

равленческих решений в ГИС для АСУ ТЭП в области МТ дает возможность значительно повысить эффективность функционирования различных систем управления, в том числе связанных с принятием решений, отвечающих за эффективное развитие ТЭП. Но при этом следует отметить, что сам процесс интеллектуализации геоинформационных технологий в интересах АСУ ТЭП во многом носит эмпирический и несистемный характер. Сегодня каждое техническое решение по интеграции средств искусственного интеллекта в прикладную ГИС является творчески-индивидуальным, что сдерживает качественное развитие АСУ ТЭП на МТ. Таким образом, процесс интеллектуализации ГИС, как сложный наукоемкий процесс развития соответствующей совокупности информационных технологий, не является строго упорядоченным и стройным — ему присущ ряд объективных противоречий. Данный факт позволяет сделать вывод о недостаточной разработанности научно-методологических основ интеллектуализации ГИС, интегрированных с ЭС ТЭО, и в частности вопросов научного обоснования интеграции экспертных, геоинформационных и экономических систем ТЭО в целом.

Список литературы

1. Панамарева О. Н. Исследование процесса управления территориально-экономическими объектами морского транспорта / О. Н. Панамарева // Журнал Университета водных коммуникаций. — СПб.: СПГУВК, 2012. — Вып. 3 (15).
2. Попов Э. В. Экспертные системы: решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ / Э. В. Попов. — М.: Наука, 1997. — 288 с.

УДК 656.62

Е. С. Алексеева,

аспирант,
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова

МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ ПЕРЕВОЗОК В ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОМ СУДОХОДСТВЕ

METHODOLOGY OF PLANNING BASED ON SCHEDULING TRANSPORTATION ON THE FLEET IN THE COMMERCIAL AND INDUSTRIAL SHIPPING

В статье рассматривается одно из направлений решения актуальной задачи по ведению графика перевозок при работе флота в торгово-промышленном судоходстве.

Рассматриваемый в статье подход к ведению графика позволяет моделировать рейсы судов в зависимости от складывающейся транспортной обстановки в портах направления и соответственно планировать процессы эксплуатации флота наиболее приближенно к реально складывающимся обстоятельствам.

The article considers one of the solutions of the actual problem of the scheduling transportation on the fleet in the commercial and industrial shipping.

The approach to the graph construction allows to simulate ships voyages depending on current transport situation in port areas and accordingly to plan the processes of fleet operation in accordance with the actual circumstances.

Ключевые слова: грузоперевозки, речной и морской флот, последовательные рейсы, линейное судоходство, трамповое судоходство, торгово-промышленное судоходство.

Key words: shipping, inland and marine waterways, sustained voyages, liner shipping, tramp shipping, commercial and industrial shipping.

МЕТОДИКА планирования перевозок на основе ведения графика при работе флота в торгово-промышленном судоходстве основана на моделировании рейсов на этапе планирования и оперативного регулирования промышленных морских перевозок. Так, моделирование рейса может осуществляться в момент введения судна на направление перевозок, то есть на базе реальной загрузки, когда ротация портов и количество отправляемых на судне промышленных грузов уже известны. В этом случае модель рейса носит наиболее приближенный к реальной ситуации характер, ее корректировка производится по мере движения судна.

Рассмотрим основные этапы работы судна на направлении и определим принципы, позволяющие моделировать рейсы с наибольшей степенью приближения к фактическим ситуациям.

В некоторый момент времени τ работа судна может соответствовать следующим позициям:

- 1) судно находится под обработкой;
- 2) судно подходит к порту или стоит в порту в ожидании обработки;
- 3) судно находится на переходе.

Рассмотрим принципы моделирования рейсов при ведении графика работы флота по каждой из указанных позиций.

При позиции, когда судно находится под обработкой в порту, используется поступающая информация с указанием следующих данных:

- 1) порт выгрузки;
- 2) наименование судна;
- 3) количество груза, выгруженное за предыдущие сутки;
- 4) остаток груза на судне;
- 5) момент окончания стальнойной работы.

