

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ТРУДОЕМКОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

**Г.В. Фофанов, С.В. Попов, С.А. Иванов (Северодвинск),
В.В. Потряхаев (Санкт-Петербург)**

В связи со сложившимися тенденциями к повышению сложности, насыщенности помещений и увеличения номенклатуры позиций в составных частях кораблей и судов необходимо точно оценивать стоимость как жизненного цикла (ЖЦ) изделия в целом, так и отдельных его этапов с целью сокращения издержек и уменьшения ошибок при формировании стоимости. Для этого целесообразно применять информационные системы с соответствующим математическим аппаратом, базы данных по хранению информации и аналитические возможности информационных систем.

Одной из целей инновационного развития АО «ОСК» является «...внедрение современных информационных технологий на базе корпоративных сетей предприятий для автоматизации проектирования, технологической подготовки производства, производственных процессов, управления ресурсами и организации технического обслуживания продукции на всех этапах жизненного цикла».¹

Для достижения данной цели в судостроительной отрасли необходимо развитие информационных технологий и взаимодействие с технологическими платформами.

В свете этих задач требуется переосмысление нормативной базы, начиная с Федеральных законодательных актов, Государственных стандартов, что уже начато в первых редакциях ГОСТ РВ 0099-XXX-20XX «Стоимость жизненного цикла изделия военной техники. Номенклатура показателей. Общие требования» и «Стоимость жизненного цикла изделия военной техники. Методы прогнозной оценки. Общие требования». Это показывает актуальность прогнозной оценки стоимости этапов ЖЦ изделия (корабля). Прогнозная оценка предполагает определение значений показателей стоимости ЖЦ еще несуществующего изделия (на стадиях исследования и обоснования необходимости разработки и проектирования) или тенденций к изменению значений показателей стоимости при изменении конструкции изделия и (или) системы его эксплуатации, а также на этапах постройки, ремонта и утилизации.

Формирование объемов ремонтных работ и ремонтных ведомостей

Подготовка производства к ремонту кораблей и судов ВМФ в АО «ЦС Звездочка» регламентирована положением [3] и представляет собой комплекс работ и взаимосвязанных процессов, обеспечивающих готовность предприятия к проведению ремонта в заданные сроки, в установленном заказчиком объеме, с обеспечением надлежащего качества выполнения работ.

Одну из значительных частей подготовки производства составляет формирование объемов работ и номенклатуры ремонтируемых позиций в виде ремонтных ведомостей. Далее рассмотрен действующий процесс формирования объема ремонтных работ при подготовке производства судостроительного предприятия к ремонту кораблей и судов ВМФ применительно к АО «ЦС «Звездочка» (далее – предприятие).

¹ <https://www.aosk.ru/innovation/>

Ведомость ремонтных работ формируется с разбивкой по планово-учетным единицам (ПУЕ), принятым на предприятии. Формирование ведомостей ремонтных работ комплекта (ВРПК) проводится по конструктивным комплектам, объединенным одним из общих функциональных признаков, таким как система, устройство, часть корпуса и т.д., окончание работ по которым фиксируется закрытием построечного документа.

До настоящего времени в процессе разработки ВРПК квалифицированными технологами НИПТБ «Онега» выполнялась обработка более 500 000 бумажных форматов А4 проектно-конструкторской документации (ПКД) для формирования в MS Word ведомостей, объемом порядка 4 000 страниц. Сформированные ВРПК согласовываются с технологическими службами предприятия и передаются в бумажном виде в отдел главного технолога (ОГТ) предприятия для внесения в собственную систему подготовки производства (ERP «АНТОН») [4]. При этом весь процесс формирования ВРПК занимает значительный интервал времени.

После согласования объемов ремонтных работ по комплектам на основе ВРПК формируются:

- сводная ведомость ремонтных работ;
- плановая трудоемкость на установленный объем работ;
- перечни продлеваемого оборудования;
- технологические документы, в т. ч. документы технического контроля;
- планово-технологическая документация (ПТД).

