

УДК 658.5

## ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СУДОРЕМОНТНЫМ ПРОЦЕССОМ

Терещенкова О.В.

## FEATURES OF CONSTRUCTION MANAGEMENT PROCESS OF SHIP REPAIR

Tereschenkova O.V.

*В данной статье рассмотрены вопросы построения информационной системы управления производственными процессами судоремонтного предприятия, сформулированы основные задачи, выполняемые разработанной системой. Описаны особенности производственных процессов судоремонтного предприятия.*

**Ключевые слова:** судоремонтный процесс, ремонтный график, система поддержки принятия решений.

**Постановка проблемы.** В последнее время значительно выросла потребность автоматизации судоремонтных предприятий. Подобная ситуация возникла в связи с общими тенденциями роста объемов судоремонтного производства в Украине, а также с новыми управленческими возможностями, которые предоставляют современные информационные технологии. Многие из судоремонтных предприятий находятся на пороге нового этапа развития: увеличиваются темпы и объемы производства. Это не только увеличивает шансы на выживание, но и заостряет отраслевую конкуренцию. Для эффективной работы судоремонтного предприятия большое значение имеет организация принятия оперативных решений относительно процесса судоремонта и стабильной загрузки ремонтных участков.

В связи с этим возникает необходимость создания автоматизированной системы поддержки принятия решений (СППР) для управления судоремонтом. Использование информационных технологий в судоремонтной отрасли позволяет максимально эффективно выполнять требования заказчика.

**Основная часть.** Важное место в планировании производства принадлежит увязке

целей предприятия с мощностями подразделений, участков, цехов, пропорциональной их загрузке и высокому уровню использования во времени. Эффективность планирования производства во многом зависит от применяемых методов, приемов, способов.

Задача оптимизации управления судоремонтом относится к классу сложных многокритериальных оптимизационных задач. Ее решение может быть обеспечено использованием методов принятия решений в случаях неполных и неточных исходных данных. [1, 2, 4]

В процессе проведения ремонтных работ возникают проблемы, которые не были учтены в основных ремонтных графиках. Такие ситуации могут возникнуть на нескольких заказах одновременно. Руководители подразделений выдвигают свои варианты (альтернативы) решения возникших проблем. Из них формируется некоторая область альтернативных ремонтных графиков  $D$ . Каждый вариант решения проблемы рассматривается относительно нескольких особо значимых для всего производственного цикла критериев  $K$ . В общем случае область альтернативных графиков  $D$  представим в виде следующего множества:

$$D = \{x | g_k(x) \geq 0, k = \overline{1, K}\} \quad (1)$$

Область  $D$  всегда не пуста. Для оценки относительной важности одного из альтернативных графиков  $x^k \in D$  по сравнению с другими допустимыми графиками  $x^l \in D$  введем частный критерий оптимальности  $Q_i(x)$ ,  $i = \overline{1, N}$  который

позволяет считать, что график  $x^k$  не менее предпочтителен, чем график  $x^l$ , если выполняется соотношение:

$$x^k \succ x^l \Leftrightarrow Q_i(x^k) \leq Q_i(x^l) \quad (2)$$

где  $Q_i(x)$  – численная оценка графика  $x$  в соответствии с частным критерием оптимальности  $Q_i$ , измеренным в некоторой шкале  $A(Q_i)$  – множестве числовых значений.

Т.к. критерии выбора наилучших графиков должны стремиться либо к минимальному либо к максимальному значению, математическую модель выбора наилучшего ремонтного графика представим в виде задачи нелинейного программирования:

$$Q_i^* = Q_i(x^*) = \min_{x \in D} Q_i(x) \vee (\max_{x \in D} Q_i(x)) \quad (3)$$

При выборе альтернативного графика может существовать несколько частных критериев оптимальности  $Q_i(x), i = \overline{1, N}$ , поэтому руководитель должен выбрать наилучший график  $x \in D$ , который будет максимально соответствовать  $N$  частным критериям одновременно. При таком подходе математическую модель выбора альтернативного ремонтного графика представим в виде задачи многокритериальной оптимизации:

$$\begin{aligned} & \min_{x \in D} Q_1(x), \min_{x \in D} Q_2(x), \dots, \min_{x \in D} Q_N(x) \\ & \text{или} \\ & \max_{x \in D} Q_1(x), \max_{x \in D} Q_2(x), \dots, \max_{x \in D} Q_N(x) \end{aligned} \quad (4)$$

Задача выбора альтернативного графика проведения ремонтов представляет собой выбор ремонтного графика, соответствующего целям предприятия и характеризуемого набором параметров  $x$  из множества нескольких составленных графиков с параметрами  $x^k, k = \overline{1, M}$ , которые можно представить в виде таблицы «альтернативы-критерии», где  $Q_i(x^k)$  – значение  $i$ -го частного критерия оптимальности для  $k$ -го вектора варьируемых параметров.