Используя эту информацию, расчет затрат времени для окончания обработки судна можно произвести по формуле

$$T_{ij}^{\tau} = Q_{ij}^{\tau} / J_{ij}, \quad (1)$$

где T_{ij}^{τ} — затраты времени от момента τ до окончания выгрузки судна i в порту j ;

Q_{ij}^{τ} — остаток груза на судне i при выгрузке в j -м порту на момент времени τ ;

J_{ij} — интенсивность обработки в j -м порту при одном судне в порту и количестве груза, равном остатку на судне на момент τ (Q_{ij}^{τ}).

Наиболее точным в этом случае является расчет значения с использованием чистой интенсивности грузовых работ для судна i в порту j — J_{ij}^r . Предлагаемая же нормативная база основана на определении валовой интенсивности грузовых работ. Однако порядок расчета J_{ij} позволяет приблизить расчетное значение к J_{ij}^r . Примем во внимание, что $J_{ij} \rightarrow J_{ij}^r$ при отсутствии ожидания судном начала обработки, что возможно, если, кроме данного судна, другие суда направления в порту отсутствуют и общее количество груза, подлежащее выгрузке с судов направления, приближается к Q_{ij}^{τ} . Поэтому определяемая для расчетов J_{ij} по (1) с соблюдением указанных условий дает значение, наиболее близкое к J_{ij}^r .

При позиции, когда судно подходит к порту, где под обработкой находятся суда направления, или стоит в порту в ожидании обработки, используется информация по форме «Дисп/море»,

содержащая данные, что судно i подходит к порту j в момент $t > \tau$, а также информация по обработке судов направления. С учетом имеющихся данных длительность обработки судна будет рассчитываться по формуле

$$T_{ij}^{\text{выгр}} = Q_{ij} / J_{ij}, \quad (2)$$

где J_{ij} — интенсивность обработки по i -му судну в j -м порту, определяемая для числа судов, находящихся в порту j к моменту t (N_j^t) с учетом вновь поступающего судна ($N_j^t + 1$) и для количества груза, подлежащего выгрузке со всех судов, находящихся в порту к моменту t ($Q_{N_j}^t$) с учетом вновь поступающего судна ($Q_{N_j}^t + Q_{ij}$).

Количество груза на судах, находящихся в порту к моменту t , устанавливается расчетом:

$$Q_{N_j}^t = \sum_{i=1}^{N_j^t} [Q_{ij}^t - (t - \tau) J_{ij}], \quad (3)$$

где $Q_{N_j}^t$ — количество груза для выгрузки на судне i в порту j на момент t ;

J_{ij} — интенсивность обработки судна i в порту j .

В тех случаях, когда $Q_{ij}^t - (t - \tau) J_{ij} < 0$ суммирование не производится. Для судов $i \in \{1, N_j\}$, ожидающих обработки, $t - \tau = 0$.

Позиции, при которых судно подходит к порту, соответствует расчет длительности выгрузки, обобщающий расчеты двух предыдущих случаев.

Предположим, что судно i подходит к порту выгрузки согласно информации «Дисп/море» в момент $t > \tau$. Тогда на текущий момент времени длительность выгрузки данного судна рассчитывается по формуле

$$t_{ij}^{\text{выгр}} = \frac{Q_{ij}}{J_{ij}}, \quad (4)$$

где Q_{ij} — количество груза на i -м судне для выгрузки в j -м порту;

J_{ij} — интенсивность обработки судна i в порту j .

