



РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
СИСТЕМЫ РАСЧЕТА ПЛАНОВОЙ
ТРУДОЕМКОСТИ ПРИ ПОВЫШЕНИИ
ТОЧНОСТИ ДАННЫХ НОРМИРОВАНИЯ
ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ
СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Е.П. Кириченко, магистрант
инженер-технолог службы технического
нормирования, УКТПП АО ПСЗ «Янтарь»
liza2405@mail.ru

А.В. Дектярев, аспирант, инженер-технолог
II кат. бюро сборки и сварки
металлоконструкций, УКТПП АО ПСЗ
«Янтарь», a.dektyarev@shipyard-yantar.ru

В.Н. Морозов, канд. техн. наук, доц. каф.
кораблестроения, mvn3613@gmail.com

ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет»

Представлен разработанный автоматизированный процесс подготовки технологической документации на судостроительных предприятиях при расчете плановой трудоемкости сборки секций судна. На основе ранее проведенных исследований создан алгоритм автоматизированной системы расчета плановой трудоемкости, проанализированы различные языки программирования и подготовлена программа, позволяющая существенно понизить разницу между плановой и технологической трудоемкостью.

трудоемкость, автоматизация, программа, нормирование, сборка секций, подготовка производства

Изменения в конструкции или в технических характеристиках судна нарушают работу на верфи, что, в свою очередь, увеличивает расходы предприятия. Часто бывает, что представитель заказчика и исполнитель не могут договориться о стоимости изменений, начатых в ходе строительства корабля. Изменения, вызванные рекомендациями правительства, также могут служить правовой основой для претензий, когда подрядчик превышает расходы и график строительства. Похожая ситуация в 1977 г. для судостроителей Соединенных Штатов Америки повлияла на то, что требования о корректировке цены контрактов достигли суммы в 2,7 млрд. долларов США [1].

Подобная картинка обеспокоенности изменениями стоимости заказов наблюдается на азиатском рынке, где получение информации о рынке, на основе которой даются точные расценки для получения заказов на суда, является одной из важных задач на этапе планирования производства. Предприятия подчеркивают, что оценка стоимости рабочей силы для судостроения важна на этапе котировки, поэтому важной задачей становится исследование преобладающих факторов стоимости рабочей силы и построение модели оценки человеко-часов для изготовления новых кораблей [2].

Проблема распределения труда в судостроении возникла в начале XX века [3, 4], и с тех пор появилась как документация, регламентирующая работы судостроителей, так и

новые способы распределения и управления трудом на предприятии. Более поздний анализ оборота труда в судостроении при сравнении со смежными отраслями проведен в [5]. Ярким примером несоответствия изначальной цены контракта на изготовление судна и дальнейшей корректировки цены служит конфликта между Newport News Shipbuilding и Drydock Company и военно-морским флотом по поводу исполнения варианта построения CGN-41 [6].

Представленная работа является продолжением цикла исследований [7, 8], где были получены уточняющие коэффициенты в формуле для расчета масс секций, которая играет значительную роль в распределении плановой трудоемкости.

Планирование трудоемкости в корпусных работах ведется по трем составляющим – обработке, сборке и стапельного производства.

По обработке планирование производится на основе запусков, по сборке – на основе масс секций, по стапелю – по длине монтажных соединений. Такое распределение не всегда точно отражает плановую трудоемкость, и, как правило, в итоге она существенно отличается от технологической.

В предыдущих работах [7, 8] рассматривалась формула для расчета масс секций, представляющая собой произведение удельного веса материала секции, площади поверхности полотнища секции, средней толщины секции и коэффициента учета веса набора и других внутренних конструкций секции. Ранее значения коэффициента предлагалось брать в определенных диапазонах в зависимости от типов секций (днищевые – 1,5-2,2, бортовые – 1,2-1,8, переборки и настилы – 1,1-1,4, объемные высокобортные с переборками и настилами – 2,0-2,5), что давало погрешность при максимальных коэффициентах практически в 50%. Поэтому по статистическому анализу на основании семи судов различного типа с общим количеством секций 845 шт. (днищевых – 63, переборок и настилов – 622, бортовых – 149, объемных секций носовой оконечности – 11) были получены новые коэффициенты (табл. 1).

Сравнение новых коэффициентов со старыми приведено в табл. 2.

