

Литература

1. Шестаков, В. М. Гидрогеодинамика [Текст] / В. М. Шестаков. — М.: МГУ, 1995. — 368 с.
2. Абрамов, И. Б. Оценка воздействия на подземные воды промышленно-городских агломераций [Текст] / И. Б. Абрамов. — Харьков, 2007. — 285 с.
3. Лаврик, В. И. Решение задачи массопереноса водорастворимых веществ в случае зависимости коэффициентов конвективной диффузии от скорости фильтрации [Текст] / В. И. Лаврик // Препринт 81.18. — К.: Ин-т Математики АН УССР, 1981. — С. 3–24.
4. Лаврик, В. И. Математическое моделирование в гидроэкологических исследованиях [Текст] / В. И. Лаврик, Н. А. Никифорович. — Киев, 1998. — 287 с.
5. Олейник, А. Я. Гидродинамическая модель фильтрования при очистке подземных вод от соединений железа [Текст] / А. Я. Олейник, С. К. Киселев // Прикладна гідромеханіка. — 1999. — № 1(73). — С. 20–25.
6. Олейник, А. П. Математичне моделювання фільтраційних процесів в задачах оцінки рівня та якості ґрунтових вод [Текст] / А. П. Олейник, Л. О. Шгаєр, О. І. Клапоушак // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2013. — № 1/4(61). — С. 15–18. — Режим доступу: \www/URL: http://journals.urau.ua/eejet/article/view/9142
7. Толпаев, В. А. Уравнения нелинейной фильтрации в анизотропных средах [Текст] / В. А. Толпаев // Известия вузов: Северо-Кавказский регион. Естественные науки. Приложение. — 2003. — № 7. — С. 7–18.
8. Молокова, Н. В. Математическое моделирование процессов нефте-загрязнения пористой среды [Текст] / Н. В. Молокова // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева. — 2010. — № 5(31). — С. 142–148.
9. Rubin, Y. Modeling of transport in groundwater for environmental risk assessment [Text] / Y. Rubin, M. A. Cushey, A. Bellin // Stochastic Hydrology and Hydraulics. — 1994. — Vol. 8, № 1. — P. 57–77. doi:10.1007/bf01581390
10. Destouni, G. Chloride migration in heterogeneous soil: 2. Stochastic modeling [Text] / G. Destouni, M. Sassner, K. H. Jensen // Water Resources Research. — 1994. — Vol. 30, № 3. — P. 747–758. doi:10.1029/93wr02986
11. Бойко, Т. В. Математичне моделювання міграції забруднюючих речовин у ґрунтах [Текст] / Т. В. Бойко, А. О. Абрамова, Ю. А. Запорожець // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2013. — № 6/4(66). — С. 14–16. — Режим доступу: \www/URL: http://journals.urau.ua/eejet/article/view/18711

МОДЕЛЮВАННЯ МАСОПЕРЕНОСЕННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В ҐРУНТОВОМУ ШАРІ

У статті представляється математична модель процесу фільтрування забрудненої води в ґрунтовому шарі з урахуванням особливостей фізико-хімічних властивостей ґрунту. Застосування даної моделі дає можливість оцінити ступінь забруднення, і динаміку міграції полутантів в процесі фільтрації з урахуванням складних процесів фізико-хімічної взаємодії стічних вод з ґрунтовими масами.

Ключові слова: стічні води, фільтраційний процес, ґрунт, математичне моделювання, масообмін, кінетичні рівняння.

Бойко Татьяна Владиславовна, кандидат технических наук, доцент, и. о. заведующего кафедры кибернетики химико-технологических процессов, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина, e-mail: tobjko@gmail.com.

Запорожець Юлія Анатолієвна, аспірант, кафедра кибернетики химико-технологических процессов, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина, e-mail: z.juli@bigmir.net.

Бойко Татьяна Владиславовна, кандидат технических наук, доцент, в. о. заведующего кафедры кибернетики химико-технологических процессов, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт».

Запорожець Юлія Анатолієвна, аспірант, кафедра кибернетики химико-технологических процессов, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина.

Bojko Tatyana, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: tobjko@gmail.com. Zaporozhets Julia, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: z.juli@bigmir.net

УДК 656.615: 519.8

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.37741

Махуренко Г. С.,
Крук Ю. Ю.

РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ МЕЖДУ СУДАМИ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ПЛАНИРОВАНИИ РАБОТ СТИВИДОРНОЙ КОМПАНИИ

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 производственно-оперативного планирования работ стивидорной компании.

Ключевые слова: суда, морской порт, стивидорная компания, оперативное планирование, механизмы распределения ресурсов.

1. Введение

Предметом организации перегрузочных процессов являются производственная и организационная структура портового перегрузочного комплекса стивидорной

компании (СК), организация труда рабочих, занятых в перегрузочных процессах, нормативная база и порядок функционирования перегрузочных процессов.

