

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ СУДОСТРОЕНИЯ КАК ЭТАП ПОСТРОЕНИЯ «БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА»

Е.Г. Лебедева

Северный Арктический Федеральный Университет, Институт Судостроения и Морской Арктической Техники, г. Северодвинск, Архангельская область, Россия

Ю.Ю. Шванева

Северный Арктический Федеральный Университет, Институт Судостроения и Морской Арктической Техники, г. Северодвинск, Архангельская область, Россия

А.А. Волоцкой

Северный Арктический Федеральный Университет, Высшая школа экономики и управления, г. Архангельск, Россия

А.А. Сомпольцева

Северный Арктический Федеральный Университет, Институт Судостроения и Морской Арктической Техники, г. Северодвинск, Архангельская область, Россия

Аннотация. Рассматриваются пути внедрения основных принципов ведения «бережливого производства» на отдельных этапах судостроительного производства и на протяжении всего жизненного цикла изделий судостроения. Описываются основные потери, возникающие на этапе производства, а также пути совершенствования судостроительного производства и направления для решения некоторых задач минимизации потерь применительно к предприятиям судостроительной отрасли. В качестве примера используется применение CALS-технологий в процессе управления производством, проектирования объектов морской техники, связи между отдельными проектными организациями и судостроительным предприятием при создании комплексных проектов, а также пути реализации этой задачи как наиболее перспективной в мировой практике. Основой целью применения CALS в судостроении на всех этапах жизненного цикла изделия судостроения является создание единой информационной модели, стандартизация основных методов получения, хранения и интерпретации информации, защита, сертификация и лицензирование применяемой информации на всех этапах жизненного цикла изделий судостроения при помощи систем автоматизированного проектирования. В статье указаны основные цели и направления внедрения CALS-технологий как одного из этапов совершенствования процессов в рамках концепции бережливого производства. Рассмотрены пути минимизации потерь производства при разработке плазово-технологической документации и конструкторско-технологической подготовке производства, выпуска рабочей конструкторской документации. Показана цель создания 3D-макета корабля с использованием технологии объемного сканирования как средства обеспечения поддержки жизненного цикла изделий морской техники на этапах технического обслуживания, ремонта и модернизации. Перечислены основные способы реализации поставленных задач на судостроительном предприятии, рассматриваемые с позиций внедрения «бережливого производства», существенным условием для эффективного функционирования которого является совместное использование CALS-технологий на предприятиях судостроительной отрасли, предприятиях-контрагентах и в проектных организациях. Обозначена задача подготовки и переподготовки специалистов для судостроительной отрасли, обладающих соответствующими профессиональными компетенциями.

Ключевые слова: судостроение, судостроительное производство, бережливое производство, минимизация потерь, CALS-технологии в судостроении, электронная модель изделия, реинжиниринговые технологии, системы автоматизированного проектирования, эффективность судостроительного производства, 3D-моделирование, 3D-сканирование, подготовка специалистов.

Введение

Судостроение является одной из самых высокотехнологичных отраслей, которая требует больших вложений в свое развитие и постоянное совершенствование всех этапов производства. Существует множество причин отставания российских судостроительных предприятий от передовых зарубежных верфей; одной из причин является отсутствие единой системы планирования и организации работы судостроительных предприятий. Устаревшая материально-техническая база современного судостроения в России требует больших вложений и обновления.

В настоящий момент процесс развития судостроения в России идет по направлению обновления предприятий в плане их управления, оснащения, переоборудования станочного парка, модернизации и замены действующей информационной системы. Развитие идет также за счет внедрения принципиально новых технологий в процессы проектирования, постройки, обеспечения взаимодействия проектных организаций и верфей в режиме реального времени, позволяющие упростить сервисное и эксплуатационное сопровождение судов [1].

Решением этих задач в судостроении может служить частичное внедрение принципов «бережливого производства» на примере судостроительных предприятий Японии, Кореи.

