

658.012.122:656.07

Ю.Ю. Крук

**КОМПЕНСАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ
ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБРАБОТКИ СУДНА**

В настоящей статье рассматриваются сетевые графики обработки судна и реализация компенсационных механизмов при регулировании рабочего процесса.

Ключевые слова: морской порт, управление обработкой судна, календарный план, компенсационные механизмы.

У цій статті розглядаються мережеві графіки обробки судна і реалізація компенсаційних механізмів при регулюванні робочого процесу.

Ключові слова: морський порт, управління обробкою судна, календарний план, компенсаційні механізми.

This article discusses the network graphics processing vessel and the implementation of compensatory mechanisms in the regulation of the working process.

Keywords: sea port, control processing vessel, timetable, compensation mechanisms.

Постановка проблемы. Процесс рабочего хода обработки судна состоит из скоординированного выполнения нескольких этапов, которые могут быть связаны с людьми и требуют доступа к разнородным и распределенным системам.

После составления плана проекта обработки судна начинается выполнение запланированных работ. Стивидор (диспетчер) должен внимательно следить за ходом работ, чтобы вовремя заметить несоответствие между планом и фактическими результатами выполнения работ. Отклонения от плана опасны тем, что они могут привести к задержке сроков окончания обработки судна, превышению бюджета или неполной реализации запланированных задач.

Процесс отслеживания заключается в сборе фактических данных о ходе выполнения работ и последующем сравнении фактических данных с плановыми. При этом в зависимости от потребностей стивидорной компании могут сравниваться календарный, бюджетный и ресурсный планы обработки судна, то есть во время отслеживания можно определять, насколько плану проекта соответствует выполнение работ, расход средств и загрузка ресурсов.

Главная цель отслеживания проекта – вовремя обнаружить отклонения (в любом из перечисленных аспектов) фактического хода работ

© Крук Ю.Ю., 2015

от запланированных и соответствующим образом провести корректировку плана проекта обработки судна. Для этого нужно собирать данные о ходе выполнения работ и сравнивать их с данными базового плана обработки судна. Чтобы такое сравнение было возможным, перед началом выполнения работ нужно зафиксировать базовый план, с которым в дальнейшем будут сравниваться его фактические состояния. Кроме того, до начала отслеживания нужно определить, какие из аспектов (календарный, бюджетный или ресурсный) плана проекта вы собираетесь контролировать, поскольку от этого зависит выбор методики отслеживания.

Предположим, что влияние случайных и неопределенных факторов привело к нарушению запланированных сроков завершения различных этапов проекта. Для таких случаев главный диспетчер предусматривает финансовые и материальные резервы и соответствующие компенсационные меры (мероприятия). Механизмы, реализующие компенсационные мероприятия с целью ликвидации срывов, будем называть компенсационными механизмами. Такие механизмы значительно снижают риски обработки судна.

Рассмотрим пример компенсационного механизма, направленного на ликвидацию отставания и восстановление в сроках реализации проекта.

Целью восстановления является приведение неисправного процесса обратно в какое-то приемлемое состояние. Компенсация общих рабочих процессов является довольно сложной процедурой. Во-первых, рабочий процесс может иметь сложную структуру, и выполнение процесса может создать довольно сложный контроль зависимости потоков данных между деятельностью процесса. Сетевой график рабочего процесса может включать в себя ветвление, одновременное выполнение мероприятий и других сложных зависимостей управления. В результате, определение объема компенсации (т.е., какой деятельности должна быть компенсирована) для общего рабочего процесса становится нетривиальной задачей.

Во-вторых, рабочий процесс, как правило, включает в себя несколько независимых систем – грузы, технологии ПРР, оборудование и людей. Деятельность в процессе выполнения, как правило, сложных операций разнообразна. Таким образом, деятельность может быть очень дорогой, при выполнении компенсации. Поэтому очень важно свести к минимуму объем компенсации, чтобы избежать ненужных затрат.

