

**И.А. Горохова**  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБКОГО ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ МЕСТНОГО ФЛОТА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

В статье рассмотрены вопросы по использованию гибкого графика движения местного флота, которые позволят повысить эффективность местных перевозок грузов на водном транспорте.

Система поставки речного песка средствами речных портов состоит, как правило, из одиннадцати элементов, включая два основных – этап перегрузочных работ (добыча, погрузка, выгрузка и т.д.) и этап перевозки, который обеспечивается работой местного флота.

На поставке речного песка используются, в основном, специализированные средства перегрузочной техники – земснаряды различных типов и гидроперегрузатели. Перевозка осуществляется в специальных судах, предназначенных для гидромеханизированной обработки – бункерных баржах. Таким образом, можно определить организацию поставки речного песка и технологические процессы при ее осуществлении как гидрокомплекса или транспортно-технологическая система. Эти термины были введены в эксплуатационной науке на ВВТ еще в 80-х годах прошлого века к.т.н. Дуниным В.А. и д.т.н. Зюзиным В.Л.

В современных условиях основное организационно-техническое содержание понятия гидрокомплекса осталось практически без изменения, однако добавились некоторые особенности в их работе, обусловленные рыночными отношениями. Одной из таких особенностей является потребность в снижении технологических запасов речного песка на складе порта. Если раньше речной порт мог в период навигации сформировать на своих складах значительные объемы НСМ, а затем реализовывать их в зимний период, то в настоящее время он стремится к минимизации этих запасов, т.е. речной порт старается работать под «заказ» с предварительной оплатой выполняемых услуг. Такая система поставки НСМ требует других подходов к организации работы технических и транспортных средств. Одним из вариантов оптимизации этой работы является введение гибкого графика управления всем бизнес-процессом поставки речного песка, например, в гидрокомплекса. Гибкий график управления поставкой НСМ подразумевает оптимальное решение задач, таких как обоснование и выбор оптимальной схемы освоения перевозок НСМ, учитывая их особенности (последовательное или параллельное освоение). Например, имеется один пункт добычи (отправления) и три пункта выгрузки (три заказчика). Так как в пункте добычи работает земснаряд, а качество речного песка удовлетворяет потребности всех заказчиков, приходится решать вопрос о порядке и последовательности поставки. Ограничивающим фактором являются технологические схемы в пунктах выгрузки, где, во-первых, нельзя использовать плавучие краны, т.к. флот специализированный, а во-вторых, практически невозможно и нецелесообразно переставлять гидроперегрузатель несколько раз в сутки. Если заказчики согласны последовательной поставкой речного песка, то эта задача решается достаточно просто путем назначения каждому из них периода поставки в навигацию.

Например, заказчик 1 обеспечивается поставкой в конце навигации – период  $T_1=40$  сут. (с 20.08 по 30.09); заказчик 2 обслуживается в начале навигации – период  $T_2=60$  сут. (с 1.05 по 30.06); у заказчика 3 период  $T_3=50$  сут. (с 01.07 по 20.08). В начале навигации (до 01.05) порт проводит изыскательские работы и подготовку техники и флота, а также организационные работы; в конце навигации (с 01.10) проводятся мероприятия по закрытию навигации, и резервируется время для обслуживания других возможных клиентов.

Однако если все три заказчика хотят получить свой груз в одно и то же время (например, с 01.05 по 30.09) при больших объемах поставки, то задача их обслуживания и оптимальной организации работы гидрокомплекса значительно усложняется.

В этом случае возможным и наиболее реальным вариантом технологии становится постановка в один пункт выгрузки, а затем, используя свои автотранспортные средства, доставка другим заказчикам.