Значение $Q_{N_j}^t$ здесь целесообразно определять по формуле

$$Q_{N_j}^t = \sum_{i=1}^{N_j^{\tau}} [Q_{ij}^{\tau} - (t - \tau) J_{ij}] + \sum_{i=N_j^{\tau}}^{N_j^t} [Q_{ij}^{\tau} - (t - t_{ij}) J_{ij}], \quad (5)$$

где N_j^{τ} — число судов под обработкой в порту j на текущий момент времени τ ;

J_{ij} — интенсивность обработки судна i в порту j ;

N_j^t — число судов, находящихся в порту j под обработкой или ожидающих начала обработки на момент t ;

t_{ij} — момент прихода судна i в порт j (для судов, ожидающих начала обработки на момент τ , $t_{ij} = \tau$; для судов, вновь прибывших в порт между моментами τ и t , значение t_{ij} определяется по информации аффилированных транспортных организаций).

Подобно (3), в тех случаях, когда $Q_{ij}^{\tau} - (t - \tau) J_{ij} < 0$, суммирование не производится.

Общая формула для расчета продолжительности моделируемого рейса при базово-кустовой форме движения флота [1] будет иметь вид

$$T_{ij}^{\text{рейс}} = T_i^{\text{погр}} + \sum_{\ell=1}^L T_{i\ell}^x + \sum_{j=1}^m T_{ij}, \quad (6)$$

где $T_{ij}^{\text{рейс}}$ — длительность моделируемого рейса i -го судна;

$T_i^{\text{погр}}$ — нормативное время погрузки для судна i ;

$T_{i\ell}^x$ — время переходов i -го судна на участках ℓ направления, определяемое по нормативам;

m — общее число портов выгрузки в моделируемом рейсе.

Данный подход к ведению графика позволяет моделировать рейсы судов в зависимости от складывающейся транспортной обстановки в портах направления и соответственно планировать процессы эксплуатации флота наиболее приближенно к реально складывающимся обстоятельствам.

Перед подачей судна в порт погрузки, исходя из количества промышленных грузов, создается возможность определить оптимальную загрузку судна. Оптимальная загрузка, а следовательно, и комплектация отправок промышленных грузов по портам выгрузки определяются путем сравнения моделируемых рейсов по критерию минимизации продолжительности рейса $T_i^{\text{рейс}} \rightarrow \min$, поскольку при данной форме привлечения флота перевозки выполняются по фиксированной ставке за количество перевозимого, предусмотренной действующими генеральными договорами.

Критериальным показателем эффективности перевозок в торгово-промышленном судоходстве целесообразно принять тайм-чартерный эквивалент. Известно, что каждое судно как транспортное средство может произвести различные виды транспортной продукции. Один и тот же груз может перевозиться на разных направлениях, на одном направлении могут применяться разные технологии погрузочно-выгрузочных работ, в разной степени может быть использована грузоподъемность и грузоместимость судна. Однако различия видов транспортной продукции возможны лишь в некоторых пределах, определяемых специализацией и тоннажной группой судна. Естественно, что издержки судовладельца, как и заявленные им ставки фрахта (планируемый доход), при различных перевозках будут отличаться. В таком случае эффективный вариант использования судна означает, что при любом из возможных вариантов перевозок, (например, при базово-кустовой схеме движения) судно получает одинаковый суточный доход за вычетом переменной части рейсовых расходов в расчете на судно-сутки, то есть известный показатель тайм-чартерного эквивалента (ТЧЭ), который как по своей сути, так и количественно близок к ставке аренды при фрахтовании в тайм-чартер. Как известно, ставки аренды при тайм-чартерном фрахтовании не зависят от вида груза и конкретных портов захода. Другими словами, ставка аренды в определенном смысле не зависит от конкретного вида транспортной продукции, которую производит тайм-чартерное судно.

Тайм-чартерный эквивалент вычисляется по известной формуле:

$$\text{ТЧЭ} = \frac{f \cdot Q - R_{\text{пер}}}{T^{\text{рейс}}}, \quad (7)$$

где f — ставка фрахта за 1 т (м³, место) груза;

Q — количество груза;

$R_{\text{пер}}$ — переменные расходы в рейсе;

$T^{\text{рейс}}$ — продолжительность рейса.

