производится, а при закупке за рубежом эти комплектующие облагаются высокими ввозными таможенными пошлинами и НДС. При строительстве судов для внутреннего рынка использование импортных комплектующих увеличивает их стоимость, по оценкам экспертов, на 20...25 %. Общая налоговая нагрузка по этим заказам достигает 30 % от цены на готовую продукцию, тогда как при строительстве судов на экспорт она не превышает 15 %.

В целом себестоимость постройки судов на российских верфях выше по сравнению с зарубежными аналогами более чем на 70 %. Также следует отметить низкую долю российских судостроительных предприятий в общем портфеле заказов отечественных судовладельцев на строительство, модернизацию и ремонт судов гражданского назначения (примерно 6 %), обусловленную недостаточным уровнем технической оснащенности предприятий судостроения и высокой стоимостью производства. Кроме того, если раньше заказывали суда преимущественно сериями, и благодаря положительному эффекту операционного рычага, стоимость строительства каждого последующего судна (после создания головного) снижалась за счет эффекта масштаба, то сейчас судостроительные компании размещают заказы, в основном, на строительство одного судна или небольшого числа, что удорожает стоимость строительства этой серии и приводит к более высокой цене для заказчика, по сравнению с зарубежными аналогами. В сложившейся ситуации предлагается консолидировать производства, выстраивать производственную специализацию и развивать долгосрочную экономическую кооперацию с другими судостроительными предприятиями с тем, чтобы снизить уровень общих издержек всех участников производственного цикла, обмениваться опытом, компетенциями, осуществлять трансфер инновационных технологий.

Во многих отечественных судостроительных организациях отсутствуют маркетинговые отделы, в задачи которых входит анализ мирового рынка гражданского судостроения, оценка конкурентных преимуществ судостроительного предприятия, его сильных и слабых сторон, возможностей и угроз внешней среды, формирование и стимулирование спроса, определение эффективной политики ценообразования, продвижение продукции отечественного судостроения на международный рынок, в том числе использования современных инструментов цифрового маркетинга, и другие.

В области управления персоналом важно обеспечить повышение квалификации персонала в соответствии с новыми требованиями в связи с внедрением на судостроительных предприятиях инноваций, в частности, созданием цифровой верфи. Так, например, на базе Санкт-Петербургско-

го государственного морского технического университета реализуется проект «Фабрика процессов» при поддержке Департамента развития Производственной системы Группы компаний АО «ОСК» и активном участии предприятий судостроительной промышленности России, который направлен на обучение сотрудников профильных предприятий на базе созданной учебной производственной площадки инструментам и методам бережливого производства с учетом отраслевых особенностей, оценки влияния улучшений на операционные и экономические показатели организации. Ожидается, что в 2021 г. обучение в СПбГМТУ пройдут 2...3 тыс. человек. В дальнейшем пропускная способность «Фабрики процессов» достигнет 3,5 тыс. обучающихся в год из Санкт-Петербурга, Ленинградской области, Астрахани, Северодвинска, Калининграда, Владивостока, Находки, других городов и регионов России. Практическое использование инструментов и полученных знаний после обучения на «Фабрике процессов» в СПбГМТУ позволит предприятиям оптимизировать Производственную Систему, обеспечить рост производительности труда, а также повысить эффективность основных производственных процессов, сократить затраты, повысить качество выпускаемой продукции и т. д. [14].

Кроме этого, рекомендуется, по возможности, использовать опыт Судостроительного комплекса «Звезда» по реализации корпоративных жилищных программ, включающих жилищное строительство, корпоративную ипотеку, обеспечение служебным жильем. В рамках программ реализуется компенсация аренды жилья из средств программы Мобильности для привлекаемого персонала из других регионов, выплата 1 МРОТ при присвоении статуса «Молодой специалист», представление корпоративной ипотеки с пониженной процентной ставкой на доленое строительство в жилых домах, предоставление служебного жилья в микрорайонах, расположенных от ССК «Звезда» на расстоянии 1,5...2 км, время в пути – 10 мин. Зарплата на этом предприятии выше средней по региону.

Закупочная деятельность требует беспристрастного участия сотрудников, отвечающих за выбор поставщиков. Ввиду того, что внедрение цифровых технологий Судостроения 4.0 требует глубокой модернизации

производства, связанные с этим значительные капиталовложения вызовут увеличение коэффициента операционного рычага. Это означает, что при ухудшении рыночной конъюнктуры снижение объема продаж приведет к кратному уменьшению прибыли судостроительного предприятия и повышению риска убыточной деятельности. В этой связи в организациях судостроительной промышленности требуется внедрять системы риск-менеджмента.

Заключение. Таким образом, в России созданы условия для формирования и реализации промышленного и инновационного потенциала организаций судостроительной промышленности как ключевого драйвера социально-экономического развития. В свою очередь, устойчивый экономический рост организаций судостроения требует проведения масштабной цифровой трансформации их производственной системы на основе активного внедрения инновационных технологий Индустрии 4.0. Это позволит достичь посредством непрерывных улучшений повышения производительности труда, операционной эффективности, снижения затрат и, как следствие, повышения конкурентоспособности ведущих российских судостроительных предприятий на мировом рынке гражданского судостроения.