В этом комплексе выделяется задача оптимального распределения по перегрузочным комплексам (причалам)

трудовых ресурсов, универсальных перегрузочных машин, основным представителем которых являются портальные краны, и компоновка механизированных линий машинами, используемыми в трюмах судов, вагонах, для внутрипортового перемещения и складирования грузов.

Организация труда рабочих, занятых в перегрузочных процессах, охватывает комплекс вопросов (разделения, кооперация, нормирования и оплаты труда), решение которых направлено на достижение наибольшего эффективного слияния в перегрузочном процессе живого труда с новой техникой и технологией. Это выражается в формах организации, структуре и численности контингента портовых рабочих.

Показатели качества работы стивидорной компании, которые являются важнейшим конкурентообразующим фактором, существенно зависят от выбора организации перегрузочных работ. Однако выявление этой зависимости представляет собой сложную научную проблему, для решения которой требуются соответствующие исследования с использованием методов исследования операций и экономико-математического моделирования. Одному из возможных вариантов решения данной проблемы и посвящена публикация автора.

2. Анализ исследований и публикаций

Работ, связанных с исследованиями и публикациями по оперативному планированию перегрузки грузов в морском порту достаточно много [1–8].

В работе Ветренко Л. Д., Ананьиной В. З., Степанец А. В. [1] рассматриваются технология перегрузочных процессов, организация обработки судов, вагонов и автотранспорта, а также труда портовых рабочих. Приведены сведения по технологическому проектированию перегрузочных комплексов порта. Особое внимание уделено новым структурным подразделениям порта — производственным перегрузочным комплексам, их организации и функционированию.

В работе Ананьиной В. З. и Макушева П. А. [2] рассматривается обоснование структуры трудовых ресурсов портового подразделения грузоперевалки. Процесс создания структуры трудовых ресурсов трансформируется при структуризации труда на грузоперевалке в порту на разделение докеров по признакам:

- виду трудового контракта докера;
- объединения докеров в бригады;
- специализации коллективов докеров.

В работе осуществляется разработка методов решения вышеозначенных задач, направленных на повышение эффективности работы портовых подразделений и порта в целом за счет создания адекватной структуры трудового обеспечения процесса грузоперевалки.

В работе Олефир И. М. [3] отмечается, что организация стивидорной компании как структуры представляет собой совокупность вертикальных и горизонтальных связей и отношений, ориентированных на решение конкретных задач и достижение установленных целей. В управлении таким предприятием могут быть использованы три принципа: функциональный, процессный и комбинированный.

Функциональный принцип основан на традиционной форме организации, когда управление представляет собой процесс реализации определенного набора управленческих функций. Характерная особенность

процессного принципа управления состоит в том, что управленческий персонал акцентирует свое внимание не столько на реализацию управленческих функций (планирование, организация, учет и контроль), сколько на бизнес-процессы, которые реализуются на специализированных причалах компании. Ну и комбинированный принцип реализует адаптивную (матричную) структуру управления.

В работах Магамадова А. Р. и Макаренко О. Е. [4, 5] рассматриваются методические основы разработки технологических планов-графиков обслуживания судов в морских портах и анализ системы оперативного управления обслуживанием судов в портах. Постановка рассматриваемой в первой статье задачи как в общем виде, так и для отдельных ситуаций, 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 сосредотачивается на методическом аспекте задачи, которая ставится в соответствие процедуре построения календарных планов обслуживания судов как основы оперативного управления ПОС.

В работах Махуренко Г. С. и Холодняковой А. С. [6, 7] рассматривается иерархия управления технологической линией стивидорной компании и моделирование иерархии управления грузовыми работами. В первой работе технологическая линия перегрузочных работ представлена, как система массового обслуживания, оптимизируются параметры технологической линии. На основе показателя интенсивности обслуживания судов формируется иерархия управления технологической линией. В следующей работе рассмотрена модель, которая позволяет выбрать эффективную организационную иерархию управления грузовыми работами, а также обосновать необходимость и направление ее реформирования при изменении условий функционирования организации.

Интересными представляются работы Макушева П. А., Холоденко А. М. [8], посвященной моделированию процесса загрузки порта, Постана М. Я., Савельевой И. В. [9], в которой рассматривается метод нахождения равновесного решения для портовых операторов в конкурентной среде типа олигополии.

Среди зарубежных источников следует отметить работу Хенеси Л. [10], посвященной имитационной модели для анализа операций по управлению терминалом и повышению эффективности работы терминала на основе использования мульти агентского подхода.

Вместе с тем в рассмотренных работах не исследуются механизмы распределения ресурсов между судами при оперативном планировании работ стивидорной компании. Этим вопросам и посвящена данная статья.

3. Объект, цель и задачи исследования

Целью исследования является повышение уровня эффективности обработки судов в морском порту.

Объектом исследования является процесс обработки судов на грузовом районе стивидорной компании.