Обзор последних исследований и публикаций. В первой работе [1] «Методические основы разработки технологических план-графиков обслуживания судов в морских портах» рассматривается постановка задачи как в общем виде, так и для отдельных ситуаций, которая опирается на идеи календарного планирования производственных процессов, к числу которых относится и процесс обслуживания судов (ПОС) в морских портах. Задача исследуется с позиций оптимизации ПОС, что диктуется потребностями обеспечения в конечном итоге высокоэффективного портового (стивидорные) бизнеса. При этом основное внимание сосредотачи-

вается на методическом аспекте задачи в соответствии с процедурой построения календарных планов обслуживания судов в режиме оперативного управления ПОС. В основе параметра управления лежит время обработки трюма комбинацией технологических линий. Возможные комбинации задаются заранее (априори).

В работе [2] «Экономико-математические модели задачи о календарном плане обработки судна» дан обзор экономико-математических моделей, предназначенных для решения задачи о календарном плане обработки отдельно рассматриваемого судна. Задача исследуется в постановках «ресурсы-результат» и «результат-ресурсы». Модели записаны в терминах линейного, нелинейного и динамического программирования. Обзор публикаций, посвященных этой задаче, показывает, что до настоящего времени она изучалась преимущественно в постановке «ресурсы-результат» и притом для частного случая планирования процесса обработки судна (ПОС), когда предполагается, что для реализации ПОС будет использоваться наперед заданное количество технологических линий (ТЛ), которое является постоянным на протяжении всего периода обработки судна как по числу, так и по производительности. В то же время постановка задачи «результат-ресурсы» пока основательно не прорабатывались.

В настоящей работе ставится двуединая цель, состоящая, с одной стороны, в критическом анализе существующих методов календарного планирования ПОС и, с другой стороны, в обосновании нового подхода к исследованию этой задачи, в терминах нелинейного и динамического программирования.

В работах Макушева П.А. [3-4] приведен разработанный автором алгоритм составления сменно-суточного плана обработки судов в порту, который можно использовать при выполнении всегда актуального для порта управленческого процесса – оперативной организации его производства. Ключевые условия алгоритма – минимизация времени обработки судов, относительная простота использования, универсальность. А также рассмотрен тренажер для составления планов обработки судов в порту.

В работе Махуренко Г.С., Крук Ю.Ю. [5] «Разработка механизма распределения ресурсов между судами при оперативном планировании работ стивидорной компании» показано, что основной задачей производственно-оперативного планирования в порту является установление объема и характера перегрузочных работ на планируемый период, распределение технических и трудовых ресурсов и разработка мероприятий для выполнения этого объема работ. В статье разбираются механизмы распределения ресурсов для выполнения производственно-оперативных работ стивидорной компании.

В работе Крука Ю.Ю. [6] «О технологическом плане-графике обработки судна» рассматривается формирование плана-графика обработки судна, как технологии Управления проектом по временным параметрам {Project Time Management}. Этот раздел управления проектами

включает задачи и процедуры управления проектом, необходимые и достаточные для обеспечения своевременного выполнения проекта, в том числе определение работ, их последовательность, оценку продолжительности работ, разработку и контроль календарного плана.

Все рассмотренные работы тесно связаны с составлением сменно-суточного плана обработки судна, однако в них не рассматриваются механизмы корректировки выполнения плана обработки судна. Вопросы использования компенсационных механизмов для регулировки хода производственного процесса рассматривается в работе Буркова В.Н. и Новикова Д.А. [7] «Как управлять проектами». В ней описана регулирующая (компенсационная) задача сокращения продолжительности проекта на заданные величины. Однако задача носит упрощенный характер и, тем более, не отражает специфики морского транспорта.