Однако речному порту в этом случае придется нести дополнительные издержки на приобретение своего автотранспорта (например, самосвалов), бульдозера и экскаватора для обслуживания расширенной карты намыва в пункте выгрузки. Одной из важных задач при поставке речного песка средствами гидрокомплекса является оптимальная организация работы и движения судов местного флота. Так как суда являются однотипными и специализированными, тип и структура техники также не меняются, то появляется возможность организовать их работу по графику или расписанию. При этом необходимо соблюдать выполнение следующих условий:

а) жесткое соблюдение времени грузовой обработки судов в пункте добычи и выгрузки (как по периоду, так и по временным параметрам – длительность грузовой обработки, моменты ее начала и окончания – в оперативном (суточном) режиме;

б) временные параметры следования судов (время следования, моменты отправления и прибытия) должны соблюдаться;

в) должна быть выбрана оптимальная форма закрепления тяги за тоннажем (как правило, применяется постоянная форма закрепления, но в рамках гидрокомплекса наиболее рациональной будет закрепление на рейс (однако, это, в конечном счете, определяется расчетным путем на основе решения экономико-математической модели);

г) все параметры, определенные в соответствующих договорах с заказчиками (объемы перевозок, время поставки) должны выполняться;

д) текущие запасы, качество поставляемых НСМ должны быть сведены к оптимальным значениям.

Из этого следует, что при работе гидрокомплекса в таком режиме четко реализуется один из основных принципов логистики – «точно в срок».

Однако реальные условия работы речных портов на поставках НСМ, как правило, не обеспечивают строгого выполнения графика (расписания), например, движения и обработки судов. Это связано как с форс-мажорными обстоятельствами (резкое изменение метеоусловий, аварийный выход из строя перегрузочной техники, а также транспортных средств, изменение социально-экономической обстановки в регионе и т.д.).

Появление таких обстоятельств не должно в конечном итоге влиять на выполнение договорных отношений по поставке НСМ и нивелируется введением так называемого «гибкого графика». Согласно этому графику временные параметры расписания движения и обработки флота объемные показатели выполнения договоров устанавливаются не жесткими, однозначными величинами, а определенными индикаторами, имеющими интервальное или пороговое значение. Так, например, время прибытия судов под обработку задается интервалом

$$\tau_n = \tau_{np} \pm \Delta\tau_{доп},$$

где  $\tau_n$  – момент прибытия судна, дата (д), часы (ч), минуты (мин.);

$\tau_{np}$  – момент прибытия судна под обработку, предусмотренный расписанием («гибким графиком»), д, ч, мин;

$\Delta\tau_{доп}$  – допуски, предусмотренные для времени прибытия.

Таким образом, расписание графика считается выполненным, если время (момент) прибытия находится на интервале:

$$\tau_{\text{пр.}} - \Delta \tau_{\text{доп.}} \leq \tau_{\text{п.}} \leq \tau_{\text{пр.}} + \Delta \tau_{\text{доп.}}$$

Выполнение суточного объема поставки определяется следующим пороговым значением:

$$G_{\text{п.}} \leq G_{\text{с.}}$$

где  $G_{\text{п.}}$  – пороговое значение суточного объема поставки;  
 $G_{\text{с.}}$  – суточный объем поставки, предусмотренный графиком.

При этом пороговое значение суточных объемов поставки  $G_{\text{п.}}$  зависит от хода выполнения договорных обязательств, определяемых прогнозным путем.

Наиболее сложной задачей при работе местного флота в рамках гибкого графика является определение значений допусков, например, для времени прибытия –  $\Delta \tau_{\text{доп.}}$ . Среднюю величину допуска рекомендуется рассчитывать априори на основе анализа имеющейся статистики по выражению:

$$\Delta \tau_n = \sqrt{\frac{\sum_i^n u^2}{n}} \quad \text{или} \quad \Delta \tau_n = \sqrt{\frac{\sum_i^n (y_i - y_{iT})^2}{n}},$$

где  $u_i = y_i - y_{iT}$  – отклонения, полученные на основе анализа времени прибытия;  
 $y_i$  – фактические данные  $\tau_{\text{п.}}$ ;  
 $y_{iT}$  – теоретические данные, получаемые прогнозом, например, по линейному уравнению тренда:

$$y_{iT} = a + b * t,$$

где  $a, b$  – коэффициенты уравнения;  
 $t$  – независимый параметр (время наблюдения);  
 $i$  – признак проведенного наблюдения,  $i = 1, n$ .

Вероятность выполнения условия принимается равной  $P_{\text{п.}} = 0,95$ , т.е. обеспечивается выполнение графика с вероятностью равной 95 %.