Предметом исследования являются механизмы распределения ресурсов в процессе обработки судов.

Задачами исследования являются:

- анализ системы оперативного планирования в порту, выявление структуры системы оперативного планирования и задач по уровням и периодам планирования;
- анализ технологического процесса обработки судов в порту и установление взаимосвязи с затратами материальных и трудовых ресурсов;
- формулировка задачи оптимального планирования погрузочно-разгрузочных работ стивидорной компании с учетом объемов грузовых работ, сроков обработки судов и наличием ресурсов;
- определить механизмы распределения ресурсов с учетом многоуровневой системы планирования грузовых работ.

4. Результаты разработки механизмов распределения ресурсов между судами при оперативном планировании работ стивидорной компании

В отличие от перспективного и текущего планирования, охватывающих продолжительный отрезок времени (год, квартал), производственно-оперативное планирование ограничивается коротким периодом (месяц, декада, сутки, смена).

К оперативному планированию относят:

- распределение перегрузочных ресурсов порта между объектами работ, отдельно по погрузке и выгрузке;
- разработка декадного плана обработки судов;
- разработка сменно-суточного плана работы порта;
- составление оптимального плана обработки каждого судна.

Построение организационной и производственной структуры СК основывается на принципах специализации производственных подразделений по назначению (перегрузочная техника, технологическая оснастка, механизация и др.) и пропорциональности, предусматривающей пропорциональность мощностей всех структурных частей, в частности:

- а) пропускной способности перегрузочного комплекса и обеспечивающих их деятельность подсистем;
- б) пропускных способностей морского грузового фронта, складов и подъездных путей перегрузочного комплекса;
- в) состава перегрузочного оборудования в каждой механизированной линии.

Благодаря пропорциональности производственных мощностей обеспечивается наилучшее использование технических параметров элементов рассматриваемой совокупности.

Нормативная база перегрузочных процессов обширна и включает нормы труда, нормы расходования материалов, топлива, электроэнергии, нормы обработки судов и других транспортных средств. Нормы основываются на определенной технологии и организации перегрузочных процессов, что обуславливает их динамичность и вместе с тем в каждый период времени они имеют важное организующее и мобилизующее значение.

Своеобразной интегральной нормой, дисциплинирующей всю организацию производства и труда, является установленный на основании положений, правил и инструкций порядок повседневного функционирования перегрузочных процессов, регламентирующий во времени

и по исполнителям (структурные части, единицы) режим рабочего времени, состав и последовательность работ, их техническое, материальное, трудовое и функциональное обеспечение на всех этапах каждого перегрузочного процесса (подготовка производства, его исполнение и завершение).

Удобной формой регламентации отдельных частей организации перегрузочных процессов является организационно-технологическая схема, ведение плана-графика работы комплекса и др.

Технологические процессы перегрузочных работ регламентируются технологическими картами и инструкциями. Независимо от того, на каком уровне эти документы разработаны, они должны дать ответы на вопросы.

1. Какие технологические операции и какими способами необходимо осуществить для перемещения груза по заданным вариантам работы одной технологической линией?

2. Какие технические средства и в каком количестве должны быть использованы в составе технологической линии?

3. Сколько докеров должно войти в состав линии и как они должны быть расставлены по технологическим операциям?

Структура, состав и форма рабочей технологической документации портов (РТК) определены руководящим документом (РД) «Правила составления рабочих технологических карт в портах».

Непосредственную разработку технологического процесса, в общем случае, осуществляют в следующей последовательности:

- 1) определяют варианты работы и разрабатывают технологические схемы;
- 2) выбирают подъемно-транспортное оборудование;
- 3) выбирают технологическую оснастку;
- 4) разрабатывают технологические операции и их элементы;
- 5) рассчитывают производительность и количественный состав технологической линии;
- 6) рассчитывают технологические показатели работы по каждой из технологических схем.

В соответствии с проектом структуризации технологического процесса перегрузки грузов основными вариантами работ являются:

- 1) вагон — судно и наоборот;
- 2) вагон — транспортное средство — судно и наоборот;
- 3) склад — транспортное средство — судно и наоборот;
- 4) склад — судно и наоборот.

Для выбранных вариантов работ определяют базовые технологические схемы. Критерием выбора базовых схем являются — максимальная производительность механизированной линии, учет особенностей кордонного и тыловых фронтов причала, специфика погрузки груза (например, слябы). Примером структуры рабочей технологической карты для слябов может служить РТК, представленная ниже (табл. 1).

Особенность задачи распределения ресурсов заключается в том, что объемы грузопотока, проходящих через причал, считаются заданными и требуется определить такой план переработки этого грузопотока, чтобы обеспечить минимум расходов на ПРР.