«Бережливое производство» представляет собой особенный стиль управления предприятием [2], при котором уровень решения производственных задач повышается за счет уменьшения потерь. По определению, потери – вид деятельности, которая потребляет какие-то ресурсы, но не создает реальной ценности [3]. Они возникают при нерациональном ведении производства [4] и связаны с:

1) затратами, возникающими при перемещении людей, деталей с неоправданными действиями оборудования или операторов, провоцирующими увеличение затрачиваемого времени и стоимости товара;

2) погрешностями пути транспортировки деталей и промежуточных изделий, вызывающими порчу, ожидание, потери;

3) погрешностями технологии изготовления деталей, сборки и сварки секций, приводящими к браку, переделкам, исправлениям;

4) переизбытком производства, что вызывает необходимость в учете, хранении готовой продукции;

5) ожиданием очередности изготовления промежуточных изделий, что также повышает итоговую стоимость;

6) дефектами изготовления деталей и изделий за счет нарушения требований конструкторской и технологической документации, которые становятся причиной для дополнительных расходов;

7) наличием излишка запасов, которые необходимо содержать в нужных условиях.

Применение «бережливого производства» в судостроении допустимо на всех стадиях жизненного цикла изделий судостроения: как при выполнении проектирования, постройки, сдачи, так и при последующей эксплуатации и сервисном обслуживании морской техники и утилизации.

Основным понятием концепции «бережливого производства» является ценность [5] – субъективное решение заказчика о том, что заказанное им изделие выполнено в полном объеме, качественно и вовремя. Также необходимо использовать следующие понятия бережливого производства: время такта, которое характеризует весь производственный временной период, затраченный на изготовление изделий и деленный на количество изготовленных изделий за этот период. В судостроении аналогичным понятием является срок постройки объекта. Следующее понятие «бережливого производства» – реинжиниринговые технологии [6], характеризующие радикальное улучшение производственного процесса, минимизирующие потери производства.

Актуальность внедрения принципов «бережливого производства» в судостроении

Совершенствование процесса судостроительного производства на всех стадиях жизненного цикла изделий судостроения [7] связано с непрерывным улучшением производственного процесса с одновременным увеличением ценности и уменьшением потерь. Для этого необходимо стремиться избавиться от действий, снижающих ценность конечного изделия судостроения, в течение всего его жизненного цикла, что выражается не только в применении новейших технологий, это – способ управления судостроительным производством, максимально ориентированным на нужды страны. Обязательным условием совершенствования судостроительного производства является заинтересованность в процессе постройки и обеспечения дальнейшего сервисного сопровождения объекта морской техники сотрудников предприятия судостроителя [8].

Принципы «бережливого производства», применяемые в различных сферах, имеют ряд сложностей и должны быть адаптированы к условиям определенной отрасли [9].

В данном случае, основными принципами «бережливого производства», адаптированными к условиям судостроения являются:

– снижение нестабильности и негибкости применяемых решений, конструкций и технологий;

– постоянное совершенствование производственных процессов на всех этапах жизненного цикла изделий судостроения;

– активное участие сотрудников в процессе совершенствования производства [10];

– подготовка и переподготовка специалистов для судостроительной отрасли с востребованными работодателем компетенциями, включая опережающее обучение по перспективным технологиям.

Авторами статьи предлагается следующая концепция построения «бережливого производства» в судостроении:

1 этап – ознакомление персонала с принципами «бережливого производства»;

2 этап – внедрение принципов «бережливого производства» на рабочих местах;

3 этап – внедрение CALS-технологий (непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла изделий) при подготовке производства и сервисном обслуживании заказов;

4 этап – создание единого цифрового пространства отрасли: ЦКБ-предприятие-заказчик;

5 этап – создание эффективной многоуровневой системы подготовки кадров со специальными компетенциями.

Очевидным является то, что использование иностранного опыта в чистом виде, без учета менталитета и традиционных культурно-нравственных ценностей, а также принятых технологии и организации

производства, невозможен. Требуется адаптация данного процесса, в первую очередь, через изменение сложившегося мышления и ясное осознание конечных целей преобразований. Однако данный аспект выходит за рамки рассматриваемых вопросов статьи и, возможно, будет изложен отдельно. В предложенном материале акцентируется внимание на 3-м этапе построения «бережливого производства».