Для условий, когда организация работы по гибкому графику осуществляется на вновь осваиваемых перевозках время допуска по моменту прибытия  $\tau_{\text{п.}}$  рекомендуется рассчитывать исходя из колебаний времени следования судов на этих участках. Учитывая, что коэффициент вариации времени следования судов на поставках НСМ имеет достаточно стабильное и небольшое значение  $\vartheta_{\text{сл.}} \approx 0,1-0,15$  (короткие плечи, постоянные типы судов и составов, стабильные метеоусловия и т.д.), допуск для момента прибытия определяется по выражению:

$$\Delta \tau_{\text{п.}} = \tau_{\text{пр.}} - [\tau_{\text{оп.}} + t_{\text{сл.п.}} * (1 - \vartheta_{\text{сл.}})],$$

где  $\tau_{\text{оп.}}$  – время (моменты отправления в соответствии с расписанием);  
 $t_{\text{сл.п.}}$  – время следования на участке по расписанию;  
 $\vartheta_{\text{сл.}}$  – коэффициент вариации времени следования.

Расчет допусков для времени выполнения других операций в системе поставки НСМ прогнозируется на основе предложенной методики.

Эффективность предлагаемого метода управления работой флота местного флота на поставке НСМ в речных портах заключается в экономии издержек, как на работу флота, так и на снижении издержек от хранения запасов НСМ в порту и у заказчика, что обусловлено выполнением логистического принципа «Точно в срок».

**Список литературы:**

- [1] Зюзин В.Л. Организационно-экономические аспекты эффективности управления транспортным комплексом региона. – Н. Новгород, 2010. – 310 с.
- [2] Зюзин В.Л., Мостовой И.Ф. Федюшин В.М. Эксплуатационно-экономические обоснования на речном транспорте. Учебник. Изд. Ростовского Университета, 1994. 192 с.
- [3] Захаров В.Н., Зачесов В.П., Малышкин А.Г. Организация работы речного транспорта. Транспорт, 1994. – 283 с.
- [4] Зюзин В.Л., Костров В.Н. Обоснование создания транспортной логистической системы региона (часть 1). Учебное пособие. Нижний Новгород, 2005. – 143 с.

**С.В. Громов**  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ШЛЮЗОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Как известно, моделирование представляет собой исследование каких-либо явлений, процессов или систем объектов путем построения и изучения их моделей, а также использование моделей для определения или уточнения способов построения вновь создаваемых объектов. В теории управления метод моделирования обычно осуществляется путем построения и оперирования моделями, отражающими свойства, взаимосвязи, структурные и функциональные характеристики управляемых объектов, существенные с точки зрения осуществления управленческих решений

Моделирование применяется в тех случаях, когда проведение реального эксперимента сопряжено с опасностью, высокими экономическими и временными затратами или неудобен в масштабе пространства и времени. В частности, это характерно при исследовании шлюзованных систем.

Имитационная модель – это экономико-математическая модель изучаемой системы, предназначенная для использования в процессе имитации. Эксперимент над которой – это наблюдение за результатами расчетов по заданной программе при различных задаваемых значениях.

Имитационное моделирование является мощным инструментом исследования поведения реальных систем. Методы имитационного моделирования позволяют собрать необходимую информацию о поведении системы путем создания ее компьютеризованной модели. Эта информация используется затем для исследования поведения системы. Имитационное моделирование не решает оптимизационных задач, а скорее представляет собой технику оценки значений функциональных характеристик моделируемой системы, позволяя выявлять проблемные места в системе.

Современное имитационное моделирование применяется в основном для исследования систем массового обслуживания. Это не ограничивает применение имитационного моделирования, поскольку на практике любую ситуацию исследования операций или принятия решений можно в той или иной мере рассматривать как систему массового обслуживания.

Обслуживающая система имеет линии (каналы), выполняющие совокупность операций, подразумеваемых под словом «обслуживание» [1]. Шлюзованные системы представляют собой как раз такие системы. Действительно, заявки на обслуживание возникают тогда, когда к шлюзу прибывают суда. Отдельными линиями (каналами), самостоятельно обеспечивающими полный цикл операций по обслуживанию заявок, являются шлюзы.