Таблица 1 – Зависимость уточняющих коэффициентов от типов секций и шпации

№ п/п	Тип секции				Шпация, м
	днищевые	бортовые	палубные	переборки/выгородки	
1	1,87	2,00	1,30	1,08	0,5
2	2,25	2,40	1,60	1,30	0,6
3	2,61	2,90	1,85	1,50	0,7
4	3,00	3,20	2,10	1,70	0,8

Таблица 2- Отклонения масс секций от их фактических значений по старым и новым коэффициентам

№ п/п	Тип секции	Отклонения от фактических значений масс, %	
		По старым коэффициентам	По новым коэффициентам
1	Носовые объемные	41,50	9,52
2	Днищевые	46,40	5,30
3	Бортовые	70,60	8,00
4	Палубные	44,25	5,40
5	Переборки/выгородки	40,95	5,10
Средние значения погрешностей		48,74	6,67

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в ранней формуле не были учтены многие параметры, необходимые для расчета масс секций, Предложенные коэффициенты позволяют добиться существенного уменьшения погрешности в 7 раз (на 86%).

После получения новых уточняющих коэффициентов было решено разработать программное обеспечение для автоматизации процесса расчета плановой трудоемкости, С этой целью были проанализированы существующие возможности относительно выбора модели жизненного цикла программного продукта, языка программирования и алгоритма работы ПО.

В результате анализа восьми языков (FORTRAN, ALGOL, COBOL, LISP, BASIC, FOURTH, PASCAL, -C, C++), в качестве языка программирования был выбран BASIC.

Далее был разработан программный продукт TRDimass, позволяющий рассчитывать плановую трудоемкость наиболее приближенной к фактической, а также выбрана спиральная модель жизненного цикла программного обеспечения.

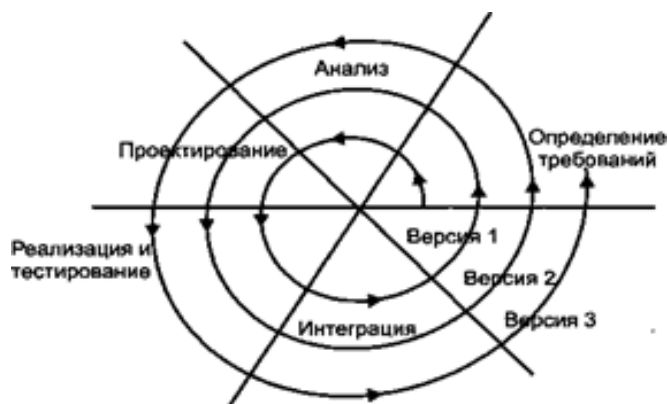


Рисунок 1 – Спиральная модель разработки программного обеспечения

Следующим шагом развития программы станет возможность автоматического написания технологических процессов.

Поскольку любой программный продукт является частной интеллектуальной собственностью и подлежит обязательной сертификации и лицензированию, в представленной работе приводится фрагмент программного кода разработанной АС по расчету плановой трудоемкости сборочно-сварочного производства судостроительного предприятия (табл. 3).



Рисунок 2 – Стартовое окно ПО

Таблица 3- Фрагмент программного кода ПО

№ п/п	Наименование операций	Кодировка
1	Задача переменных	<pre>Private Sub Command1_Click() Dim D, S1, S2, S3, S4, D1, D2, D3, D4, B1, B2, B3, B4, P1, P2, P3, P4, l, l1, h1, h2, Kv, Sm, dd1, RR, Dm, d1, Sb, St, So, Bo, Tj, KSb, Nt, Ksc, Kd, K e, w, Nu, KDb, KDh1, KDh2, KD1, KD11, Dr, DRm, Nd, Vo, Mo As Integer D = Val(Text1.Text) l = Val(Text2.Text) l1 = Val(Text3.Text) h1 = Val(Text4.Text) h2 = Val(Text5.Text)</pre>

№ п/п	Наименование операций	Кодировка
2	Задача условий	<pre>If Option1.Value = True Then Kv = 0.5 If Option2.Value = True Then Kv = 0.6 If Option2.Value = True Then Kv = 0.7 If Option2.Value = True Then Kv = 0.8 End If KSb = Bo * D Text12.Text = KSb Tj= KSb*Nt</pre>
3	Вывод данных	<pre>Text24.Text = S4 Dr = Dm * KDb * KDh1 * KDh2 * KDI * KDI1 Text29.Text = Dr DRm = *D Text30.Text = DRm Nd = DRm / Dr Text31.Text = Nd</pre>
4	Инициализация ввода параметров	<pre>Private Sub Command2_Click() End End Sub Private Sub Command3_Click() Text1.Text = "" Text2.Text = "" Text3.Text = "" Text4.Text = "" End Sub</pre>
5	Инициализация параметров ComboBox	<pre>Private Sub UserForm_Initialize() ComboBox1.AddItem "D40S" ComboBox1.AddItem "D36" ComboBox1.AddItem "A" ComboBox1.AddItem "Ст3сп2" ComboBox1.AddItem "Амг5" ComboBox2.AddItem "0.5" ComboBox2.AddItem "0.6" ComboBox2.AddItem "0.7" ComboBox2.AddItem "0.8" End Sub</pre>