Совершенствование производственных процессов на всех стадиях жизненного цикла изделий судостроения возможно за счет внедрения CALS-технологий, как способа повышения рентабельности и снижения потерь производства. Сейчас повсеместное внедрение CALS-технологий в судостроительной отрасли на отечественных предприятиях – это средство вхождения в мировую экономику, которое позволяет упростить внутреннюю и внешнюю промышленную кооперацию, увеличить качество построенных судов, сделать их конкурентоспособными, упростить механизм взаимных расчетов между поставщиками и судостроительным заводом, усовершенствовать процесс управления судостроительным производством. Реализация уже первых шагов дает значительный эффект за счет сокращения сроков сдачи изделия заказчику, а также за счет повышения качества изделия.

Основным итогом внедрения CALS-технологий является повышение эффективности судостроительного производства путем общего ускорения процесса разработки и согласования технической документации. Создание электронной модели изделия позволяет в режиме реального времени вести инженерно-технические работы по выпуску изделия. При этом наличие электронной модели изделия позволяет сократить издержки производства и последующей эксплуатации изделия, повысить уровень сервиса и технического обслуживания в процессах ее эксплуатации [11]. Однако, как замечено в [12], одной из важных проблем современного судостроения, является управление конструкторской, технологической и производственной информацией на протяжении всего жизненного цикла изделий. Использование систем автоматизации для подготовки производства порождает проблемы обеспечения корректного их взаимодействия. В анализе, приведенном в [13], указаны также причины слабого распространения компьютерных технологий в управлении судоремонтным производством.

Таким образом, предметом CALS являются технологии информационного взаимодействия, общего использования, обмена информацией о судне или корабле, среде и процессах, выполняемых в ходе всех этапов жизненного цикла изделия судостроения [14].

Применение системы единой информационной модели на судостроительном заводе является основой CALS. Стандартизация способа получения, хранения и обработки информации, адекватности ее прочтения, метода защиты и лицензирования используемой информации на различных стадиях жизни судна или корабля, вплоть до утилизации, систем автоматизированного проектирования (CAD/CAM/CAE, MRP/ERP, PDM, PLM), позволяющих производить и обмениваться информацией через стандартные форматы [14], является основой задачей внедрения CALS-технологий в судостроении.

Ожидаемый эффект внедрения принципов «бережливого производства» в судостроении на основе CALS-технологий

Внедрение CALS-технологий на судостроительном предприятии позволяет:

- расширить области деятельности предприятия судостроительной отрасли за счет углубления взаимодействия с предприятиями – контрагентами, обеспечиваемыми стандартной формой представления информации на разных сроках постройки, сдачи и эксплуатации объекта морской техники;
- осуществить конструкторское сопровождение строительства в режиме «онлайн», а также обеспечить оптимальное взаимодействие производственных цехов и отделов с инженерными службами предприятия за счет использования электронной модели изделия [15];
- обеспечить преемственность результатов работы конструкторских организаций и отделов в процессе постройки, ремонта, модернизации и переоборудования уникальных проектов (при возможном изменении состава участников без потери достигнутых результатов) за счет упрощения процесса возможного обмена информацией и уменьшения потерь от внедрения безбумажного документооборота, вынужденного повторного ввода и последующей обработки информации [15];
- сделать «прозрачным» процесс управления постройки и ремонта судов за счет применения реинжиниринговых технологий путем применения 3D-модели судов и кораблей, выполняемых техпроцессов, сбалансировать этапы производственного процесса и сократить затраты в управлении производством;
- улучшить качество выпускаемой судостроительной продукции и конкурентоспособность судов, спроектированных и строящихся при помощи средств CALS при имеющейся информационной поддержке, путем создания электронного документооборота на всех производственных процессах в период всего жизненного цикла судна, в том числе – на этапе его эксплуатации и сервисного обслуживания;
- сократить потери при производстве и уменьшить себестоимость сдаваемого судна или корабля;
- уменьшить сроки проектирования и постройки судна/корабля, его возможного дальнейшего переоборудования или модернизации, увеличить сроки реального времени «жизни» объекта, поддержания работоспособности при высоком качестве за счет обеспечения электронной поддержки во время эксплуатации [16].