В таком виде математическая модель выбора альтернативного графика представляет собой задачу многокритериального выбора:

$$\begin{aligned} & \min_{x \in \{x^1, \dots, x^M\}} Q_1(x), \dots, \min_{x \in \{x^1, \dots, x^M\}} Q_N(x) \\ & \text{или} \\ & \max_{x \in \{x^1, \dots, x^M\}} Q_1(x), \dots, \max_{x \in \{x^1, \dots, x^M\}} Q_N(x) \end{aligned} \quad (5)$$

Таблица 1

**Альтернативы ремонтных графиков по выбранным критериям**

Альтернативные ремонтные графики	Параметры $x^k$	Критерии			
		$Q_1$	$Q_2$	$\dots$	$Q_N$
График 1	$x^1$	$Q_1(x^1)$	$Q_2(x^1)$	$\dots$	$Q_N(x^1)$
.....	.....	...	.....	...	.....
График M	$x^M$	$Q_1(x^M)$	$Q_2(x^M)$	$\dots$	$Q_N(x^M)$

Будем считать, что шкалы измерений частных критериев оптимальности  $Q_i(x), i = \overline{1, N}$  определены и численное значение вектора  $Q(x) = (Q_1(x), \dots, Q_N(x))$  может быть получено для любого из альтернативных графиков  $x \in D$ . Предположим также, что частные критерии оптимальности имеют одинаковую шкалу измерения  $[\alpha, \beta], 0 \leq \alpha < \beta$ , и приведены к безразмерному виду при помощи линейного преобразования, сохраняющего отношения предпочтения на множестве численных оценок  $A(Q_i)$ :

$$\psi_i(Q_i(x)) = \overline{Q_i}(x) = \frac{Q_i(x) - Q_i^-}{Q_i^+ - Q_i^-} (\beta - \alpha) + \alpha \quad (6)$$

$$Q_i^+ = \max_{x \in D} Q_i(x); Q_i^- = \min_{x \in D} Q_i(x); Q_i^+ \neq Q_i^-, i = \overline{1, N}$$

При таком подходе коэффициент  $a_i = (\beta - \alpha) / (Q_i^+ - Q_i^-)$  характеризует шкалу, коэффициент  $b_i = (\alpha Q_i^+ - \beta Q_i^-) / (Q_i^+ - Q_i^-)$  позволяет привести частные критерии оптимальности к общему началу отсчета и к одинаковому интервалу измерения.

Описанные задачи имеют ряд особенностей, позволяющих эффективно объединить средства их решения в единой оболочке интегрированной информационной системе управления, структуру которой представим на рис. 1.

Система состоит из базы моделей и базы данных. База моделей включает в себя модель нечеткого критического пути и модель многошагового принятия решений на основе метода анализа иерархий.

Предлагаемая СППР позволяет адаптивное управление ходом выполнения ремонтных работ согласно информации, получаемой в процессе дефектации узлов и агрегатов судов, находящихся в ремонте. СППР обеспечивает рациональную загрузку ремонтных подразделений предприятия в соответствии с изменениями, необходимость внесения которых обусловлена внешними факторами и потребностью одновременного выполнения нескольких ремонтных заказов.

