



УДК 656.62:658.012.011.56

Никулина Марина Владимировна, доцент, к.т.н., кафедра Управления транспортом
Шишулина Екатерина Михайловна, магистрант 2 курса направления подготовки
23.04.01 «Технология транспортных процессов», отдел магистратуры и аспирантуры

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

603951, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

ОПТИМИЗАЦИЯ РАССТАНОВКИ НЕФТЕНАЛИВНЫХ СУДОВ ПО БАЗАМ ЗИМНЕГО ОТСТОЯ

Ключевые слова: нефтеналивные суда, базы зимнего отстоя, сроки закрытия навигации, оптимизация, автоматизация

Аннотация. Ставится и решается проблема оптимизации расстановки нефтеналивных судов по базам зимнего отстоя с учетом минимизации расходов в первых рейсах предстоящей навигации, сроков закрытия гидроузлов, а также возможности платного и бесплатного шлюзования, на основе автоматизации формирования вариантов расстановки.

Задача расстановки флота по базам зимнего отстоя (БЗО) решается на каждом судоходном предприятии ежегодно в конце навигации. Исследования, результаты которых представляются в данной статье, проводились на примере АО «Волготанкер».

При разработке плана расстановки используется наработанная в АО «Волготанкер» практика, которая опирается на опыт и знания соответствующего специалиста – начальника сектора анализа работы флота АО «Волготанкер».

Первичное формирование плана происходит в середине навигации, а затем корректируется в конце (октябрь-ноябрь) и этот процесс может повторяться многократно до получения окончательного варианта плана, удовлетворяющего всем необходимым требованиям, среди которых одним из важнейших являются сроки работы гидроузлов. Изучение этих сроков на европейской территории России в навигацию 2018 г. показало, что они достаточно сильно варьируются в бассейнах различных рек [1].

Существующая технология разработки плана является достаточно трудоемкой, так как предполагает работу в разных программных средах.

Исторически все НСИ судоходной компании «Волготанкер» были разработаны в СУБД Visual FoxPro и ориентированы именно на эту систему. НСИ было создано и поддерживалось в вычислительном центре пароходства «Волготанкер» [2]. В настоящее время все задачи решаются либо с помощью Microsoft Excel, либо переводятся в 1С, а к СУБД обращение происходит только для расчета норм времени следования и расхода топлива. Полученные показатели затем переносятся в Excel и используются для всех необходимых расчетов. Перенос информации из одной системы в другую требует значительных затрат времени, не исключает появления возможных ошибок и неточностей в производственных расчетах.

При этом формируемый план может оказаться далеко не оптимальным, так как оптимизация предполагает разработку большого количества вариантов расстановки с учетом разных факторов и выбора из них наилучших с точки зрения принятого критерия [3].

Исходя из этого, нами было принято решение провести исследование возможности решения этой проблемы.

Цель исследования – оптимизировать расстановку нефтеналивного флота по базам зимнего отстоя (БЗО) на основе автоматизации формирования вариантов расстановки с учетом сроков закрытия гидроузлов.

Задачи исследования:

1. Разработать и апробировать экономико-математическую модель оптимизации расстановки флота по БЗО;

2. Получить оптимальный план расстановки флота по базам зимнего отстоя с учетом минимизации расходов в последующих рейсах и сроков закрытия гидроузлов, а также возможности платного и бесплатного шлюзования;

3. Для получения оптимального плана разработать автоматизированную систему (АС) формирования вариантов расстановки флота по пунктам зимнего отстоя;

4. При разработке АС использовать имеющийся в АО СК «Волготанкер» банк данных (НСИ и программное обеспечение для расчета норм времени следования и обработки флота);

5. Дополнить имеющиеся НСИ новыми справочными данными, необходимыми для принятия решений по выводу флота из эксплуатации;

6. Предусмотреть ежемесячное формирование плановой корреспонденции грузопотоков на завершающем этапе навигации и ежесуточное ведение дислокации флота в реальном режиме времени с различной степенью детализации;

7. Работу нефтеналивного флота в завершающий период навигации (октябрь-ноябрь) планировать с учетом хода освоения объемов перевозок из плановой корреспонденции грузопотоков на этот период и сроков закрытия гидроузлов;

8. При расстановке нефтеналивного флота по пунктам зимнего отстоя руководствоваться предварительным планом расстановки, содержащим рекомендательно-ориентировочные данные по пунктам зачистки и зимнего отстоя по каждому судну;

9. Предусмотреть возможность прохождения судов и составов через гидроузлы в последних рейсах на коммерческой основе;

10. Разработать интерфейс для проведения соответствующих расчетов и формирования выходных документов, необходимых для разработки и корректировки плана расстановки нефтеналивного флота по БЗО;

11. Разработать программное обеспечение, необходимое для реализации задач АС.