Постановка задачи исследования. Целью исследования является разработка компенсационных механизмов и формирования скоординированной совокупности мероприятий, связанных для достижения общей цели бизнеса. Рабочий процесс сначала задается с помощью модели, который затем выполняется диспетчерской системой порта. Поэтому сначала представим модель рабочего процесса, и используемую терминологию. Затем мы опишем выполнение процесса. Предполагается, что если процесс выполняется успешно, то компенсация не требуется. Ниже будут описаны компенсации процесса для борьбы со сбоями в работе.

Основной материал исследования. Рабочий процесс обработки судна представляется как ориентированный граф $P = \langle N, A \rangle$, содержащий множество узлов $N = \{n_1, n_2, \dots\}$, и множество дуг $A \subseteq N$ -соединения узлов в N . Существуют два вида узлов: узлы работы и узлы контроля (управления). Пусть WN и CN есть множества рабочих узлов и узлов контроля (управления), соответственно. Тогда $N = WN \cup CN$. Рабочий узел $wn \in WN$ является обладателем места в деятельности процесса. Каждый рабочий узел связан с деятельностью процесса и деятельностью регулирования (дополнительной компенсации).

Процесс деятельности описывается как логическое представление куска работы, способствующей выполнению процесса обработки судна. Сетевой график процесса обработки судна дополняется регулированием операций по объекту во время выполнения. Регулирующая (компенсационная) деятельность также есть логическое представление куска работы, который семантически корректирует результат соответствующей деятельности процесса. При этом регулирующая (компенсационная) деятельность также отображается в виде операций по обработке судна, которая корректирует (компенсирует) результат соответствующего процесса деятельности.

Из решения задачи расстановки механизированных линий формируется план обработки судна. Общий вид модели формирования плана обработки судна представлен в форме (1)-(4).

К числу основных работ, обязательных для планирования, относятся следующие:

- судовые работы (загрузка и разгрузка судов) – с подразделением на варианты работ – прямой и складской;
- количество груза, подлежащего переработке за каждую смену и за сутки; общее число занятых рабочих за смену и сутки;
- остаток груза на судне к концу смены и суток.

$$\sum_i \sum_j c_{0ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

$$\sum_i p_{0ij} \cdot x_{ij} = Q_j, j = \overline{1, n}; \quad (2)$$

$$\sum_j x_{ij} \leq T_{\text{суд}}; i = \overline{1, m}; \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Здесь x_{ij} – время работы i -й технологической линии на j -м трюме;

c_{0ij} – нормативное значение часовой себестоимости работы i -й технологической линии на j -м трюме;

p_{0ij} – нормативная производительность работы i -й технологической линии на j -ом трюме (т/час.);

Q_j – загрузка j -ого трюма (в тоннах);

$T_{\text{суд}}$ – запланированное время грузовых работ на судне.

Таким образом закрепление механизированных линий за трюмами осуществляется по критерию минимума расходов (условие 1). По условию (2) осуществляется полная разгрузка/загрузка трюмов, по условию (3) время работы механизированных линий ограничено временем обработки судна. И условие (4) есть условие не отрицательности переменных задачи.

Из определения общей постановки задачи, для составления календарного плана необходимо решить следующие задачи:

- определить перечень работ, которые необходимо выполнить для достижения результатов проекта;
- установить последовательности выполнения работ и взаимосвязи между работами;
- установить время продолжительности работ, необходимое для выполнения каждой отдельной работы;
- определить ресурсы, необходимые для выполнения работ;
- составить график выполнения работ в принятой постановке.

Рисунок 1 показывает диаграмму Ганта процесса управления обработки судна на основании решения модели (1)-(4). При этом $T_{L_{ij}}$ отражает диаграммы процесса работы i -й технологической линии при обработке j -го трюма. Процесс устанавливает сетевые соединения между двумя заданными конечными точками в сети ПРР – началом и концом. Процесс состоит из шести рабочих узлов (вершин) и нескольких узлов управления. Такими узлами управления могут быть начало и конец обработки судна и начала очередной смены (половины смены) хода обработки судна.