Задачи автоматизированной системы технологической подготовки судоремонтного производства (АС ТПСП)

В соответствии со стратегией развития информационных технологий Группы компаний АО «ОСК» на 2017–2030 годы для обработки значительного объема информации, оперативного принятия технически грамотных решений в 2018 году в НИПТБ «Онега» началась реализация инвестиционного проекта по созданию автоматизированной системы технологической подготовки судоремонтного производства (АС ТПСП). Реализация проекта выполняется с учетом применения цифровой модели корабля, которая включает электронно-управляемую проектно-конструкторскую документацию (ПКД) и дополняется технологической частью на работы верфи.

Цель инвестиционного проекта заключается в сокращении длительности и снижении потерь в ходе разработки за счет автоматизации процессов технологической подготовки судоремонтного производства по формированию, согласованию и выпуску основных технологических документов, а также разработке, согласованию и передаче заказчику технологической документации в электронном структурированном виде для включения в ERP системы предприятия [4].

В рамках проекта разработана АС ТПСП, включающая модули автоматизированной системы подготовки и сопровождения (АСПИС):

- ведомостей ремонтных работ (АСПИС ВРПК);
- комплектов технологической документации (АСПИС КТД);
- дефектовочных актов (АСПИС ДА);
- актов освидетельствования (АСПИС АО);
- перечней ремонтируемого и заменяемого оборудования (АСПИС ПРИЗО).

Разработанное в ходе проекта программное обеспечение (ПО) предназначено для совершенствования технологической подготовки судоремонтного производства при разработке, сопровождении, согласовании с использованием электронной цифровой подписи и передаче заказчику технологической документации в электронном

структурированном виде. Программное обеспечение, разработанное в рамках инвестиционного проекта, соответствует требованиям национальных и международных стандартов.

При разработке АС использовано ПО с открытым исходным кодом и ПО российского производства, что обеспечивает информационную безопасность продукта и импортозамещение.

Полная реализация проекта позволит:

- сократить сроки подготовки производства и повысить эффективность выпуска ПТД верфи, что будет способствовать проведению ремонта в заданные сроки, в установленном заказчиком объеме и с обеспечением надлежащего качества;

- формировать номенклатуру необходимой ремонтной документации, значительно повысить эффективность внутренних процессов формирования ремонтной и технологической документации, связанных с планированием, управлением и контролем работ подразделений, а также поднять на качественно новый уровень формирование технологической документации в виде электронных модулей данных.

Архитектура АС ТПСП

АС ТПСП состоит из модулей по формированию технологической документации: актов освидетельствования, ведомостей ремонтных работ, дефектовочных актов, комплектов технологической документации, перечней ремонтируемого и заменяемого оборудования, плановой трудоемкости ремонта, технологических графиков, схематично представленных на рисунке 1. Модули, реализованные к началу 2021 г., выделены зеленым цветом.



Рисунок 1 – Архитектура АС ТПСП

Модульная структура АС ТПСП позволяет последовательно наращивать ее функционал. Интеграция данных между модулями осуществляется на основе единой базы данных (БД) цифровых информационных сервисов НИПТБ «Онега», в которой информация, сформированная в рамках одного модуля, сразу становится доступна во всех модулях АС ТПСП. Таким образом, реализуется датацентрический подход к обработке данных, позволяющий производить обмен данными с другими подсистемами цифрового информационного сервиса НИПТБ «Онега».

Реализация проекта позволит сократить сроки технологической подготовки судоремонтного производства и повысит качество выпускаемой продукции за счет использованных в АС ТПСР, принципов и технологий:

- формирование документации в структурированном формате XML, который распознается в любых информационных системах, таким образом, имеется возможность просмотра ремонтной и технологической документации на любой программной платформе посредством программы для просмотра web-страниц;

- реализация основного принципа БД, который позволяет применять единожды введенную информацию в различных модулях БД неограниченное количество раз, представлять технологию работ по ремонту составных частей корабля и связанные с ними документы не только в формате, подготовленном для печати на бумажном носителе, но и в виде интерактивных электронных технологических документов. Все технологические операции, технологические инструкции, их текстовые описания, иллюстрации к ним, нормативные документы, перечни и т.д. будут взаимосвязаны гиперссылками, обеспечивающими интерактивный переход от одного документа к другому;