Результаты

Основным результатом внедрения CALS-технологий в рамках концепции «бережливого производства» уже на некоторых этапах судостроительного производства является совершенствование производственных процессов. Успешная реализация программ внедрения CALS – технологий, утвержденных генеральным директором АО «ПО «Севмаш» с 2014 года, позволила освоить новые для предприятия направления использования информационных технологий.

Обработка рабочей конструкторской документации в процессе построения 3D-моделей и их корректировок по изменениям проектанта существенно сократила потери на исправление ошибок в конструкторской документации и создала условия для дальнейшего повышения эффективности процесса разработки плазово-технологической информации в электронном и традиционном бумажном видах (электронные эскизы деталей, карты технологической обработки деталей, карты раскроя, управляющие программы тепловой вырезки деталей, технологические процессы изготовления деталей корпуса судна, информация для обеспечения проверочных и разметочных работ при строительстве заказов, управляющие программы вычерчивания плазовой оснастки) [17].

Выполнение плазово–технологической подготовки производства на основе 3D-моделей корпуса корабля с использованием программного комплекса, обеспечивающего получение исходных данных из внешних проектирующих CAD/CAM-систем, ориентированного на особенности объектов подводного кораблестроения, настроенного на действующую технологию и организацию строительства заказов и интегрированного с базами данных предприятия, позволило значительно повысить эффективность процесса плазово-технологической подготовки корпусообработывающего производства. Результатами стали значительное сокращение сроков и затрат на данный вид подготовки производства, возможностью практической реализации цифрового производства от 3D-моделей конструкций до управляющих программ тепловой вырезки деталей, автоматический выпуск всей технологической документации корпусообработывающего цеха. Приведенные достижения были обеспечены переходом на новые информационные технологии, направленные на сквозное использование цифровой информации об объекте производства на стадиях подготовки производства и в производственных процессах, автоматизацией процесса подготовки производства, созданием единой и удобной информационной среды для совместной работы специалистов различных функциональных подразделений предприятия.

Внедрение входного 3D-контроля рабочих чертежей изделий машиностроительной части сторонних разработчиков и предприятий контрагентов позволило создать отработку рабочей конструкторской документации сложных изделий машиностроения на электронных 3D макетах, что обеспечивает поиск ошибок в электронном виде и дает возможность исправления в процессе виртуальной сборки и проверки на работоспособность методом кинематического анализа еще до запуска изделия в производство.

Использование комбинированных технологий 3D-моделирования и 3D-сканирования позволяет осуществлять контроль за точностью и качеством изготовления судовых конструкций, размещения оборудования на строящемся объекте морской техники с использованием технологии лазерного сканирования, выявлять технические проблемы на ранних стадиях постройки судна, а также сокращать затраты на переделки и потерю времени на ответственных этапах постройки судна.

Разработка электронного 3D-макета объекта морской техники «как построено» с использованием технологии объемного сканирования для обеспечения поддержки жизненного цикла судов на этапах технического обслуживания, ремонта и модернизации позволяет обеспечить сокращение эксплуатационных затрат, уменьшить продолжительность и стоимость технического обслуживания, ремонта и модернизации путем планирования и отработки на электронной модели изделия производственных операций, включая материально-техническое оснащение и материальное обеспечение, до начала этапа подготовительных заводских работ.

Заключение

Комбинированное использование технологий 3D-моделирования и 3D-сканирования в период с 2012 по настоящий момент в АО «ПО «Севмаш» позволило создать инфраструктуру, организовать подготовку кадров, в т.ч. с участием института судостроения и морской арктической техники и провести комплекс опытных работ для перехода к промышленному внедрению CALS-технологий на предприятии [18]. Проведенные мероприятия можно рассматривать как один из этапов внедрения «бережливого производства».

Для решения этой задачи на предприятии АО «ПО «Севмаш» были выполнены следующие мероприятия:

- подготовлены новые специалисты и переучены имеющиеся сотрудники.
- на рабочих местах инженеров-конструкторов и инженеров-технологов развернуты CAD, CAM – системы;
- обучены специалисты по 3D сканированию и закуплено оборудование, предназначенное для 3D сканирования со специальным программным обеспечением;
- разработана методическая база повсеместного применения CAD, CAM – систем на рабочих местах инженерно-технических работников;

– разработана концепция многоуровневой подготовки специалистов, обладающих профессиональными компетенциями в области информационных технологий поддержки жизненного цикла корабля и «бережливого производства».