Таблица 1

Базовые технологические схемы

№ тех. сх.	Технологическая схема	Расстановка(рабочих/машин) по технологическим операциям					
		Вагонная	Портов. трансп.	Складская	Кордон. переда.	Судовая	Всего
1//2	3	5	6	7	8	9	10
2	Полувагон-кран (строп, подвеска с захватом) — трюм (погрузчик с вилочным захватом)	2	—	—	1//1	4//1	7//2

В целом модель планирования ПРР по судну для заданного грузопотока может быть представлена следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{v=1}^V \sum_{j=1}^m C_{ijv} X_{ijv} \rightarrow \min; \tag{1}$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{v=1}^V P_{ijv} X_{ijv} = Q_i \text{ (трюм)}, i = 1, 2, \dots, n; \tag{2}$$

$$\sum_{v=1}^V \sum_{i=1}^n P_{ijv} X_{ijv} \leq Q_j \text{ (ж. д., склад)}, j = 1, 2, \dots, m; \tag{3}$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{v=1}^V \sum_{j=1}^m B_{ijvr} X_{ijv} \leq B_r, r = 1, 2, \dots, n_0; \tag{4}$$

$$\sum_{v=1}^V \sum_{j=1}^m X_{ijv} \leq T_i, i = 1, 2, \dots, n; \tag{5}$$

$$X_{ijv} \geq 0, i = 1, 2, \dots, n; v = 1, 2, \dots, V, j = 1, 2, \dots, m. \tag{6}$$

В этой модели:

X_{ijv} — количество времени (в часах) на перевалку груза между i -м и j -м производственными участками по варианту v ; C_{ijv} — себестоимость 1 часа перевалки груза между i -м и j -м производственными участками по варианту v ; P_{ijv} — производительность перевалки груза (т/час) между i -м и j -м производственными участками по варианту v ; Q_i — количество груза на i -ом производственном участке (трюм); Q_j — количество возможного груза на j -ом участке; B_{ijvr} — количество r -го ресурса на перевалку груза между i -м и j -м производственными участками по варианту v ; B_r — бюджет времени r -го ресурса (оборудование, рабочие и др.). T_i — бюджет времени i -го участка (трюма), определяемого сталийным временем.

Целевая функция модели (1) построена по критерию минимума расходов, далее:

- первое условие (2) представляет ограничение по требуемой загрузке/выгрузке каждого трюма;
- второе условие (3) представляют ограничения по возможному объему грузов по участкам (ж. д., склад);

— третье и четвертое условие (4)–(5) представляет собой ограничение по бюджету времени ресурсов и сталийного времени обработки судна;

— последнее ограничение (6) представляет условие неотрицательности переменных решения задачи.

В целом грузовой район стивидорной компании представляется, как совокупность причалов, складов и другой инфраструктуры, которая рассматривается как сетевая система, описываемая графом $G(X,U)$, где X — множество производственных фронтов (участков) района:

$$X = P \cup S \cup K \cup A,$$

P — подмножество причалов; S — подмножество складов; K — подмножество железнодорожных фронтов; A — подмножество автомобильных фронтов; U — множество связей, существующих между производственными участками, которые описываются рабочими технологическими картами (РТК).

Одной из наиболее важных задач в управлении ПРР грузового района стивидорной компании, является задача распределения ресурса. В качестве ресурса может выступать бюджет времени используемого оборудования, трудовых ресурсов и др. Основной проблемой здесь является то, что главному диспетчеру грузового района, как правило, неизвестны истинные потребности исполнителей в ресурсе того или иного вида и неизвестна точная зависимость их эффективности от количества полученного ресурса.

Следовательно, так как суммарное количество ресурса в большинстве случаев ограничено, возникает задача распределения ресурса оптимальным образом.

В такой ситуации, в связи со сложностью задачи, целесообразно «разгрузить» главного диспетчера района (ГДР), введя дополнительные уровни управления технологическими линиями (ТЛ) обработки судна. Управляющим менеджером обработки судна служит старший стивидор (СС). Таким образом, реализуется структура управления, которая представлена в веерной форме на рис. 1.

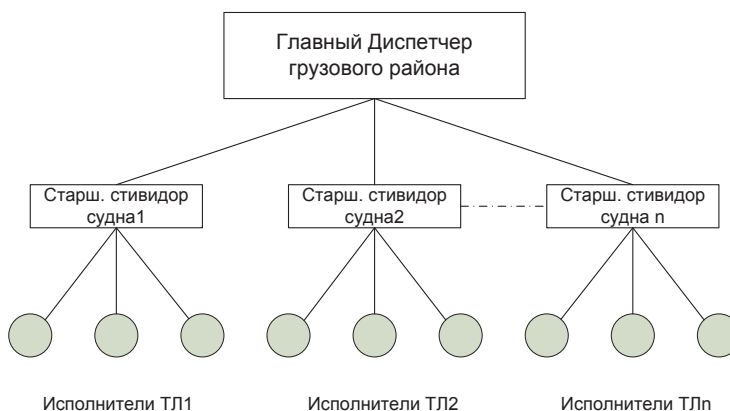


Рис. 1. Веерная структура обработки судов на районе

На верхнем уровне иерархии находится главный диспетчер района — ГДР. На среднем уровне иерархии находятся $k = 1, 2, \dots, n$ менеджеров, отвечающих за обработку судна — ССк. В подчинении ССк ($k = 1, n$) находятся исполнители i -ой группы — бригады рабочих

i -ой технологической линии (ТЛ _{i}). Сформулируем теперь задачу распределения ресурса. Различают два вида механизмов распределения ресурсов [11, 12]:

