



УДК 656.078

## ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАЧИ ВНУТРИПОРТОВОГО ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

Тлепова Аксырга Орынбаевна

старший преподаватель

НАО «Каспийский университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова», г. Актау

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы формулирования задачи внутрипортового оперативного управления на водном транспорте, установленные на основе анализа передового опыта производственной деятельности морских портов ближнего и дальнего зарубежья. Внутрипортовое оперативное управление обеспечивает оптимальную концентрацию технологических линий на каждом из судов. Соблюдение этого принципа позволяет довести количество одновременно обрабатываемых судов до экономически целесообразной величины, обеспечивающей минимум суммарных расходов по флоту и порту.

**Ключевые слова :** морской порт, производственный процесс порта, эксплуатационная деятельность порта, поток судов, оптимизация режима работы, внутрипортовое оперативное управление, портовые прогрессивные технологические процессы.

**Введение. Актуальность работы.** Начало третьего тысячелетия неизбежно связано с активизацией торгово-экономических отношений между Европой и Азией. Многие страны видят в Республике Казахстан стратегического партнера в Центральном-Азиатском регионе. Международный морской торговый порт Актау (Республика Казахстан) должен сыграть немаловажную роль в закреплении этого имиджа и увеличении экспортно-импортных операций Республики Казахстан. Рост грузооборота, увеличение числа специализированных судов, строительство береговых высокопроизводительных комплексов, позволяющих резко сократить стояночное время судов, требуют решения задач по совершенствованию существующих и внедрения новых методов эксплуатации флота и портов, совершенствования коммерческой и грузовой деятельности на основе оптимизации оперативного планирования работы морского порта[1].

**Постановка задачи.** Функция внутрипортового оперативного планирования наиболее активно и полно проявляется при управлении основной эксплуатационной деятельностью порта. Независимо от величины, технической оснащенности, технико-экономических и других характеристик портов в их эксплуатационной деятельности главное место занимают погрузочно-разгрузочные работы, в ходе которых осуществляется процесс передачи грузов с

морских судов на подвижной состав внутренних магистральных видов транспорта или в обратном направлении.

Опыт Мурманского морского порта (РФ) показывает, что для оптимизации режима работы морских портов, совершенствования коммерческой и грузовой деятельности необходимы гармоничность развития производственных мощностей порта и устранение диспропорций в развитии различных звеньев портового хозяйства. В противном случае отдельные звенья явятся причиной снижения интенсивности обработки судов и роста непроизводительных простоев флота.

Для перехода порта на работу в оптимальном режиме требуется большая подготовительная работа по организации лучшего использования перегрузочных ресурсов, по обоснованию оптимальной специализации причалов и складов, по определению оптимального числа портовых рабочих и по выполнению других технико-экономических расчетов

Оптимизация режима работы порта означает улучшение производственной деятельности порта по всем направлениям. Оптимальный режим работы включает передовую прогрессивную технологию грузовых операций и высокую производительность труда докеров. Совершенствование технологии грузовых работ, внедрение в портах прогрессивных технологических процессов позволяют повысить производительность каждой механизированной линии, уменьшить число рабочих на линии и увеличить выработку каждого рабочего. При этом растет интенсивность загрузки-разгрузки судов, уменьшается в целом потребность в рабочих, сокращаются издержки на грузовые работы и на содержание судов на стоянке [2].

Опыт морского порта Антверпен(Бельгия) подтверждает, что необходимым условием оптимального режима работы является экономически целесообразная концентрация перегрузочных ресурсов при грузовой обработке судов. Практика показывает, что обработка каждого судна должна осуществляться таким количеством технологических линий, которое в конкретных условиях работы (в зависимости от характеристики грузопотоков, типа обрабатываемых судов, используемого перегрузочного оборудования) является оптимальным. Число одновременно обрабатываемых судов должно выбираться так, чтобы обеспечивалась оптимальная концентрация технологических линий на каждом из судов. Соблюдение этого принципа позволяет довести количество одновременно обрабатываемых судов до экономически целесообразной величины, обеспечивающей минимум суммарных расходов по флоту и порту.