- выпуск технических публикаций, основанных на спецификациях S1000D. Концепция, заложенная в спецификациях S1000D в части оформления и представления информации, дает большие возможности для визуального представления технической документации одновременно по ГОСТ 3 серии (единая система технологической документации), ГОСТ 2.105, RISSE-08 и другим российским и международным стандартам по оформлению документации;

- возможность интеграции разрабатываемой документации в единое информационное пространство поддержки жизненного цикла с использованием проектной цифровой модели судна (электронной структуры изделия);

- управление версионностью документов и контроль изменений, позволяющие автоматически формировать извещения об изменении, полностью соответствующие государственному стандарту ГОСТ 2.503. При автоматическом формировании извещения об изменении документа создается не какой-либо хранимый документ в формате XML, а используются метки о редакторских правках, которые автоматически добавляются при редактировании XML-файла.

Преимуществом реализованной технологии является возможность обмена данными в формате XML, что позволит предприятию осуществлять автоматизированный импорт данных в собственные системы подготовки производства и отслеживать выполненные изменения в рамках единого информационного пространства. Данный подход, в отличие от обмена бумажной документацией, исключает ошибки при ручном вводе данных.

Вышеприведенные программные модули прошли опытную эксплуатацию и внедрены в промышленную эксплуатацию в АО «НИПТБ «Онега».

Оценка трудоемкости объемов ремонтных работ на кораблях и судах ВМФ

Корабли и суда ВМФ имеют большую номенклатуру подлежащих ремонту составных частей и комплектующих изделий. Для расчета плановой трудоемкости судоремонтных работ, осуществляемых предприятием, выполняется группировка ремонтируемых позиций по типам конструктивных элементов и видам работ и формируется сводная ведомость ремонтных работ (СВРР). Трудоемкость позиций СВРР определяется пооперационным нормированием работ, выполняемым вручную. При этом используются сборники норм и нормативов трудоемкости, действующие в отрасли, и локальные сборники норм и нормативов трудоемкости, действующие на верфи, выполняющей ремонт корабля. Нормирование СВРР на ремонт АПЛ занимает

продолжительное время в зависимости от числа задействованных в процессе сотрудников – от полугода до года.

При группировании по однотипным признакам позиций ПКД с определенным видом работ в АСПИС РВ возможно создание на основе актуальных сборников норм времени, интегрированных в базу данных, типовых укрупненных нормативов трудоемкости, зависящих от параметрических характеристик позиций ПКД (конструктивных элементов) и видов работ. При этом будет снижаться доля «ручного» труда нормировщика и одновременно повышаться достоверность и точность укрупненных расчетов трудоемкости.

Для автоматизации процесса нормирования в НИПТБ «Онега» создается модуль АС ТПСР – АСПИС НТСР (нормирование трудоемкости судоремонтных работ), который позволит с достаточной степенью достоверности оперативно определять плановую трудоемкость заданных объемов работ в зависимости от изменения конструктива в ПКД. Схема взаимосвязи системы АСПИС РВ и АСПИС НТСР приведена на рисунке 2.

Для обеспечения корректности расчетов плановой трудоемкости необходимо отслеживать актуальность применяемой нормативной документации. В настоящее время в отрасли проводится работа по актуализации отраслевых сборников норм времени, на предприятиях также постоянно ведутся работы по совершенствованию нормативной базы по труду.

Авторы полагают, что в перспективе необходима разработка единой (унифицированной для целей цифровизации) формы сборника норм времени с целью обеспечения возможности автоматизации нормирования работ и расчетов трудоемкости.