1. Неприоритетные (анонимные) механизмы распределения ресурсов, которые основаны на пропорциональном распределении ресурсов, в зависимости от заявок на ресурс.

2. Приоритетные механизмы распределения ресурсов, которые подразделяются на три класса: механизмы прямых приоритетов, в которых приоритет растет с ростом заявки; механизмы абсолютных приоритетов, в которых приоритеты фиксированы и не зависят от сообщаемых заявок; механизмы обратных приоритетов, в которых приоритет — убывающая функция заявки.

Порядок функционирования механизма распределения ресурсов состоит из трех этапов (рис. 2).

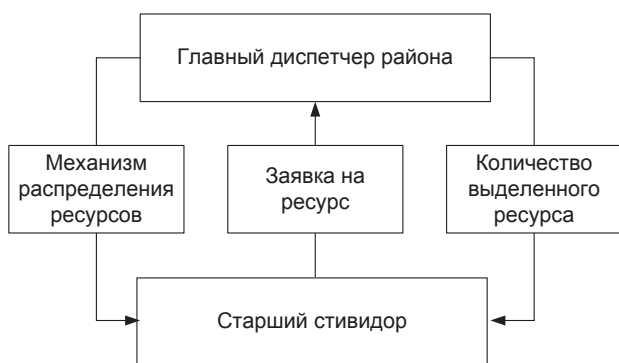


Рис. 2. Порядок распределения ресурсов

I. Главный диспетчер района сообщает старшему стивидору механизм распределения ресурсов (количество распределяемых ресурсов, процедуру обработки заявок менеджеров и приоритеты судов).

II. Старший стивидор сообщает свою заявку на ресурсы обработки судна.

III. В соответствии с установленной процедурой главный диспетчер района распределяет ресурсы между судами.

Рассмотрим неприоритетные (анонимные) механизмы распределения ресурсов при обработке судов стивидорной компанией. В неприоритетных механизмах распределения ресурса, при формировании планов (решении о том, сколько ресурса выделить тому или иному судну) используются принцип пропорционального распределения ресурсов в соответствии с заявками на ресурс. Неприоритетные механизмы в общем случае описываются следующей процедурой:

$$x_{kr} = \begin{cases} s_{kr}, & \text{если } \sum_{k=1}^n s_{kr} \leq R_r, \\ s_{kr} \cdot R_r / \sum_{k=1}^n s_{kr}, & \text{если } \sum_{k=1}^n s_{kr} \geq R_r, \end{cases} \quad (7)$$

где n — число судов, s_{kr} — заявки менеджеров к на ресурс r , x_{kr} — выделяемое количество ресурса r менеджеру (судну) k , R_r — распределяемое количество ресурса r . Таким образом, если сумма заявок не превышает наличного ресурса R_r , то все заявки удовлетворяются. В противном случае, распределение ресурса происходит пропорционально величине заявки.

Оптимальная величина формирования заявки r_{kr}^* может определяться из решения модели (1)–(6), без учета ограничения на ресурс. В общем случае оптимальная заявка r_{kr}^* и фактическая заявка s_{kr} могут не совпадать. Но так как заявки подаются анонимно, то каждый менеджер объявляет максимальную заявку $s_{kr} = R_r$, $k = 1, 2, \dots, n$. И если, в соответствии с алгоритмом (7), $x_{kr} > r_{kr}^*$, т. е. ресурса выделено больше, чем следует, то тогда менеджер k получает ресурс r в количестве r_{kr}^* и остаток ресурса $R'_r = R_r - r_{kr}^*$ заново перераспределяется между остальными судами.

Далее, после распределения ресурса по причалам (судам) либо решается задача (1)–(6), в соответствии с которой ресурс распределяется по i -м технологическим схемам, либо процесс распределения ресурса по технологическим линиям осуществляется в соответствии с алгоритмом (7).