Данный опыт внедрения информационных технологий как один из этапов «бережливого производства» можно распространить для применения на других предприятиях судостроительной отрасли, адаптировать под имеющиеся условия, создать собственную эффективную модель новой производственной системы.

Список литературы:

1. Развитие судостроения: перспективы отрасли. Источник: <https://delonovosti.ru/business/3976-razvitie-sudostroeniya.html>
2. Dombrowski, U., Mielke, T.: Lean Leadership–Fundamental Principles and their Application. *Procedia CIRP* 7, 569–574 (2013). DOI: 10.1016/j.procir.2013.06.034.
3. Вумек П Джеймс., Джонс Дэниэл Т. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании/пер. с англ.-2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс., 2005. – 473 с.
4. Dombrowski, U., Zahn, T.: Design of a lean development framework. In: 2011 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), pp. 1917–1921 (2011). DOI: 10.1109/IEEM.2011.6118249.
5. Джордж М. Бережливое производство + шесть сигм. / пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005 –
6. Михайлова М.Р. Устранение потерь – основа бережливого производства // Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы современного менеджмента». – Новосибирск: СибАК, 2010. – С. 11–15. 402 с.
7. Добротворский И.Л. Менеджмент. Эффективные технологии / Добротворский И.Л. – М.: Приор, 2002. – 462 с.
8. Losonci D., Demeter K., Jenei I.: Factors influencing employee perceptions in lean transformations. *International Journal of Production Economics* 131(1), 30–43 (2011). DOI: 10.1016/j.ijpe. 2010.12.022.
9. Клочков Ю.П., «Бережливое производство»: понятия, принципы, механизмы // Инженерный вестник дона, 2012 №2 – С. 429-437.
10. Михайлова М.Р. Проблемы производительности труда и вовлечения персонала / Михайлова М.Р., Полинская М.М., Олинович Н.А // Методы менеджмента качества. – 2008. – №1. – С. 4–8.
11. Доросинский Л.Г. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия/ Доросинский Л.Г., Зверева О.М. – Ульяновск: Зебра, 2016. – 243 с.
12. Лелюхин В.Е. Структурно-параметрическое пространство судовых конструкций и технологий в PLM-системах/ Лелюхин В.Е., Колесникова О.В. /Вестник Инженерной школы ДВФУ, 2019. – №1. – С. 1–9.
13. Рогулин А.Г. Использование компьютерных технологий в управлении и организации производства в судоремонте/Рогулин А.Г., Токликишвили А.Г.// Инновационная наука, 2015. – №7, – С. 58–61.
14. Шалумов А.С. Введение в CALS-технологии / Шалумов А.С., Никишкин С.И., Носков В.Н. – Ковров: КГТА, 2002. – 137 с.
15. Богданов В.И. Внедрение безбумажных технологий в АО «ПО «СЕВМАШ» / Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. – 2018. – №50/51. – С. 103–107.
16. Грачева М.А. Приоритетные направления работ по стандартизации в области CALS/. Грачева М.А., Боброва А.А., Жирнова Е.А./ Актуальные проблемы авиации и космонавтики, 2013. №. 9. – С. 292–293.
17. Будниченко М.А. Модернизация конструкторско-технологической подготовки производства и процессов строительства кораблей/ Будниченко М.А, Спиридонов А.Ю. / Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова – 2015. – №90. – С. 187–194.
18. Будниченко М.А. Формирование ИТ-инфраструктуры судостроительного предприятия в ходе модернизации / Будниченко М.А. Кунгуров В.Ю. / Морские интеллектуальные технологии, 2018. №4-4. – С. 175–185.