ВЫВОДЫ

Задачи снижения несоответствия плановой и технологической трудоемкости, упрощения написания технолого-нормировочных карт, снижения времени на их разработку и выпуск - самые значимые для отдела конструкторско-технологической подготовки производства,

Предлагаемая методика расчета плановой трудоемкости на судостроительных предприятиях снижает расчетную погрешность, последующая корректировка после определения технологической трудоемкости будет не критичной, Расчет плановой трудоемкости занимает меньше рабочего времени инженеров по подготовке производства,

В представленной работе были продолжены исследования относительно улучшения методик расчета плановой трудоемкости сборки секций на этапе подготовки производства и

разработано программное обеспечение, полностью автоматизирующее процесс расчетов и делающего его менее затратным и более упрощенным,

Данная работа может оказать помощь судостроительным предприятиям ОСК, в частности, различным технолого-нормировочным бюро, при переходе на автоматизированные системы расчета трудоемкости,

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hammon. C.P.. Analysis of program changes and internal labor adjustment costs in shipbuilding. PhD Thesis. 1981.

2. Chou. C.C.. Chang P.L. Modeling and Analysis of Labor Cost Estimation for Shipbuilding: The Case of China Shipbuilding Corporation. 2001. Journal of Ship Production. Vol. 17. № 2. pp. 92-96.

3. Douglas. P.H.. Wolfe. F.E.. Labor Administration in the Shipbuilding Industry During War Time: I. The Journal of Political Economy. 1919. Vol. 27. No. 3. pp. 145-186.

4. Douglas. P.H.. Wolfe. F.E.. Labor Administration in the Shipbuilding Industry During War Time: II. The Journal of Political Economy. 1919. Vol. 27. pp. 362-396.

5. Haber. S.E.. Martin. J.C.. An Overview of the Shipbuilding Labor Market. George Washington Transportation Research Institute. Center for Intelligent Systems Research. 1976. 15 p.

6. Klinkhamer. D.J.. Pence. D.T.. CGN 41: A Case Study of Ship Procurement. Naval Postgraduate School. Thesis of Master of Science in Management. 1973. 174 p.

7. Мельников. Д.К. Корректировка коэффициентов плановой трудоемкости при секционной сборке на этапе подготовки производства / Д.К. Мельников, А.В. Дектярев // Материалы межвузовской научно-технической конференции студентов и курсантов на базе ФГБОУ ВО «КГТУ». – Калининград: Издательство БГАРФ. 2018. – С. 419-423.

8. Мельников. Д.К. Об уточняющих коэффициентах секционной сборки при закладке плановой трудоемкости в подготовке производства / Д.К. Мельников, А.В. Дектярев., В.Н. Морозов // Вестник молодежной науки. - 2018. - №1 (13). - С.11.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM OF CALCULATION OF THE PLANNED HARDNESS IN INCREASING THE ACCURACY OF NORMING DATA FOR THE ENTERPRISES OF THE SHIPBUILDING INDUSTRY

E.P. Kirichenko, 2nd year master student, process engineer and standardizer 2nd cat, of the Bureau of Rationing and Writing of Technological Processes of the Department of Design and Technological Preparation of Production (Direction of the Chief Technologist), «Yantar» Baltic Shipbuilding Plant, liza2405@mail.ru

A.V. Dektyarev, PhD Student of the Department of shipbuilding, process engineer 2nd cat, of the Metalwork Assembly and Welding Bureau of the Department of Design and Technological Preparation of Production (Direction of the Chief Technologist), «Yantar» Baltic Shipbuilding Plant, a.dektyarev@shipyard-yantar.ru

V.N. Morozov, PhD, Associate Professor of the Department of Shipbuilding,
mvn3613@gmail.com

Kaliningrad State Technical University

The paper presents the development of an automated process for the preparation of technological documentation at shipbuilding enterprises when calculating the planned laboriousness of assembling sections of a vessel, Based on previous studies, an algorithm was developed for an

automated system for calculating planned labor costs, various programming languages were analyzed, and a program was created to significantly reduce the difference between planned and technological labor costs,

labor input, automation, program, rationing, section assembly, production preparation