Приоритетные механизмы. В приоритетных механизмах распределения ресурса, как следует из их названия, при формировании планов (решении о том, сколько ресурса выделить тому или иному исполнителю) в существенной степени используются показатели приоритета судов. Приоритетные механизмы в общем случае описываются следующей процедурой:

$$x_{kr} = \begin{cases} s_{kr}, & \text{если } \sum_{k=1}^n s_{kr} \leq R_r, \\ \min \{s_{kr}, \gamma_r \eta_{kr}(s_{kr})\}, & \text{если } \sum_{k=1}^n s_{kr} \geq R_r, \end{cases} \quad (8)$$

где n — число судов, $\{s_{kr}\}$ — заявки менеджеров к на ресурс r , x_{kr} — выделяемое количество ресурса r менеджеру (судну) k , R_r — распределяемое количество ресурса r , $\eta_{kr}(s_{kr})$ — функции приоритета судна k по ресурсу r в зависимости от заявки s_{kr} , γ_r — некоторый параметр. Операция взятия минимума содержательно означает, что исполнитель получает ресурс в количестве, не большем заявленной величины.

Параметр γ_r играет роль нормировки и выбирается из условия выполнения балансового (бюджетного) ограничения:

$$\sum_{k=1}^n \min \{s_{kr}, \gamma_r \eta_{kr}(s_{kr})\} = R_r,$$

то есть подбирается таким, чтобы при данных заявках и функциях приоритета распределялся в точности весь ресурс R_r .

Механизмы прямых приоритетов, в которых $\eta_{kr}(s_{kr})$ является возрастающей функцией s_{ik} , $k = 1, n$, обладают свойствами алгоритма (7).

В этом случае:

$$\eta_{kr}(s_{kr}) = s_{kr}, \quad k = \overline{1, n}; \quad \gamma_r = R_r / \sum_{k=1}^n s_{kr}. \quad (9)$$

Механизмы абсолютных приоритетов исходят из того, что функция приоритета использует номер приоритета η_{kr} . Тогда распределение ресурса осуществляется пропорционально номеру, т. е.:

$$x_{kr} = \frac{\eta_{kr}}{\sum_{k=1}^n \eta_{kr}} \cdot R_r.$$

И если, $x_{kr} > r_{kr}^*$, т. е. ресурса выделено больше, чем следует, то тогда менеджер k получает ресурс r в количестве r_{kr}^* и остаток ресурса $R'_r = R_r - r_{kr}^*$ заново перераспределяется между остальными судами.

Механизмы обратных приоритетов, в которых $\eta_{kr}(s_{kr})$ является убывающей функцией s_{kr} , $k = \overline{1, n}$, обладают, несомненно, рядом преимуществ по сравнению с механизмами прямых приоритетов. Проведем анализ механизма обратных приоритетов с функциями приоритета. Пусть:

$$\eta_{kr}(s_{kr}) = \frac{A_{kr}}{s_{kr}}, \quad k = \overline{1, n}, \quad (10)$$

где $\{A_{kr}\}$ — некоторые константы. Величина A_{kr} характеризует потери проекта, если k -й исполнитель вообще не получит ресурса. Тогда отношение A_{kr}/s_{kr} определяет удельный эффект от использования ресурса. Поэтому механизмы обратных приоритетов иногда называют механизмами распределения ресурса пропорционально эффективности (ПЭ-механизмами).

Предположим, что целью исполнителей является получение максимального количества ресурса. Определим ситуацию равновесия Нэша. Легко заметить, что функция:

$$x_{kr} = \min \left\{ s_{kr}, \gamma \cdot \left(\frac{A_{kr}}{s_{kr}} \right) \right\},$$

достигает максимума по s_{kr} в точке, удовлетворяющей условию удовлетворяющей условию $s_{kr} = \gamma(A_{kr}/s_{kr})$.

Следовательно:

$$x_{kr}^* = s_{kr}^* = \sqrt{\gamma \cdot A_{kr}}.$$

Определим параметр γ из балансового ограничения:

$$\sum_{k=1}^n x_{kr}^* = \sqrt{\gamma} \cdot \sum_{k=1}^n \sqrt{A_{kr}} = R_r.$$

Тогда:

$$x_{kr}^* = \sqrt{\gamma} \cdot \sqrt{A_{kr}},$$

при

$$\gamma = \left(R_r / \sum_{k=1}^n \sqrt{A_{kr}} \right)^2.$$

Если функции предпочтения исполнителей имеют максимумы в точках $\{r_{kr}\}$, то, если $s_{kr}^* > r_{kr}$, то k -й исполнитель закажет ровно r_{kr} и столько же получит, так как при уменьшении заявки его приоритет возрастает.

Таким образом, выделяется множество приоритетных исполнителей.