Производственный процесс порта развивается под влиянием воздействий, вырабатываемых либо в контуре планирования, либо в контуре регулирования. Рассмотрим эти функции, сосредоточив внимание на выяснении конкретной формы их соподчинения в одноуровневой системе управления.

Вначале рассмотрим случай, когда иерархия уровней системы управления выделяется по структурному признаку. Этому условию соответствует ситуация, когда и оперативное планирование и диспетчерское регулирование осуществляются из одного центра (из главной диспетчерской — для порта в целом, из диспетчерской — для района порта и т. д.). Для определенности будем считать, что рассматривается производственный процесс порта в целом, а управляющие решения вырабатываются на уровне главной диспетчерской.

Производственный процесс порта, как и любого другого предприятия, может быть описан некоторым набором параметров, связанных определенными зависимостями. В агрегированном виде эти параметры отражены на схеме внутривортового управления, где выделены векторы управляющих и возмущающих воздействий на систему внутривортового управления и вектор воздействий последней на внешнюю среду. Воспользуемся этими параметрами для формулировки задачи внутривортового управления в самом общем виде [3].

Пусть на замкнутом интервале времени  $[0, T]$  система внутривортового оперативного управления испытывает управляющие и возмущающие воздействия, которые с необходимой полнотой описываются соответственно векторами  $\bar{u}(t)$  и  $\bar{y}(t)$ . Допустим, что в этих условиях состояние системы в любой момент времени из указанного интервала может быть описано вектором  $\bar{x}(t)$  так, что уравнения связи имеют вид:

$$\bar{x}(t) = \bar{X} \left\{ \bar{x}(t_0), \bar{u}(t_0, t), \bar{y}(t_0, t) \right\}, (1)$$

где:  $t_0$  - начальный момент интервала наблюдений,

$\bar{x}(t_0)$  - вектор начального состояния системы.

Полагая, что изменение векторных функций  $\bar{x}(t)$  и  $\bar{y}(t)$ , в которые можно вкладывать различный экономико-эксплуатационный смысл в зависимости от содержания рассматриваемой процесса, ограничено замкнутыми областями пространства состояний  $D$  и пространства управлений  $G$  соответственно, т.е. что

$$\begin{aligned} \bar{x}(t) &\in D \forall t \in [0, T]; \\ \bar{y}(t) &\in G \forall t \in [0, T]; \end{aligned} \quad (2)$$

а целью управления является достижение на интервале  $[0, T]$  экстремума некоторого функционала:

$$F = F\{\bar{x}(t_0), t\}, (3)$$

приходим к классической задаче оптимального управления, формулируемой в данном случае следующим образом: для ситуации, описываемой условиями (1) - (2), найти и реализовать вектор управляющих воздействий  $\bar{u}(t)$  такой, который бы обеспечивал достижение цели управления (3).

Из анализа системы (1) - (3) видно, что сформулированную задачу можно представить в виде совокупности двух задач, которые между собой тесно связаны в силу общности цели управления, но вместе с тем достаточно различимы с точки зрения постановки. Первая задача направлена на выбор оптимальной программы развития системы управления в течение заданного интервала времени и решается при условии, что состояние системы в конце интервала не фиксировано. Вторая задача состоит в обеспечении оптимальной реализации ранее найденной программы развития системы, когда состояние последней в любой момент времени из рассматриваемого интервала считается заданным.

Сопоставляя выделенные задачи, можно заключить, что они в общем случае охватывают разные совокупности характеристик и параметров системы управления и вследствие этого должны решаться в разных режимах. В первом случае во внимание необходимо принимать полные множества характеристик и параметров системы управления, а управляющие воздействия искать для системы в целом. Во втором случае решения должны вырабатываться лишь для некоторых элементов системы, выделяемых посредством подмножеств ее характеристик и параметров.