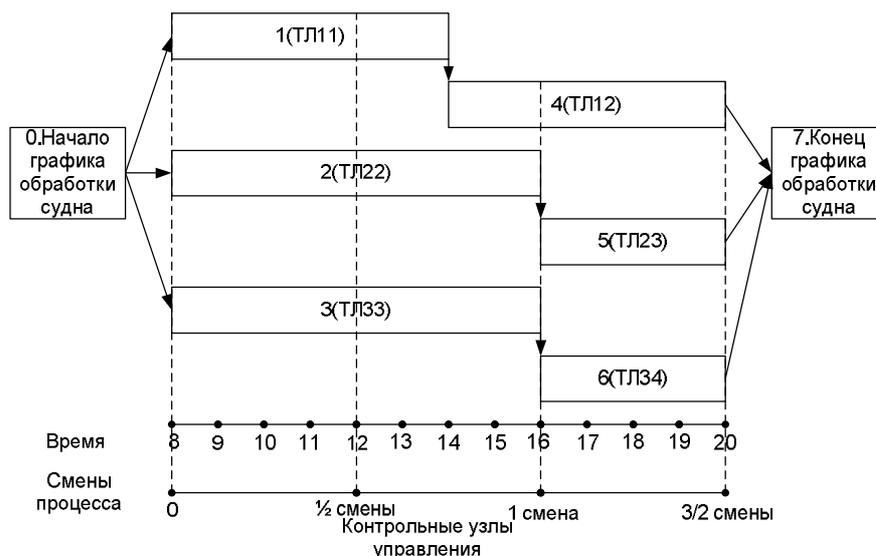


Рис. 1. Пример сети Ганта управления процессом ПРР

В представленной на рис.1 сети Ганта горизонтальные диаграммы (вершины) соответствуют операциям, выполняемым отдельными технологическими линиями. Обозначим t_{ij} ($= x_{ij}$) – продолжительность обработки i -й технологической линией j -го трюма. Тогда продолжительность проекта определяется длиной максимального (критического) пути в сети [15].

Обозначим плановое время окончания (общую продолжительность) работы i -й ТЛ_{*i*} через T_i , а критическое время обработки судна через $T_{кр}$. Из-за сбоев в работе критическое время обработки судна и каждой технологической линии может составить $T_{кр}$ и T_i . Встает вопрос по сокращению оставшегося времени обработки судна с учетом плана обработки судна (ПОС) проекта. Тогда, если $T_i < T_{кр}$, то в соответствии наличием резерва времени никаких мероприятий по сокращению времени работы ТЛ_{*i*} можно не проводить. Если же $T_i > T_{кр}$, то тогда требуется сократить время работы i -й ТЛ_{*i*} на величину $\Delta_i = T_i - T_{кр}$.

Рассмотрим регулируемую (компенсационную) задачу сокращения продолжительности проекта на заданные величины Δ_i .

Опишем сначала частный случай, когда сеть представляет собой последовательную цепочку из n операций. Каждая ТЛ – разрабатывает и представляет центру мероприятия по сокращению продолжительности производственного цикла. В агрегированном виде эти мероприятия можно описать зависимостью $C_{ij}(\tau_{ij})$ затрат, требуемых на сокращение продолжительности операции на величину τ_{ij} . Рассмотрим механизм решения поставленной задачи, в котором величина финансирования мероприятий по сокращению продолжительности проекта прямо пропорциональна величине τ_{ij} сокращения продолжительности операции, то есть $C_{ij}(\tau_{ij}) = \lambda_{ij}\tau_{ij}$, где λ_{ij} – величина финансирования, выделяемая на сокращение времени работы ТЛ_{ij} в единицу времени. В этом случае имеем задачу

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j \in J_i} \lambda_{ij} \tau_{ij} \rightarrow \min \quad (5)$$

$$\sum_{j \in J_i} \tau_{ij} = \Delta_i, i = \overline{1, n} \quad (6)$$

$$\tau_{ij} \geq 0, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}. \quad (7)$$