Анализ результатов расчета (прогноза) ТЧЭ сводится к выводу о соответствии показателей работы судна текущему состоянию фрахтового рынка, то есть о том, что ТЧЭ не превышает текущего уровня цены продукции судна данной тоннажной группы и вида флота. Эта идея основывается на том, что для данного момента времени и района плавания ТЧЭ по предложениям транспортных услуг для определенного судна будет некоторой постоянной величиной, не зависящей от груза или направления перевозки. При этом условие постоянства ТЧЭ равносильно условию суточной равнотратности вариантов работы судна.

Решение указанных задач позволяет достигнуть основной цели ведения графика — достоверного прогнозирования хода выполнения перевозок в торгово-промышленном судоходстве, экономической эффективности использования флота и полноты выполнения планов морских перевозок.

Показатель ТЧЭ отличается от показателя суточной прибыли судовладельца (8) на величину суточных постоянных расходов судовладельца по судну, который в большей степени зависит от индивидуальных затрат судовладельца и в меньшей степени ориентирован на состояние фрахтового рынка:

$$\mu = \frac{f \cdot Q - (R_{\text{пост}} - R_{\text{пер}})}{T_{\text{рейс}}}, \quad (8)$$

где $R_{\text{пост}}$ — постоянные расходы судовладельца в рейсе.

Тогда $\mu = \text{ТЧЭ} - \frac{R_{\text{пост}}}{T_{\text{рейс}}}$, где $C_0 = \frac{R_{\text{пост}}}{T_{\text{рейс}}}$ — величина суточных постоянных расходов по судну.

Показатель ТЧЭ может использоваться также для анализа уровня фрахтовых ставок направления на основе использования следующего критериального отношения:

$$f \leq \frac{\text{ТЧЭ}(t_{\text{ст}} + t_{\text{х}}) + R_{\text{пер}}}{Q}, \quad (9)$$

где ТЧЭ — действующий на фрахтовом рынке тайм-чартерный эквивалент как показатель уровня цены использования судна;

$t_{\text{ст}}$ — прогнозируемое стояночное время рейса;

$t_{\text{х}}$ — прогнозируемое ходовое время рейса.

Непосредственно формирование графика работы флота осуществляется с помощью пакета прикладных программ GRAF [2].

При программном формировании проекта графика для каждого вида и направления перевозок выполняются следующие действия:

- 1) выбираются все перевозки, относящиеся к данному виду и направлению;
- 2) определяются возможные схемы загрузки, относящиеся к данному виду и направлению перевозок;
- 3) для каждой схемы загрузки просматриваются строки условий и ограничений;
- 4) для каждой группы строк условий выбираются перевозки, удовлетворяющие всем условиям.

Далее ведется просмотр этих перевозок в порядке их следования в файле RAB. По каждой перевозке определяется текущее количество груза, включаемое в график для данного судна.

Для каждого направления приводится перечень рейсов в порядке номеров схем движения. Информация по загрузке судна в рейсе сгруппирована по номерам условий (согласно схемам), а в пределах вида перевозки — по направлениям. Приводятся объемы перевозок по портам погрузки-выгрузки и по графику в целом.

Рассмотренные ранее факторы неопределенности данных, необходимых для ведения графика, обуславливают необходимость непрерывного оперативного регулирования процесса эксплуатации флота, проводимого в свою очередь на основании оперативного учета и анализа промышленных перевозок. Под оперативным учетом понимается получение, накопление, систематизация и обобщение информации, ежедневно отражающей результаты работы судов, условия протекания и ход выполнения промышленных перевозок.

Очевидно, что с помощью оперативного анализа оценивается не законченная, а текущая работа. Это позволяет использовать его выводы для немедленного оперативного воздействия на перевозочный процесс в целях ликвидации отклонений от графика работы. После установления отклонений от плановых заданий при выполнении промышленных перевозок необходимо определить причины отклонений. Для этого следует анализировать использование тоннажа в отчетном периоде, выполнение заданных показателей работы флота, график движения судов, простои в портах и другие эксплуатационные факторы, влияющие на ход выполнения плана промышленных перевозок.