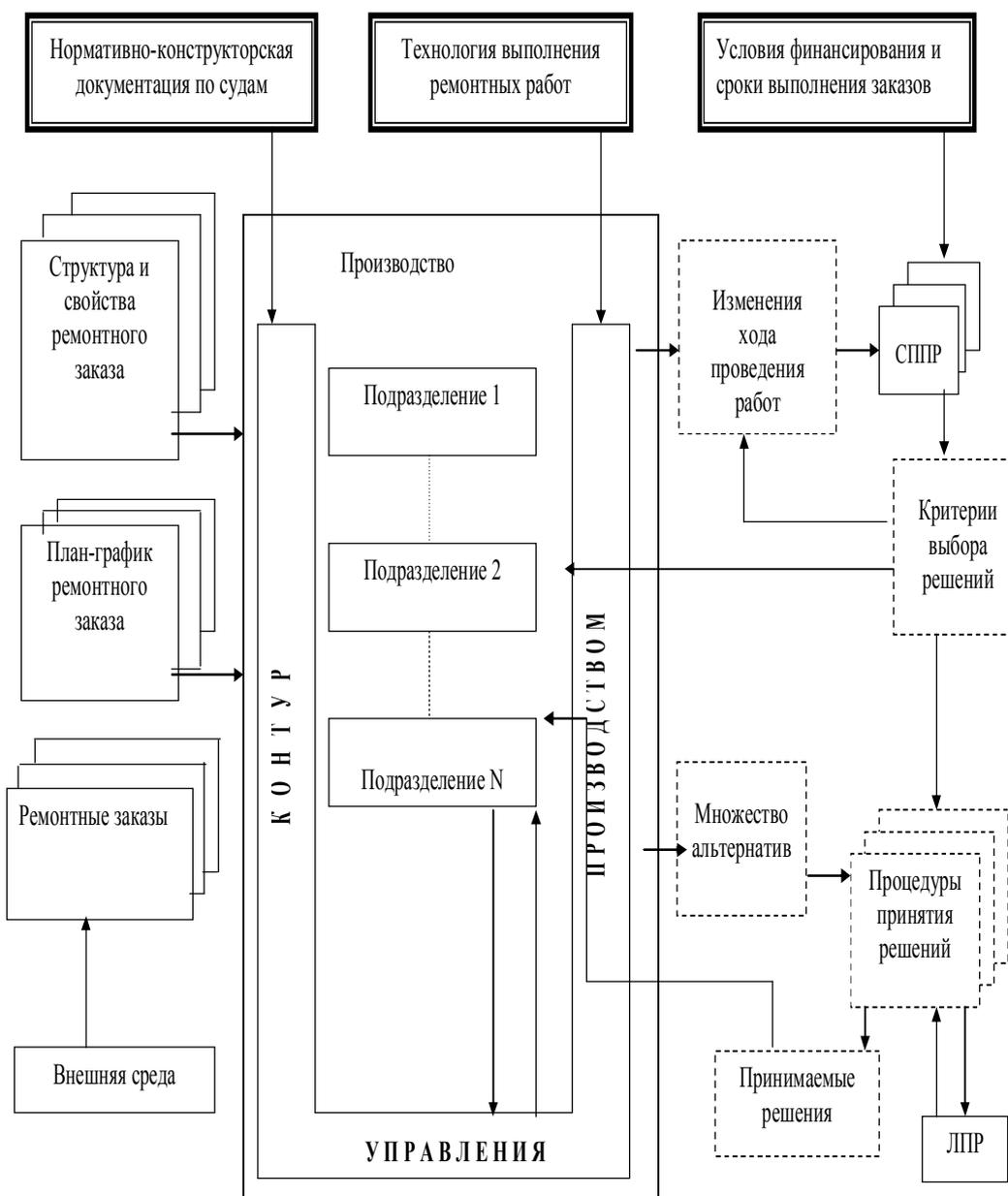


Рис. 1. Блочная схема СППР

Концептуальная модель СППР содержит в себе следующие блоки: база данных, база знаний, база моделей, блок анализа, блок принятия решений.

В базе данных хранятся параметры, характеризующие ремонтный заказ. Они разделены на три типа: первичные (основные), вторичные (расчетные) и дополнительные (резервные). Первичными параметрами заказа являются исходные данные при приеме заказа в ремонт, вторичные показатели получают из первичных либо с помощью формул, либо с помощью равнозначных преобразований. Расчетные показатели наиболее полно и понятно характеризуют параметры заказа, по которым будут рассчитаны сроки проведения ремонтных работ и необходимые материальные и трудовые затраты.

Дополнительные показатели служат и измеряются для проверки основных параметров и расчетных показателей, чтобы исключить недостоверную информацию.

Полный набор параметров на заказ формируется путем накопления данных и существующих нормативных требований, таким образом, устраняя или, по крайней мере, уменьшая неопределенность в предметной области.

База знаний служит для долгосрочных данных, описывающих рассматриваемую область: таблицы формул и таблицы справочно-нормативной информации (минимальное, максимальное, нормальное значение и допустимый предел согласно норм для разных видов ремонта).

Специфика данных такова, что далеко не всегда удается собрать по каждому заказу все параметры, необходимые для работы. Это вызвано множеством факторов, к которым можно отнести человеческий фактор (например, желание заказчика сэкономить и не внести некоторые необходимые работы, которые впоследствии выполняются как дополнительные), экономический фактор (например, нехватка или нецелесообразность использования средств на закупку дорогостоящих материалов и комплектующих для каждого заказа).

Организационно ремонт судна производится в три последовательных укрупненных этапа:

- подготовка к ремонту (судна и судоремонтной верфи);

- осуществление ремонтных работ;

- сдача судна и ввод его в эксплуатацию.