Для простоты будем считать, что деятельности в рабочем процессе выполняются последовательно. Порядок, в котором работы выполняются называется порядком выполнения P . Каждый экземпляр узла $i \in N(P)$ имеет начало и полные времена. Время начала и конца экземпляра узла i обозначены как Старт (i) и Конец (i), соответственно. Очевидно, Старт (i) < Конец (i) и Конец ($i1$) < Старт ($i2$), если $i1$ предшествует $i2$ в порядке выполнения. Мы будем рассматривать только процессы исполнений, которые соответствуют сетевому графику. Более конкретно, $\forall n1, n2 \in N(P)$, Конец ($i1$) < Старт ($i2$), если $i2 \in$ Достижимое ($i1$).

В работе, мы выражаем выполнение процесса в виде последовательности процесса деятельности. Мы опускаем контрольные узлы от исполнения процесса для краткости. Например, следующие параметры являются выполнением процесса, представленного на рис.1 (P_0).

$$E_1 : t_1 = 14; t_2 = 16; t_3 = 16; t_4 = 20; t_5 = 20; t_6 = 20.$$

Компенсационный метод применяется для того чтобы справиться с неудовлетворительным процессом обработки судна. Районная диспетчерская ответственна за приведение процесса исполнения к назначенному времени в конце процесса обработки судна (компенсационной

точки). Конец компенсационной точки вызывает определенные действия, связанные с принятием решения, по выполнению предшествующего процесса, который представляет собой приемлемое промежуточное состояние исполнения. Целью данной работы является разработка правильной и эффективной стратегии для компенсации рабочих процессов. Рассмотрим, например, процесс исполнения E1. Предположим, что сбой произошел при выполнении ТЛ₁₁ и точкой регулирования (компенсации) есть середина смены при t = 12.

Лучше компенсационный подход для бизнес-процессов выполнять таким образом, чтобы компенсировать только те виды деятельности (процессы обработки), которые действительно нуждаются в компенсации (например, ТЛ₁₁ в E1).

Рассмотрим пример компенсации в процессе обработки судна. В начале смены (она совпала с началом обработки судна) была решена задача распределения технологических линий за трюмами. Исходные данные задачи представлены в таблице 1.

Таблица 1

Исходная задача расстановки ТЛ и обработки судна

	Номер трюма			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Базовая стоим. работы ТЛ _{1j} , усл.ед./час.	1	3	100	100
Базовая произв. работы ТЛ _{1j} , тыс.т/час.	50	50	50	50
Базовая стоим. работы ТЛ _{2j} , усл.ед./час.	3	1	3	10
Базовая произв. работы ТЛ _{2j} , тыс.т/час.	50	50	50	50
Базовая стоим. работы ТЛ _{3j} , усл.ед./час.	100	3	1	3
Базовая произв. работы ТЛ _{3j} , тыс.т/час.	50	50	50	50
Количество груза по трюмам, тыс. тонн	300	700	600	200
Плановое время обработки трюмов, ч.	12	12	12	12

Условия задачи распределения технологических линий за трюмами и ее решение представлено в таблице 2.

Таблиця 2

*Оптимальное решение по времени работы технологических линий
при заданных условиях задачи*

Номера трюмов	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4			
Решение и условия по времени работы технологических линий							
T ₁ , час.	6,0	6,0	0,0	0,0	12	<=	12
T ₂ , час.	0,0	8,0	4,0	0,0	12	<=	12
T ₃ , час.	0,0	0,0	8,0	4,0	12	<=	12
Решение и условия по выгрузке груза из трюмов							
Q ₁	300				300	=	300
Q ₂		700			700	=	700
Q ₃			600		600	=	600
Q ₄				200	200	=	200

Предположим, что в результате сбоя в работе 1-й технологической линии на 1-м трюме производительность ТЛ₁₁ снизилась до 30 тыс.тонн/час. При заданном закреплении технологических линий это приводит к увеличению времени обработки судна на 8 часов, т.е. до 20 часов всего (см. табл. 3).