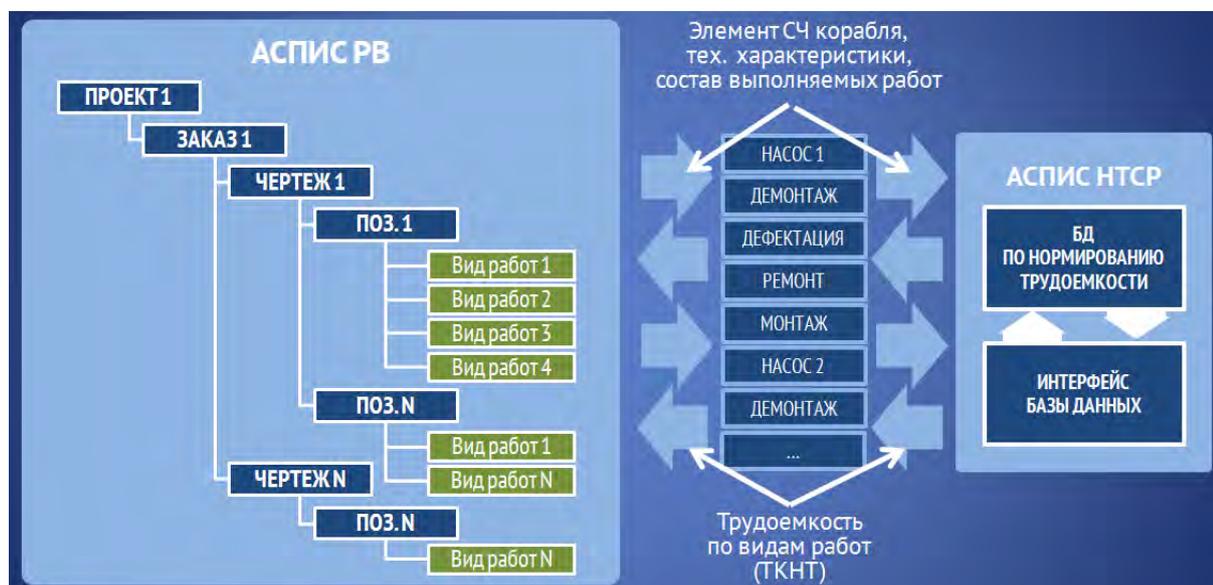


Рисунок 2 – Нормирование объемов работ

Оценка трудоемкости утилизации кораблей и судов ВМФ

Утилизация является конечной стадией жизненного цикла любого изделия.

Расчет трудоемкости утилизации кораблей и судов ВМФ достаточно сложный процесс и необходим для оперативного и максимального достоверного определения начальной (максимальной) цены контракта. На данном этапе комплект конструкторской и технологической документации в обеспечение утилизации разработан не в полном объеме, что вызывает трудности для оперативного и достоверного расчета трудоемкости. Специалистами АО «НИПТБ «Онега» в рамках

выполнения СЧ НИР «Норматив-судпром-Онега» [5, 6] были разработаны нормативы трудоемкости на утилизацию АПЛ, судов АТО и НК с ЯЭУ. В развитие разработанных нормативов в инициативном порядке разработано новое ПО «НЯДИ.У.007» (рис. 3). Разработанное ПО позволяет за короткое время определить трудоемкость утилизации АПЛ, судов АТО или НК с ЯЭУ путем выбора определенных работ в соответствии с организационно-технологической схемой утилизации. Для удобства документирования расчетов ПО позволяет экспортировать полученный результат в программу MS Excel.



Рисунок 3 – Внешний вид главного окна ПО «НЯДИ.У.007»

План развития цифровизации процесса нормирования в судостроительной отрасли

Учитывая отсутствие актуальных методик расчетов трудоемкости и актуальных нормативов под каждый конкретный проект для ранних стадий проектирования, расчетов стоимости ЖЦ кораблей и судов, постоянно существует неопределенность по объемам предстоящих работ. Решение по созданию информационной системы с постоянно пополняемой БД по трудоемкости позволит накапливать данные и применять на различных заказах и на различных стадиях ЖЦ оценивать трудоемкость предстоящих работ.

Дальнейшее развитие цифровизации процесса нормирования предоставит дополнительные возможности в реализации задач цифровой трансформации:

- выполнение технологической подготовки производства в едином информационном пространстве с применением цифровой модели корабля;
- повышение достоверности и точности расчетов трудоемкости при планировании производства за счет автоматизации расчетов трудоемкости на основе актуальных сборников норм времени на различные виды ремонта и проекты кораблей и судов;
- прогнозирование трудоемкости при перспективном планировании производства на основе анализа сопоставимых данных о трудоемкости ремонта проектов-аналогов;
- формирование в автоматизированном режиме отчетных технически обоснованных данных о фактических затратах по трудоемкости ремонта и разнесение трудовых затрат по статьям калькуляции.