IMPLEMENTATION OF INFORMATION SUPPORT FOR THE SHIPBUILDING PRODUCTS LIFE CYCLE AS A STAGE OF CREATING «LEAN PRODUCTION»

Elena G. Lebedeva

Northern Arctic Federal University, Institute of Shipbuilding and marine Arctic Technology, Severodvinsk, Arkhangelsk region, Russia

Yuliya Yu. Shvaneva

Northern Arctic Federal University, Institute of Shipbuilding and marine Arctic Technology, Severodvinsk, Arkhangelsk region, Russia

Alexander A. Volotskoi

Northern Arctic Federal University, Higher school of Economics and management, Arkhangelsk, Russia

Anna A. Sompoltseva

Northern Arctic Federal University, Institute of Shipbuilding and marine Arctic Technology, Severodvinsk, Arkhangelsk region, Russia

Abstract. The ways of implementing the basic principles of «lean production» at certain stages of shipbuilding production and throughout the entire life cycle of shipbuilding products are considered. The article describes the main losses that occur at the production stage, as well as ways to improve shipbuilding production and directions for solving some problems of minimizing losses in relation to enterprises in the shipbuilding industry. The authors present an example of using CALS technologies in the process of production management, designing marine engineering facilities, communication between individual design organizations and the shipbuilding enterprise when creating complex projects; as well as ways to implement this task as the most promising in the world practice. The main purpose of using

CALS in shipbuilding at all stages of the life cycle of a shipbuilding product is to create a unified information model, standardize the main methods for obtaining, storing and interpreting information, protect, certify and license the information used at all stages of the life cycle of shipbuilding products using computer-aided design systems. The article describes the main goals and directions of implementing CALS technologies as one of the stages of improving processes within the framework of the lean production concept. The ways of minimizing production losses in the development of planning and technological documentation and design and technological production preparation, production of working design documentation are considered. The purpose of creating a 3D ship model using volumetric scanning technology as a means of supporting the life cycle of marine equipment products at the stages of maintenance, repair and modernization is shown. The authors list the main ways to implement the assigned tasks at the shipbuilding enterprise, considering them from the point of view of implementing «lean production»; and the essential condition for its effective functioning is the joint use of CALS technologies at the enterprises of the shipbuilding industry, contractors and design organizations. The task of training and retraining specialists for the shipbuilding industry with appropriate professional competencies is outlined.

Keywords: *shipbuilding, shipbuilding production, lean production, loss minimization, CALS technologies in shipbuilding, electronic product model, reengineering technologies, computer-aided design systems, shipbuilding production efficiency, 3D modeling, 3D scanning, training of specialists.*