В результате сбоя встает задача использования механизмов компенсации для восстановления планового срока обработки судна, T_{суд} = 12 часов. Это выполняется с помощью задачи компенсации, представленной в модели (8)-(11).

$$\sum_i \sum_j c_{0ij} \cdot \frac{p_{ij}^k}{p_{0ij}} \cdot x_{ij}^k \rightarrow \min \quad (8)$$

$$\sum_i p_{ij}^k \cdot x_{ij}^k = Q_j^k = Q_j - Q_{обп.j}^{k-1}, j = \overline{1, n}; \quad (9)$$

$$\sum_j x_{ij}^k \leq T_{суд}^k = T_{суд} - t^{k-1}; i = \overline{1, m}; \quad (10)$$

$$p_{ij}^k \geq 0, x_{ij}^k \geq 0, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}. \quad (11)$$

Здесь c_{0ij} – нормативная (начальная) себестоимость обработки i -й технологической линии на j -м трюме;

p_{0ij} – нормативное (начальное) значение производительности i -й технологической линии на j -м трюме;

p_{ij}^k – значение производительности T_{Lij} на k -м шаге компенсации;

Q_j^k – остаток груза в j -м трюме на начало k -го шага;

$Q_{обр,j}^{k-1}$ – количество обработанного груза в j -м трюме на предыдущем $(k-1)$ -м шаге;

x_{ij}^k – время обработки i -й технологической линии j -го трюма на k -м шаге;

$T_{суд}^k$ – остаток времени обработки судна на начало k -го шага;

t^{k-1} – интервал времени обработки судна на предыдущем $(k-1)$ -м шаге.

Оптимальное решение по времени работы технологических линий задачи (8)-(11) при новых условиях представлено в таблице 3.

Таблица 3

*Оптимальное решение по времени работы
технологических линий при новых условиях задачи*

Номера трюмов	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4			
Решение и условия по времени работы технологических линий							
T_1 , час.	10,0	10,0	0,0	0,0	20	=>	12
T_2 , час.	0,0	8,0	4,0	0,0	12	<=	12
T_3 , час.	0,0	0,0	8,0	4,0	12	<=	12
Решение и условия по выгрузке груза из трюмов							
Q_1	300				300	=	300
Q_2		700			700	=	700
Q_3			600		600	=	600
Q_4				200	200	=	200

По своей структуре задача (8)-(11) является нелинейной, переменными которой являются p_{ij}^k – значение производительности T_{Lij} на k -м шаге компенсации и x_{ij}^k – время обработки i -й технологической линии j -го трюма на k -м шаге. Закрепление механизированных линий за трюмами осуществляется по критерию минимума расходов (условие 8). По условию (9) осуществляется полная разгрузка/загрузка остатка груза трюмов, по условию (10) время работы механизированных линий ограничено остатком временем обработки судна. И условие (11) есть условие неотрицательности переменных задачи.

Если следовать рассматриваемому примеру, то первый этап принятия компенсационных решений приходится на конец половины первой смены обработки судна, т.е. на 12 часов дня. На это время судно находилось под обработкой 4 часа. Принятие решений здесь, в первую очередь, связано с изменениями условий решения задачи, которые представлены в таблице 4.

Таблица 4

Новые исходные данные задачи расстановки ТЛ и обработки судна

	Номер трюма			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Количество груза по трюмам Q_j^1 , тыс. тонн	140	500	400	200
Плановое время обработки трюмов $T_{суд}^1$, ч.	8	8	8	8

Оптимальное решение, при условии, что производительность первой технологической линии поднята до 55 тыс.т/час, представлено в таблице 5.