Таким образом, представляется целесообразным выделить подсистемы учета данных о портах заходов и подсистемы учета результатов рейсов судов. Указанные подсистемы информационно взаимосвязаны между собой, поскольку данные из первой используются для расчетов показателей рейсов во второй подсистеме (рис. 1).



Рис. 1. Укрупненная структура информационной системы оперативного учета и анализа работы флота в торгово-промышленном судоходстве

Ведение оперативной базы данных о портах судозаходов требует учета тех характеристик портов, которые влияют на отбор судов для выполнения промышленных перевозок на конкретном направлении, а также на оперативный расчет ожидаемых затрат на выполнение перевозок.

Всю информацию о портах судозаходов представляется целесообразным разбить на основные составляющие:

- 1) информация об ограничительных особенностях портов;
- 2) информация о величине портовых сборов;
- 3) информация о возможности и стоимости бункеровки в порту;
- 4) информация о возможности производства, технологиях и стоимости погрузочно-выгрузочных работ в порту.

Информация об ограничительных особенностях портов включает наименование или номер причала, допустимую осадку (м), индикатор зоны плавания (зимняя, летняя, тропическая; в пресной или соленой воде), допустимую длину, ширину судна, а также высоту надводного борта (для судов, совершающих рейсы в речные порты, — габаритная высота).

В полях «Наименование порта», «Наименование (номер) причала» информация фиксируется в зависимости от обычаев порта в символьном представлении. В полях «Осадка», «Длина судна», «Ширина судна», «Высота надводного борта» данные имеют числовое представление. В поле «Индикатор зоны плавания» данные имеют символьное представление, при этом в первой позиции фиксируется зона плавания (**W** — зимняя, **S** — летняя, **T** — тропическая), во второй позиции — вид воды (**F** — пресная, **S** — соленая). В поле «Дата» вводятся данные о дате получения информации об особенностях порта в представлении типа «дата» (ДД/ММ/ГГ).

Информация о величине портовых сборов включает сведения общего характера (о виде валюты, принятой для оплаты сборов), а также конкретные сведения о судне (судах) определенного типа или вместимости: наименование судна; род (номенклатура) груза; регистрационная вместимость судна; число дней в порту; вид грузовых операций; итоговая величина портовых сборов; дата внесения записи. Такая информация служит для сопоставления вновь вводимых данных о совершаемых рейсах с накопленными ранее и представляет возможность для прогноза предстоящих портовых расходов в очередном рейсе.

Поля «Наименование порта», «Наименование судна», «Род груза» имеют символическое представление. Поля «BRT» и «NRT» соответственно содержат данные о брутто- и нетто-регистрационной вместимости судна в регистрационных тоннах как основной характеристике, влияющей на размер портовых сборов, и имеют числовое представление. Это же касается поля «Количество дней», содержащего данные о продолжительности нахождения судна в порту, и поля «Портовые сборы», содержащего данные о фактической величине портовых сборов для данного судна в течение указанной стоянки. Поле «Вид грузовых операций» в разработанной версии системы содержит символическую переменную, принимающую значение **L** в случае погрузки и **D** в случае выгрузки. Дата внесения записи в формате «ДД/ММ/ГГ» в поле «Дата» служит для ориентации во времени при выявлении тенденции изменения портовых сборов.

Информация о стоимости бункера в порту включает данные о стоимости моторного и дизельного топлива (руб./т):

Поскольку стоимость топлива является величиной, подверженной значительным изменениям во времени, каждую запись характеризует дата получения информации.

Информация о погрузочно-выгрузочных работах в портах в разработанной версии системы содержит сведения о номенклатуре (наименовании) и количестве переработанного промышленного груза, а также об интенсивности и стоимости погрузочно-выгрузочных работ в соответствующих единицах измерения в зависимости от вида грузовых операций (погрузка или выгрузка). Такая информация имеет непосредственное значение при определении временных и стоимостных характеристик стояночных составляющих рейса.