Создание производственной системы – это не локальная, а системная работа по коренному преобразованию организации и процессов на протяжении всего жизненного цикла, обеспечивающая ее конкурентные преимущества. Чтобы достичь успеха,

необходима личная заинтересованность и участие высшего руководства организации. Производственная система – это не набор инструментов и методик, а прежде всего работа с людьми, затрагивающая изменение организационной культуры. Требуется создание управленческой и мотивационной среды, способствующей вовлечению сотрудников в культуру изменений, создание карьерных «лифтов» через реализацию проектов производственной системы. Необходимо эффективно использовать существующие ресурсы при рациональном инвестировании в новые технологии или модернизацию.

Для повышения эффективности цифровой трансформации производственных систем российских организаций судостроения важно учитывать технико-экономические особенности судостроительного производства. Ввиду специфических особенностей судостроения, в том числе высокой капиталоемкости строительства судов, продолжительной окупаемости вложенных средств, решение накопившихся проблем, дальнейшее развитие отрасли невозможны без активного участия государства. В целом государственное регулирование дополняет рыночный механизм, что в совокупности составляет единую систему макроэкономического регулирования народного хозяйства. По мере развития судостроительных компетенций, модернизации производственных мощностей уровень конкурентоспособности продукции российского гражданского судостроения будет повышаться.

Список литературы

1. Балашова Е. С. Актуальные технологии современной экономики и инфраструктуры: цифровая и инновационная экономика. Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петерб. гос. Морского техн. ун-та, 2020. 375 с.
2. Барышова Ю. Н. Вестник Московской международной академии. 2019. № 2. С. 49–53.
3. Волкова В. Н., Кудрявцева А. С. Модели для управления инновационной деятельностью промышленного предприятия // Открытое образование. 2018. № 4. С. 64–73.
4. Горин Е. А. Цифровые технологии в отечественном судостроении // Бюллетень науки и практики. 2017. №11. С. 236–242.
5. Кудрявцева А. С. Выбор инновационных технологий с учётом жизненного цикла создания сложных технических изделий // SAEC. 2020. № 1. С. 382–390.
6. Кузнецова М. Верфи будущего. Судостроение. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4154779> (дата обращения: 15.06.2021). Текст: электронный.
7. Лелюхин В. Е., Колесникова О. В. Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2019. № 1. С. 99–107.
8. Лихачева Л. Б., Назина Л. И., Ломанова А. В., Черных Н. А. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. № 4. С. 128–132.

9. Малышев Е. А., Малышева Т. Е. Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27, № 3. С. 113–118.
10. Национальная технологическая инициатива. Технет: [официальный сайт]. URL: <https://technet-nti.ru/article/proekt-cifrovaya-verf> (дата обращения: 11.06.2021). Текст: электронный.
11. Петрова Н. П., Пименов П. В. Анализ современного состояния судостроения в России с использованием бенчмаркинга // Вестник Евразийской науки. 2018. № 6. С. 37.
12. Полосков С. С. Судостроение России на инновационном пути развития: проблемы и перспективы // Вопросы инновационной экономики. 2018. № 3. С. 465–478.
13. Резникова К. М., Максимов В. Е., Попов Д. А. Судостроение 4.0: современные технологии и перспективы концепции. Текст: электронный // Отходы и ресурсы. 2021. № 1. URL: <https://resources.today/PDF/02INOR121.pdf> (дата обращения: 16.06.2021). DOI: 10.15862/02INOR121.
14. Санкт-Петербургский государственный морской технический университет: [официальный сайт]. URL: <https://www.smtu.ru> (дата обращения: 10.06.2021). Текст: электронный.
15. Туровец О. Г., Родионова В. Н. Вестник Брянского государственного технического университета. 2018. № 3. С. 88–96.
16. Aiello G., Giallanza A., Vacante S., Fasoli S., Mascarella G. Process Manufacturing. 2020. Vol. 42. P. 16–23.
17. Saarni J., Heikkilä K., Kalliomäki H., Mäkelä M., Jokinen L., Aposto O. Sustainability in Shipbuilding – Observations from Project-Oriented Supply Network in Cruise Ship Construction. Turku (Finland): Finland Futures Research Centre, 2019.
18. Sony M. Prod. Manuf. Res. 2018. Vol. 6. P. 416–432.
19. Telukdarie, A., Buhulaiga, E.A., Bag, S., Gupta, S., Luo, Z. Process Safety Environ. Protect. 2018, Vol.