Рассмотрим теперь случай, когда иерархия систем управления выделяется по временному признаку. Сохраним введенные условия и вновь обратимся к модели (1) - (3).

Предположим, что в результате решения модели (1) - (3) найден план  $\bar{u}(t)$  для промежутка времени  $[0, T]$ . Пусть в моменты времени  $t \in [0, T]$  вырабатываются управляющие воздействия  $\bar{v}(t)$ , которые также являются планами, но для отрезков времени, меньших промежутка  $[0, T]$ . Очевидно, планы  $\bar{v}(t)$  будут охватывать производственные ситуации, которые являются лишь фрагментами ситуации, отраженной в плане  $\bar{u}(t)$ , и вследствие этого будут выступать по отношению к плану  $\bar{u}(t)$  качестве локальных планов [4].

Проиллюстрируем рассмотренные случаи конкретными дирижерами, в первом из которых отражен структурный признак иерархии. Допустим, что плану  $\bar{u}(t)$  соответствует план обработки группы судов. Этот план отыскивается в процессе решения ряда вопросов, связанных с распределением судов между причалами, выделением для каждого судна определенного количества перегрузочных ресурсов, составлением календарных планов-

графиков обработки судов. Перечисленные вопросы могут решаться при условии, что величина планового периода заранее не фиксируется, а определяется в процессе составления плана обработки судов. При этом, очевидно, определяются и сроки обработки каждого судна. При таких условиях первой из выделенных выше задач соответствует процесс составления плана  $\bar{u}(t)$  для всей совокупности судов, а второй задаче соответствуют планы обработки отдельных судов  $\bar{v}(t)$ , разрабатываемые с целью обеспечения параметров плана  $\bar{u}(t)$ . Точно так же, рассматривая временной признак иерархии, можно показать, что сменно-суточный план судовых работ, будучи направленным, на обеспечение декадного плана обработки судов, является планом  $\bar{v}(t)$  по отношению к плану  $\bar{u}(t)$ . С целью проверки возможности применения методов теории массового обслуживания в планировании работы портов были проанализированы отчетные данные морского порта Роттердам (Нидерланды). Анализ показал, что прибытие судов к взаимозаменяемым причалам близко к распределению Пуассона, а время обработки судов в порту, как правило, распределено произвольно; иногда оно только соответствует показательному закону распределения.

Поток судов, приходящих в порт, может быть отнесен к простейшим потокам, ибо он удовлетворяет требованиям стационарности, отсутствия последействия и ординарности. Вероятность того, что в течение единицы времени  $t$  в порт придет ровно  $k$  судов, определяется в формуле:

$$V_{k(t)} = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t} \quad (4)$$

где:  $k$  - единственный параметр распределения, равный математическому ожиданию числа требований, поступивших в единицу времени;

$e$  - основание натурального логарифма.

Математические методы, входящие в теорию массового обслуживания, применимы при определении оптимального числа одновременно обрабатываемых судов в портах и оптимального числа грузовых причалов, при исследованиях соотношений грузооборота и пропускной способности порта и при решении других задач.

**Вывод.** Таким образом, управляющий орган системы внутрипортового управления должен включать взаимосвязанные контуры управления, функционирующие в разных режимах и обеспечивающие выработку управляющих воздействий как для системы управления в целом, так и для ее отдельных элементов, как для принятого интервала планирования, так и для его частей и т. д. С этими контурами в системе внутрипортового управления естественно связываются функции оперативного планирования и диспетчерского регулирования.



**Список литературы:**

1. Козлов В.П., Кутпанбаев Д.Б., Дуйсенбаева Б.Б. Морские порты Казахстана: проблемы и перспективы развития. Алматы, 2005.
2. Бутов А.С., Легостаев В.А. Планирование работы флота и портов -М.: Транспорт. 2004.
3. В.В.Понятковский. Морские порты и транспорт. -Москва.; МГАВТ, 2006.
4. Экспресс-информация ЦБНТИ ММФ. Серия «Морские порты», вып. 24(298), - Москва, 2004.