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. Самой конкретной формой оперативного планирования работы порта является сменно-суточное планирование. Основой для сменно-суточного планирования служат: оптимальный план-график обработки каждого судна, составляемый за 2 дня до прихода судна в порт; данные о подходе судов и вагонов и об остатках грузов на судах и складах; сведения о выходе рабочих по сменам; данные о наличии перегрузочных машин, плавсредств, внутрипортового транспорта; заявки капитанов судов на снабжение топливом, водой и другие услуги; указания судоходной компании, министерства о порядке обработки отдельных судов; степень выполнения месячного плана перегрузки грузов; суточная план-заявка районов и хозяйства на выполнение работ. При составлении сменно-суточного плана соблюдают следующие условия: сменно-суточный план по объему не должен быть меньше 1/30 (1/31) месячного плана; сменные и суточные задания должны учитывать сроки обработки каждого судна; количество рабочих, выделяемых на каждую механизированную линию, должно соответствовать рабочим технологическим картам (РТК). Сменно-суточный план порта имеет следующие разделы: судовые работы, вагонные работы, складские работы, вспомогательные работы и др. Раздел судовые работы — содержит наименования судов, планируемых под обработку в данные сутки, и количество тонн по каждому судну отдельно под погрузку и выгрузку с подразделением на прямой и складской варианты работ. По каждому судну указывается срок окончания грузовых работ, род груза, концентрация механизированных линий, количество рабочих и внутрипортового транспорта по сменам.

План-график обработки судна — организационный документ, который определяет состав и последовательность выполнения мероприятий по подготовке и организации обработки судна. Назначение ТПГОС — своевременная и полноценная подготовка, и обработка судна в оптимальном режиме, контроль за ходом грузовых и вспомогательных операций. ТПГОС разрабатывают старшие стивидоры заранее, до подхода судна, согласовывают с главным диспетчером района (выделение бригад докеров и подъемно-транспортной техники), старшим технологом (применение той или иной технологии при обработке судна) и инженером по технике безопасности (мероприятия по обеспечению безопасности труда). Утверждает ТПГОС начальник района или его заместитель по эксплуатации после согласования сроков обработки судна с главной диспетчерской.

В процессе обработки судна вследствие воздействия различных факторов возможны отклонения от плановой части графика. В этом случае корректируют ТПГОС. Корректировку графика осуществляет старший стивидор по согласованию с заместителем начальника района по эксплуатации. Он устанавливает величину отклонений по каждому разделу плана-графика и намечает организационно-технические мероприятия по ликвидации отставания от плана (перераспределение плановых

ресурсов, увеличение числа технологических линий, перенос сроков выполнения совмещаемых с грузовыми вспомогательных операций, изменение последовательности обработки грузовых помещений).

Модель (1)–(6) может использоваться многократно при месячном, декадном и сменно-суточном планировании обработки судна. Приоритетные механизмы распределения ресурсов позволяют согласовать различные мероприятия по порту с учетом сложившихся условий. Таким образом, устанавливается преемственность разных видов планирования в рамках непрерывного планирования обработки судов.

5. Обсуждение результатов исследования механизмов распределения ресурсов между судами при оперативном планировании работ стивидорной компании

Достоинством проведенного исследования является то, что оно впервые проведено на морском транспорте и значительно упрощает вопросы взаимодействия между уровнями управления при обработке судов в порту, повышая их эффективность и надежность. Недостатком исследования является то, что оно еще не имеет широкой апробации в научной литературе и в практическом использовании.

Проведенное исследование полезно тем, что оно позволяет упорядочить разные виды оперативного планирования в морском порту, а также внедрить (применить) технологический план-график обработки судов.

Разработка механизмов распределения ресурсов является продолжением работ, представленных в анализе исследований и публикаций. Данная тематика требует дальнейшего изучения вопросов, связанных с компенсационными механизмами оперативного управления и контрактными механизмами в сменно-суточном планировании.

6. Выводы

В результате проведенных исследований:

1. Раскрыта действующая (современная) система оперативного планирования в порту, выявлена ее организационная структура и задачи по уровням и периодам планирования. Выявлены недостатки системы, связанные с отсутствием непрерывного планирования планов-графиков обработки судов в порту.
2. Рассмотрен технологический процесс обработки судов в порту и установлена его взаимосвязь с затратами материальных и трудовых ресурсов, что является базой для применения механизмов распределения ресурсов.
3. Получила дальнейшее развитие формулировка задачи оптимального планирования погрузочно-разгрузочных работ стивидорной компании с учетом объемов грузовых работ, сроков обработки судов и наличием ресурсов.
4. Разработаны механизмы распределения ресурсов с учетом многоуровневой системы планирования грузовых работ. В соответствии с рассмотренными механизмами распределения ресурсов при обработке судов в порту последние раскрывают новые возможности в разработке месячного и декадного плана обработки судов; разработке

сменно-суточного плана работы района; составлении оптимального плана обработки каждого судна.

В частности рассмотрено типовое описание механизма управления обработкой судов в порту, в соответствии с которым главный диспетчер сообщает старшему стивидору механизм распределения ресурсов («правила игры») в общем виде. Например, зависимость количества выделяемого ресурса от сообщенной потребности в нем или зависимость размера вознаграждения от достигнутых результатов (состояния обработки).

Старший стивидор сообщает главному диспетчеру информацию о неизвестных последнему параметрах (например, подает заявку на ресурс или сообщает информацию о своих предпочтениях).