References

1. The development of the shipbuilding industry: the industry Outlook. Source: <https://delonovosti.ru /business/3976-razvitiye-sudostroeniya.html>
2. Dombrowski, U., Mielke, T.: Lean Leadership–Fundamental Principles and their Application. *Procedia CIRP* 7, 569–574 (2013). DOI: 10.1016/j.procir.2013.06.034
3. Wumek P James., Jones Daniel T. Lean manufacturing: how to get rid of losses and achieve prosperity of your company / TRANS. from English–2nd ed. – Moscow: Alpina Business books, 2005. – 473s.
4. Dombrowski, U., Zahn, T.: Design of a lean development framework. In: 2011 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), pp. 1917–1921 (2011). DOI: 10.1109/IEEM.2011.6118249
5. George M. Lean manufacturing + six Sigma. / per. s Engl. M.: Alpina Business books, 2005 –
6. Mikhailova M.R. Elimination of losses-the basis of lean production // Mat-ly mezhduar. scientific-practical Conf. «Actual problems of modern management». – Novosibirsk: Sibak, 2010. – P. 11–15. 402s.
7. Dobrotvorskyy I.L. Management. Effective technologies / Dobrotvorskyy I.L. – M.: Prior, 2002. – 462s.
8. Losonci, D., Demeter, K., Jenei, I.: Factors influencing employee perceptions in lean transformations. *International Journal of Production Economics* 131(1), 30-43 (2011). DOI: 10.1016/j.ijpe. 2010. 12. 022.
9. Klochkov Yu.P., «Lean production»: concepts, principles, mechanisms // *Engineering Bulletin of the don*, 2012 no. 2–Pp. 429–437.
10. Mikhailova M.R. Problems of labor productivity and personnel involvement / Mikhailova M.R., Polynskaya M.M., Olinovich N.A. // *Methods of quality management*. – 2008. – № 1. – P. 4–8.
11. Dorosinsky L.G. Information technologies for product lifecycle support/ Dorosinsky L.G., Zvereva O. M.-Ulyanovsk: Zebra, 2016. – 243s.
12. Lelyukhin V.E., Kolesnikova O.V., Structural and parametric space of ship structures and technologies in PLM systems / *Vestnik of the FEFU Engineering school*, 2019. – no. 1. – Pp. 1–9.
13. Rogulin A.G. Use of computer technologies in management and organization of production in ship repair/Rogulin A.G., Toklikishvili A.G. // *Innovative science*, 2015, no. 7, Pp. 58–61
14. Shalumov A. S. Introduction to CALS technology / Shalumov A.S., Nikishkin S.I., Noskov V.N.-Kovrov: KGTA, 2002. – 137 p.
15. Bogdanov V.I. Introduction of paperless technologies in JSC «PO «SEVMASH» / *Scientific and technical collection of the Russian Maritime register of shipping*. – 2018. – №50/51. – Pp. 103–107.
16. Gracheva M. A. Priority directions of work on standardization in the field of CALS/. Gracheva M. A., Bobrova A. A., Zhirnova E. A. / *Actual problems of aviation and cosmonautics*, 2013. no. 9. – Pp. 292–293.
17. Budnichenko M.A. / Modernization of design and technological preparation of production and ship construction processes/ Budnichenko M. A., Spiridonov A. Yu. / *Proceedings of the Central research Institute. Akad. A.N. Krylova-2015/* – №90. – P. 187–194.
18. Budnichenko M.A / Formation of it infrastructure of the shipbuilding enterprise during modernization/ Budnichenko M. a Kungurov V.Yu. / *Marine intellectual technologies*, 2018. no. 4-4 – With 175–185.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Лебедева Елена Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры кораблестроения, Институт Судостроения и Морской арктической Техники, филиал САФУ в г. Северодвинске, Россия, 164500, г. Северодвинск, ул. Капитана Воронина, 6а
e-mail: eg.lebedeva@narfu.ru

Шванева Юлия Юрьевна, кандидат технических наук, инженер-конструктор АО «ПО «Севмаш»
Россия, 164500, г. Северодвинск,

Lebedeva Elena, candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of shipbuilding Institute of Shipbuilding and Marine Arctic Technology, branch of the Northern Federal University in Severodvinsk, 6A, Kapitan Voronin st, Severodvinsk, 164500, Russia
e-mail: eg.lebedeva@narfu.ru

Shvaneva Yuliya, candidate of technical Sciences, engineer-constructor Place of work- JSC «PO «Sevmash»
58, Arkhangelsk highway, Severodvinsk,

Архангельская обл., Архангельское шоссе, 58
e-mail: yu.shvaneva@narfu.ru

Волоцкий Александр Анатольевич,
аспирант, начальник отдела гарантии и
сервиса подводных лодок АО «ПО «Севмаш»
Россия, 164500, г. Северодвинск,
Архангельская обл., Архангельское шоссе,
58;

e-mail: sanvol29@yandex.ru

Сомпольцева Анна Александровна,
аспирант САФУ, старший преподаватель,
филиал САФУ в г. Северодвинске, Институт
Судостроения и Морской арктической
Техники

Россия, 164500, г. Северодвинск, ул.

Капитана Воронина, 6а

e-mail: a.sompoltseva@narfu.ru

Arkhangelsk region, 164500, Russia,

e-mail: yu.shvaneva@narfu.ru

Volotskoi Alexander, post-graduate student,
head of the Department of guarantee and service
of submarines of JSC «ПО «Севмаш»
58, Arkhangelsk highway, Severodvinsk,
Arkhangelsk region, 164500, Russia,
e-mail: sanvol29@yandex.ru

Sompoltseva Anna, postgraduate of NARFU,
senior lecturer the branch of NARFU,
Severodvinsk Institute of Shipbuilding and
Maritime Arctic engineering
6A, Kapitan Voronin st, Severodvinsk, 164500,
Russia

e-mail: a.sompoltseva@narfu.ru

Статья поступила в редакцию 13.03.2020 г.