References

118. P. 316–329.
1. Balashova Ye. S. *Aktualnye tekhnologii sovremennoy ekonomiki i infrastruktury: tsifrovaya i innovatsionnaya ekonomika* (Actual technologies of the modern economy and infrastructure: digital and innovative economy). St. Petersburg: Publishing house of St. Petersburg. state Marine tech. University, 2020. 375 p.
2. Baryshova Y.N. *Vestnik Moskovskoy mezhdunarodnoy akademii* (Bulletin of the Moscow International Academy), 2019, no.2, pp. 49–53.
3. Volkova V.N., Kudryavtzeva A.S. *Otkrytoe obrazovanie* (Open education), 2018, no. 4, pp. 64–73.
4. Gorin E.A. *Byulleten nauki i praktiki* (Bulletin of Science and Practice), 2017, no. 11, pp. 236–242.
5. Kudryavtzeva A.S. *SAEC* (SAEC), 2020, no.1, pp. 382–390.
6. Kuznetzova M. *Verfi buduschego. Sudostroenie* (Shipyards of the future. Shipbuilding). Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/4154779> (date of access: 15.06.2021). Text: electronic.
7. Lelyukhin V.E., Kolesnikova O.V. *Vestnik Inzhenernoy shkoly Dalnevostochnogo federalnogo universiteta* (Bulletin of the Engineering School of the Far Eastern Federal University), 2019, no. 1, pp. 99–107.
8. Likhacheva L.B., Nazina L.I., Lomanova A.V., Chernykh N.A. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tekhnologiy* (Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies), 2018, no 4, pp. 1282132.
9. Malyshev E., Malysheva T. *Vestnik Zabaykal'skogo gosudarstvennogo universiteta* (Transbaikal State University Journal), 2021, vol. 27, no. 3, pp. 113–118.
10. *Natsionalnaya tehnologicheskaya initsiativa. Tehnet* (10. National Technology Initiative. Technet: [official site]). Available at: <https://technet-nti.ru/article/proekt-cifrovaya-verf> (date of access: 11.06.2021). Text: electronic.
11. Petrova N.P., Pimenov P.V. *Vestnik Evraziyskoy nauki* (Bulletin of Eurasian Science), 2018, no. 6, p. 37.
12. Poloskov S. S. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki* (Innovation economy issues), 2018, no.3, pp. 465–478.
13. Reznikova K.M., Maksimov V.E., Popov D.A. *Othody i resursy* (Conservation and Recycling), 2021, no. 1. Available at: <https://resources.today/PDF/02INOR121.pdf>. (date of access: 15.06.2021) DOI: 10.15862/02INOR121. Text: electronic.
14. *Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy morskoy tehniceskii universitet: [ofitsialny sayt]* (St. Petersburg State Marine Technical University: [official site]). Available at: <https://www.smtu.ru> (date of access: 10.06.2021). Text: electronic.
15. Turovetz O. G., Rodionova V. N. *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta* (Bulletin of the Bryansk State Technical University), 2018, no. 3, pp. 88–96.

16. Aiello G., Giallanza A., Vacante S., Fasoli S., Mascarella G. *Process Manufacturing* (Process Manufacturing), 2020, vol. 42, pp. 16–23.
17. Saarni J., Heikkilä K., Kalliomäki H., Mäkelä M., Jokinen L., Aposto O. *Sustainability in Shipbuilding – Observations from Project-Oriented Supply Network in Cruise Ship Construction* (Sustainability in Shipbuilding – Observations from Project-Oriented Supply Network in Cruise Ship Construction). Turku, Finland: Finland Futures Research Centre, 2019.
18. Sony M. *Prod. Manuf. Res. (Manuf. Res.)*, 2018, vol. 6, pp. 416–432.
19. Telukdarie, A., Buhulaiga, E.A., Bag, S., Gupta, S., Luo, Z. *Process Safety Environ* (Protect Process Safety Environ. Protect), 2018, vol. 118, pp. 316–329.

Информация об авторе

Палкина Елена Сергеевна, д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры «Инновационная экономика», Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, г. Санкт-Петербург, Россия. Область научных интересов: экономика судостроительной промышленности, управление инновациями
elena_palkina@hotmail.com

Постников Роман Андреевич, аспирант, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет; зам. начальника ПЭО АО «ЦМКБ «Алмаз», г. Санкт-Петербург, Россия. Область научных интересов: экономика судостроительной промышленности, управление инновациями
postikovroman@rambler.ru

Information about the author

Elena Palkina, doctor of economic sciences, associate professor, professor, Innovation Economics department, State Marine Technical University, Saint-Petersburg, Russia. Scientific interests: economics of shipbuilding industry, innovation management

Roman Postnikov, postgraduate, Innovation Economics department, State Marine Technical University; deputy head of the ALMAZ CMDB, Saint-Petersburg, Russia. Scientific interests: economics of shipbuilding industry, innovation management

Для цитирования

Палкина Е. С., Постников Р. А. Цифровая трансформация производственной системы в судостроении: проблемы и способы их решения // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27, № 6. С. 107–123. DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-6-107-123.

Palkina E., Postnikov R. Digital transformation of production system in shipbuilding: problems and solutions // Transbaikalian State University Journal, 2021, vol. 27, no. 6, pp. 107–123. DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-6-107-123.

Статья поступила в редакцию: 05.07.2021 г.
Статья принята к публикации: 13.07.2021 г.