Организация в отрасли БД для централизованного учета трудоемкости ремонта кораблей и судов (например, в ОНТЦ «Румб» АО «ЦТСС») и применение

рассмотренного подхода по цифровизации в области ценообразования, трудоемкости и нормирования труда в судостроительной промышленности позволит:

- накапливать статистические данные и сосредотачивать накопленный массив данных по трудоемкости в едином центре;
- вести систематизацию, анализ, обработку информации для прогнозирования трудоемкости предстоящих ремонтов и актуализации укрупненных нормативов;
- применять информационные материалы базы данных для экспертизы расчетов трудоемкости.

Карта информационных потоков приведена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Информационные потоки

Проектная электронная структура изделия должна входить в состав ПКД, поставляемой судостроительным и судоремонтным предприятиям отрасли в рамках заключаемых государственных контрактов на строительство и ремонт кораблей и судов.

Для выполнения обозначенных планов в ближайшей перспективе предстоит:

- обеспечить разработку проектными организациями Группы АО «ОСК» управляемых электронных спецификаций (проектной электронной структуры изделия) для проектов кораблей и судов как вновь разрабатываемых, так и для эксплуатируемых в настоящее время;
- формировать объемы работ и выполнять разработку ремонтных ведомостей заранее: на этапе перспективной подготовки производства для головных заказов и на этапе предварительной подготовки – для серийных, с обеспечением финансирования данных работ;
- выполнить типизацию сборников норм и нормативов времени для обеспечения дальнейшей цифровизации системы нормирования труда;
- разработать отраслевой организационный документ по технологической подготовке производства, учитывающий современные требования по цифровизации.

Цифровизация подготовки производства к ремонту в части внедрения в информационные системы подсистем автоматизации процессов определения и планирования трудоемкости работ и нормирования труда в ближайшей перспективе должна повысить конкурентоспособность верфей и обеспечить выполнение ремонта и

модернизации кораблей, судов и морской техники в кратчайшие сроки с высоким качеством результатов работ.

Литература

1. ГОСТ РВ 0099-XXX-20XX. Стоимость жизненного цикла изделия военной техники. Номенклатура показателей. Общие требования (проект, первая редакция) / Стандартиформ. – М, 20XX. 30 С.
2. ГОСТ РВ 0099-XXX-20XX. Стоимость жизненного цикла изделия военной техники. Методы прогнозной оценки. Общие требования (проект, первая редакция) / Стандартиформ. – М, 20XX. 29 С.
3. Подготовка производства к постройке, ремонту, переоборудованию и модернизации заказов на ОАО «ЦС «Звездочка». Положение: НЯДИ.000.0320.00.003 / АО «НИПТБ «Онега». – Северодвинск, 2010. 77 С.
4. **Ханданян Э.С.** Система подготовки и оперативного управления производством «Антон» для судоремонтного предприятия // Журнал «Судостроение», №6 (751), 2003. С. 51-55.
5. Отчет о составной части научно-исследовательской работе «Разработка проекта нормативов трудоемкости утилизации атомных подводных лодок и его корректировка по результатам апробации» по теме: «Разработка проекта нормативов трудоемкости утилизации кораблей с ядерной энергетической установкой и судов атомно-технологического обслуживания и их корректировка по результатам апробации» (промежуточный) НЯДИ.У000.0534.00.001 / АО «НИПТБ «Онега». – Северодвинск, 2018. 335 С.
6. Отчет о составной части научно-исследовательской работы «Разработка проектов нормативов трудоемкости утилизации надводных кораблей с ядерной энергетической установкой и судов атомно-технологического обслуживания и их корректировка по результатам апробации» по теме: «Разработка проекта нормативов трудоемкости утилизации кораблей с ядерной энергетической установкой и судов атомно-технологического обслуживания и их корректировка по результатам апробации» (заключительный) НЯДИ.У000.0534.00.002 / АО «НИПТБ «Онега». – Северодвинск, 2019. 345 С.