И судоремонтное предприятие, и судовладелец проходят через три указанных выше этапа. Для судовладельца задача повышения эффективности ремонта сводится к повышению качества подготовки судна к ремонту и качества подготовки документации для ремонта. Ремонтная ведомость в виде заявленного объема работ по судну представляется судовладельцем судоремонтному заводу, который для получения заказа участвует в тендере на выполнение ремонтно-восстановительных работ.

Для отслеживания хода ремонтного процесса необходимо учитывать потоки информации, распределенные по исполнителям. Распределение указанных в контракте объемов судоремонтных работ внутри предприятия происходит в производственной вертикали с учетом согласованности выполнения работ и сбалансированности загрузки производственных мощностей. В обратном направлении должны поступать отчетные документы о фактически выполненных работах в бригадах, на участках, в цехах. Данные отчетные документы консолидируются по месту выполнения работ (цех, участок) и по периоду времени выполнения, т.е. учитываются по бригаде, участку, цеху обычно за декаду, месяц либо квартал.

**Выводы.** Применение предложенной в статье системы позволяет сократить сроки ремонта, что дает возможность использовать ресурсы на получение дополнительной прибыли, обеспечивается постоянная загрузка предприятия.

#### Л и т е р а т у р а

1. Аверкин А.Н. Поддержка принятия решений в слабоструктурированных предметных областях. / А.Н. Аверкин, О.П. Кузнецов, А.А. Кулинич, Н.В. Титова // Анализ ситуаций и оценка альтернатив. Теория систем и управления. Вып. 3, 2006. – С.139–149.
2. Аверкин А.Н. Система поддержки принятия решений на основе нечетких моделей / А.Н. Аверкин, Т.В. Аграфонова, Н.В. Титова // Известия РАН. Теория и Системы Управления. – 2009. – №1 – С.99-104.

3. Бень А.П. Автоматизированная информационная система по управлению процессом судоремонта / А.П.Бень, О.М.Безбах, О.В.Терещенкова // Вестник Херсонского государственного технического университета, 2004. – № 1(19). – С.281–285.

4. Коваленко И.И. Системный анализ задач судового корпусостроения. / С.В. Драган, Н.Я. Сагань // Монография.-Николаев:el.Talisman, 2010-176 с.

#### Reference

1. Averkina A.N. Podderzhka prinyatiya reshenij v slabostruktirovannyh predmetnyh oblastyah. / A.N. Averkina, O.P. Kuznetsov, A.A. Kulynich, N.V. Titova // Analiz situacij i ocenka alternativ. Teorija sistem i upravlenija. Vyp. 3, 2006. – S.139–149.
2. Averkina A.N. Sistema podderzhki prinyatiya reshenij na osnove nechetkikh modelej / A.N. Averkina, T.V. Agrafonova, N.V. Titova // Izvestija RAN. Teorija i Sistemy Upravlenija. – 2009. – №1 – S.99-104.
3. Ben' A.P. Avtomatizirovannaja informacionnaja sistema po upravleniju processom sudoremontna / A.P.Ben', O.M.Bezbah, O.V.Tereshhenkova // Vestnik Hersonskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta, 2004. – № 1(19). – S.281–285.
4. Kovalenko I.I. Sistemnyj analiz zadach sudovogo korpusostroenija. / S.V. Dragan, N.Ja. Sagan' // Monografija.-Nikolaev:el.Talisman, 2010-176 s.

#### Терещенкова О.В. Особливості побудови системи управління судноремонтним процесом .

*У даній статті розглянуті питання побудови інформаційної системи управління виробничими процесами судноремонтного підприємства, сформульовано основні завдання, що виконуються розробленою системою. Описано особливості виробничих процесів судноремонтного підприємства.*

**Ключові слова:** судноремонтний процес, ремонтний графік, система підтримки прийняття рішень

#### Tereschenkova O.V. Features of construction management process of ship repair

*This article discusses issues of building the management of information system production processes of shiprepairer, the main tasks performed by the developed system. Describes peculiarities the production processes of shiprepairer.*

*Proposed control scheme ship repair production using three-tier model of governance that allows for the operational management of progress of the repairs and to carry out an adjustment depending on the prevailing situation in the manufacturing process.*

**Keywords:** ship repair process, a repair schedule, a decision support system.

**Терещенкова Оксана Вікторівна** – к.т.н, доцент кафедри інформаційних технологій, комп'ютерних систем і мереж, tereshoks17@mail.ru.

Рецензент: **Букетов А.В.**, доктор технічних наук, професор Херсонської державної морської академії.