Таблица 5

Оптимальное решение по времени работы технологических линий при новых условиях задачи

Номера трюмов	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4			
Решение и условия по времени работы технологических линий							
T_1 , час.	2,1	5,9	0,0	0,0	8,0	<=	8
T_2 , час.	0,5	3,2	4,3	0,0	8,0	<=	8
T_3 , час.	0,0	0,3	3,7	4,0	8,0	<=	8
Решение и условия по выгрузке груза из трюмов							
Q_1	140				140	=	140
Q_2		500			500	=	500
Q_3			600		400	=	400
Q_4				200	200	=	200

Механизм компенсации связан с ростом затрат на повышение производительности труда. Это отражается выражением $c_{0ij}(p_{ij}^k/p_{0ij})$, при условии, что $p_{ij}^k > p_{0ij}$. Конечно, реализация механизмов компенсации данной задачи может быть достаточно разнообразным.

Выводы. В статье представлена структуризация сетевого графика обработки судна и реализация вопросов компенсации рабочего процесса. Основное внимание направлено на то, чтобы уменьшить количество действий рабочего процесса, которые должны быть компенсированы. Проблема затруднена из-за: (1) сложности структуры рабочего процесса, и (2) сложности для системы управления рабочим процессом вычислить минимальный объем компенсации.

Поэтому требуются гибкие стратегии компенсации в области планового периода. Эти стратегии опираются на процесс правильного использования планирования обработки судна. Предлагаемые методы просты для реализации и просты в использовании. Тем не менее, у них есть потенциал, чтобы значительно уменьшить компенсации текущих расходов.

Несмотря на важность компенсации эта задача получила мало внимания до сих пор. Результаты, представленные в работе, являются больше предварительными и многие вопросы все еще остаются открытыми. Из-за ограниченного объема, многие важные вопросы не были рассмотрены, или только кратко обсуждены. Например, основное внимание было сосредоточено на корректировке работы технологических работ (узлов). Важным вопросом является компенсация событий (как внутренних, так и внешних). Еще один интересный вопрос планирования работ связан с возможностью перепланировки работ технологических линий (узлов) по ходу прохождения контрольных точек. Дальнейшие исследования, возможно, необходимы и по другим вопросам.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Магамадов О.Р., Макаренко О.С. Методичні засади розробки технологічних планів-графіків обслуговування суден у морських портах // *Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб. наук. праць.* – Вип. 8. – Одеса: ОНМУ, 2004. – С. 166-179.
2. Магамадов А.Р., Макаренко А.Е. Экономико-математические модели задачи о календарном плане обработки судна // *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті: Зб. наук. праць.* – Вип. 36 (3). – Одеса: ОНМУ, 2011. – С.30-47.
3. Макушев П.А. Разработка алгоритма сменно-суточного планирования обработки судов в порту // *Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб. наук. праць.* – Вип. 17. – Одеса: ОНМУ 2011. – С.116-127.

4. *Макушев П.А. Тренажер для составления планов обработки судов в порту // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб. наук. праць. – Вип. 20. – Одеса: ОНМУ, 2013. – С.86-97.*
5. *Махуренко Г.С., Крук Ю.Ю. Разработка механизма распределения ресурсов между судами при оперативном планировании работ стивидорной компании // Технологический аудит и резервы производства. – № 1/3(21). – 2015. – С. 11-18.*
6. *Крук Ю.Ю. О технологическом плане-графике обработки судна // Вісник ОНМУ: Зб. наук. праць. – Вип.2(44). – Одеса, 2015.*
7. *Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами: Научно-практическое издание. – М.: СИНТЕГ-ГЕО, 1997. – 188 с.*
8. *Механизмы управления: Учебное пособие / Под ред. Д.А. Новикова. – М.: УРСС (Editorial URSS), 2011. – 212 с.*

Стаття надійшла до редакції 01.12.2015

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор кафедри «Бізнесадміністрування та корпоративна безпека» Міжнародного гуманітарного університету
А.І. Рибак

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри «Економічна теорія та кібернетика» Одеського національного морського університету
Г.С. Махуренко