Главный диспетчер сообщает старшему стивидору (детализирует) параметры механизма функционирования. Например, назначает план — как ожидаемый результат обработки судов.

Старший стивидор выбирает действие, реализуется результат деятельности.

Рассмотренный механизм используется во всех видах оперативного планирования в порту, что позволяет создать единую систему непрерывного планирования обработки судов.

Литература

1. Ветренко, Л. Д. Организация и технология перегрузочных процессов в морских портах [Текст]: учеб. для вузов / Л. Д. Ветренко, В. З. Ананьина, А. В. Степанец. — М.: Транспорт, 1989. — 270 с.
2. Ананьина, В. З. Обоснование структуры трудовых ресурсов портового подразделения грузоперевалки [Текст] / В. З. Ананьина, П. А. Макушев // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем. — Одеса: ОНМУ, 2004. — Вип. 8. — С. 150–166.
3. Олефир, И. М. Формирование принципов организации стивидорных операций [Текст] / И. М. Олефир // Развитие методів управління та господарювання на транспорті. — Одеса: ОНМУ, 2004. — Вип. 18. — С. 84–104.
4. Магамадов, О. Р. Методичні засади розробки технологічних планів-графіків обслуговування суден у морських портах [Текст] / О. Р. Магамадов, О. Є. Макаренко // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем. — Одеса: ОНМУ, 2004. — Вип. 8. — С. 166–179.
5. Магамадов, О. Р. Аналіз у системі оперативного управління обслуговуванням суден у портах [Текст] / О. Р. Магамадов, О. Є. Макаренко // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем. — Одеса: ОНМУ, 2005. — Вип. 10. — С. 131–150.
6. Холоднякова, А. С. Иерархия управления технологической линией стивидорной компании [Текст] / А. С. Холоднякова // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем. — Одеса: ОНМУ, 2010. — Вип. 16. — С. 93–107.
7. Махуренко, Г. С. Моделирование иерархии управления грузовыми работами [Текст] / Г. С. Махуренко, А. С. Холоднякова // Развитие методів управління та господарювання на транспорті. — Одеса: ОНМУ, 2005. — Вип. 31. — С. 59–83.
8. Макушев, П. А. Моделирование процесса загрузки порта [Текст] / П. А. Макушев, А. М. Холоденко // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем. — Одеса: ОНМУ, 2004. — Вип. 8. — С. 189–206.
9. Постан, М. Я. Метод нахождения равновесного решения для портовых операторов в конкурентной среде типа олигополии [Текст] / М. Я. Постан, И. В. Савельева // Технологический аудит и резервы производства. — 2014. — № 4/2(18). — С. 58–63. doi:10.15587/2312-8372.2014.26296

10. Henesey, L. Enhancing Container Terminal Performance: A Multi Agent Systems Approach [Electronic resource] / L. Henesey. — Kaserntryckeriet, Karlskrona, Sweden, 2004. — Available at: \www/URL: <http://www.bth.se/faculty/lhe/Lic.pdf>
11. Новиков, Д. А. Механизмы функционирования многоуровневых организационных систем [Текст] / Д. А. Новиков. — М.: Фонд «Проблемы управления», 1999. — 150 с.
12. Новиков, Д. А. Механизмы управления [Текст]: учебное пособие / под ред. Д. А. Новикова. — М.: УРСС (Editorial URSS), 2011. — 216 с.

РОЗРОБКА МЕХАНІЗМУ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ МІЖ СУДАМИ ПРИ ОПЕРАТИВНОМУ ПЛАНУВАННІ РОБОТИ СТИВІДОРНОЇ КОМПАНІЇ

Основним завданням виробничо-оперативного планування в порту є встановлення обсягу та характеру перевантажувальних робіт на планований період, розподіл технічних і трудових ресурсів та розробка заходів для виконання цього обсягу робіт. У статті розбираються механізми виробничо-оперативного планування робіт стивідорної компанії.

Ключові слова: судна, морський порт, стивідорна компанія, оперативне планування, механізми розподілу ресурсів.

Махуренко Геннадій Сергеевич, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економічної теорії і кібернетики, Одеський національний морський університет, Україна, e-mail: makhurenko@mail.ru.

Круг Юрій Юрьевич, соискатель, кафедра менеджмента и маркетинга на морском транспорте, Одесский национальный морской университет, Украина, e-mail: Y.Kruk@imtp.ua.

Махуренко Геннадій Сергійович, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економічної теорії і кібернетики, Одеський національний морський університет, Україна.

Круг Юрій Юрійович, здобувач, кафедра менеджменту та маркетингу на морському транспорті, Одеський національний морський університет, Україна.

Makhurenko Gemady, Odessa National Maritime University, Ukraine, e-mail: makhurenko@mail.ru.

Kruk Yuri, Odessa National Maritime University, Ukraine, e-mail: Y.Kruk@imtp.ua