Поле «Единицы измерения» содержит данные символического представления, которые могут принимать значения **T** для метрических тонн, **ЕД** для грузовых единиц, **TEU** для эквивалентных единиц двадцатифутовых контейнеров и т. д. Поля «Количество груза», «Интенсивность грузовых работ» (в сут), «Стоимость грузовых работ» (за ед. измерения) содержат данные в числовом представлении.

Каждая из рассмотренных структур имеет также поля комментариев, в которые заносится необходимая информация о сезонности работ в портах, продолжительности периода навигации, о наличии приливно-отливных явлений, обычаях портов, исключаемых периодах, когда грузовые операции не производятся, необходимая для принятия обоснованных управленческих решений.

Целью функционирования подсистемы учета результатов рейсов судов является всесторонний информационный охват параметров рейса для определения эксплуатационных характеристик и экономических показателей, а также его экономической эффективности [3]. По составу целесообразно выделить следующие группы характеристик:

- 1) общие характеристики рейса;
- 2) характеристики промышленных грузов;
- 3) расходы за рейс.

При учете общих характеристик рейса в разработанной версии системы фиксируются наименование судна, тип судна, дедвейт, полезная площадь (в том числе под тяжеловесными стрелами), маршрут движения (порты судозаходов и расстояния в милях), фрахтовая или тарифная ставка.

При учете характеристик промышленных грузов фиксируются наименование груза, количество груза, порты погрузки и выгрузки, ставка фрахта, сумма диспача и демереджа.

При учете расходов за рейс выделяются постоянная составляющая расходов (элемент себестоимости рейса) и переменная составляющая, включающая величину портовых, канальных сборов, затрат на бункеровку.

Указанные группы характеристик составляют основу для формирования итогового файла БД о результатах рейсов. Тайм-чартерный эквивалент и постоянные расходы рассчитываются в соответствии с (7), (8).

Подсистема учета результатов рейсов судов предполагает возможность не только непосредственного выполнения учетных операций, но и расчет ожидаемых результатов рейса по его параметрам перед назначением судна в рейс. Таким образом, реализуются два режима функционирования системы — основной и режим прогноза.

Основной режим построен в соответствии с известными принципами функционирования автоматизированной информационной системы. Режим прогноза предполагает ввод определяющих параметров будущего рейса, таких как наименование судна, регион (порт) отправления, регион (порт) назначения, род промышленного груза и его количество, тарифная (фрахтовая) ставка, вид и количество необходимого бункерного топлива. Все прочие параметры рейса в соответствии с рассмотренными выше структурами рассчитываются по статистическим данным, накопленным по каждому судну, типу судов, перечню портов, роду промышленных грузов и характеру операций в порту. Итогом таких расчетов служит показатель ТЧЭ, значение которого сравнивается со среднестатистическим для данного типа судна и направления, и формируется вывод о целесообразности назначения судна в рассматриваемый рейс.

Таким образом, предлагаемая методика планирования перевозок на основе ведения графика при работе флота в торгово-промышленном судоходстве позволяет повысить качество транспортного обслуживания клиентов за счет выполнения предъявляемых требований, а также эффективность функционирования судовладельца.

Список литературы

1. *Кириченко А. В.* Основы военно-транспортной логистики / А. В. Кириченко. — СПб.: ВАТТ, 2000.
2. Автоматизация процесса составления графика воинских морских перевозок: итог. отчет по НИР «Граф». — Новороссийск: НМГА, 2004.
3. *Кириченко А. В.* Военно-экономическая эффективность использования морского транспорта / А. В. Кириченко, И. В. Черепанов. — СПб.: ВАТТ, 1995.
4. *Ветренко Л. Д.* Управление работой морского порта / Л. Д. Ветренко. — СПб.: Строка, 2000.