Экономико-математическая модель (ЭММ) – это модель экономических объектов или процессов, при описании которых используются математические средства. Цели их создания разнообразны: они создаются для анализа предпосылок и положений экономической теории, логического обоснования экономических закономерностей, обработки и приведения в систему эмпирических данных. В практическом плане ЭММ используются как инструмент планирования, управления и совершенствования различных сторон экономической деятельности общества [4].

Приведем ЭММ, разработанную нами для оптимизации расстановки флота по БЗО.

Для ее описания введем следующие условные обозначения:

s – индекс судна;

S – число судов из последней дислокации, ед., $s = \overline{1, S}$;

p – индекс БЗО;

P – число пунктов зимовки (БЗО), ед., $p = \overline{1, P}$;

C_{ps} – совокупные затраты по каждому s -му судну при направлении его в p -ю БЗО, тыс. руб;

N_p – пропускная способность p -й БЗО (максимально возможное число судов, зимующих в p -й БЗО), ед;

$X_{p,s}$ – искомое число зимующих судов, ед. $X_{p,s} \in [0,1]$

Целевая функция: $\sum_p \sum_s C_{p,s} X_{p,s} \rightarrow \min$

Ограничения:

1. Каждое s -е судно назначается единожды:

$$\sum_s X_{p,s} = 1 \quad (1)$$

2. Число судов, зимующих в p -й БЗО не должно превышать пропускную способность этой БЗО:

$$\sum_p X_{p,s} \leq N_p \quad (2)$$

3. Все суда из дислокации должны быть назначены в соответствующие БЗО:

$$\sum_p \sum_s X_{p,s} = S \quad (3)$$

Критерием оптимизации является минимизация совокупных затрат по расстановке флота по базам зимнего отстоя. ЭММ была апробирована. В расчетах участвовали 26 самоходных нефтеналивных судов и 9 БЗО, то есть, было разработано 234 возможных варианта расстановки судов.

Решение задачи осуществлялось с помощью Поиска решения, надстройки Microsoft Excel. Расшифровка результатов оптимизации позволила получить оптимальный план расстановки судов по БЗО.

При существующих технологиях проведения расчетов безусловно возможно обчислить 234 варианта расстановки, но это займет очень много времени. Поэтому оптимизация становится возможна только на базе автоматизации формирования вариантов расстановки.

В связи с этим нами была разработана автоматизированная система, в рамках которой реализуется алгоритм, представленный на (рис. 1).

Автоматизированный продукт был разработан с помощью СУБД Visual FoxPro[5]. В составе базы данных был использован банк данных АО «Волготанкер» и предложены новые данные в виде недостающих справочников для ведения оперативной информации и для получения выходных документов:

- справочная информация: по пунктам*, по судам*, по транспортным операциям*, по грузу*, по шлюзам *, по бассейнам, по гидроузлам с указанием дат их закрытия, по пунктам зачистки с описанием предоставляемых услуг, по шлюзам на пути следования судов на заданных участках работы;

- входная информация: корреспонденция грузопотоков на месяц;

- оперативная информация: дислокация судов на сутки, расчет дат прибытия судов в соответствующие пункты для принятия решения о передислокации судов;

- выходная информация: план расстановки судов по базам зимнего отстоя.

Примечание: * отмечены таблицы, взятые из банка данных АО «Волготанкер».

Для успешной обработки информации был разработан следующий состав интерфейса [6]:

- корреспонденция грузопотоков – позволяет создавать, просматривать и корректировать корреспонденцию грузопотоков на месяц, формировать документы по корреспонденции с разбивкой по пунктам отправления и родам грузов;

- дислокация флота – представляет информацию о местонахождении судов, их загрузке, пунктах операции и назначении. Обеспечивает возможность формировать дислокацию с разбивкой по судам, операциям и пунктам операции;

- сроки работы гидроузлов – представляет информацию о графике открытия и закрытия шлюзов в течение навигации. Предлагает возможность формировать соответствующие документы;

- проход судов через шлюзы – представляет информацию о количестве шлюзов на пути следования судна на заданном участке работы;

- предварительный план расстановки флота на судоремонт – представляет информацию о расстановке флота на судоремонт и зимний отстой. Дает возможность формировать варианты расстановки нефтеналивного флота по БЗО, оптимизировать их и получать различные выходные документы.

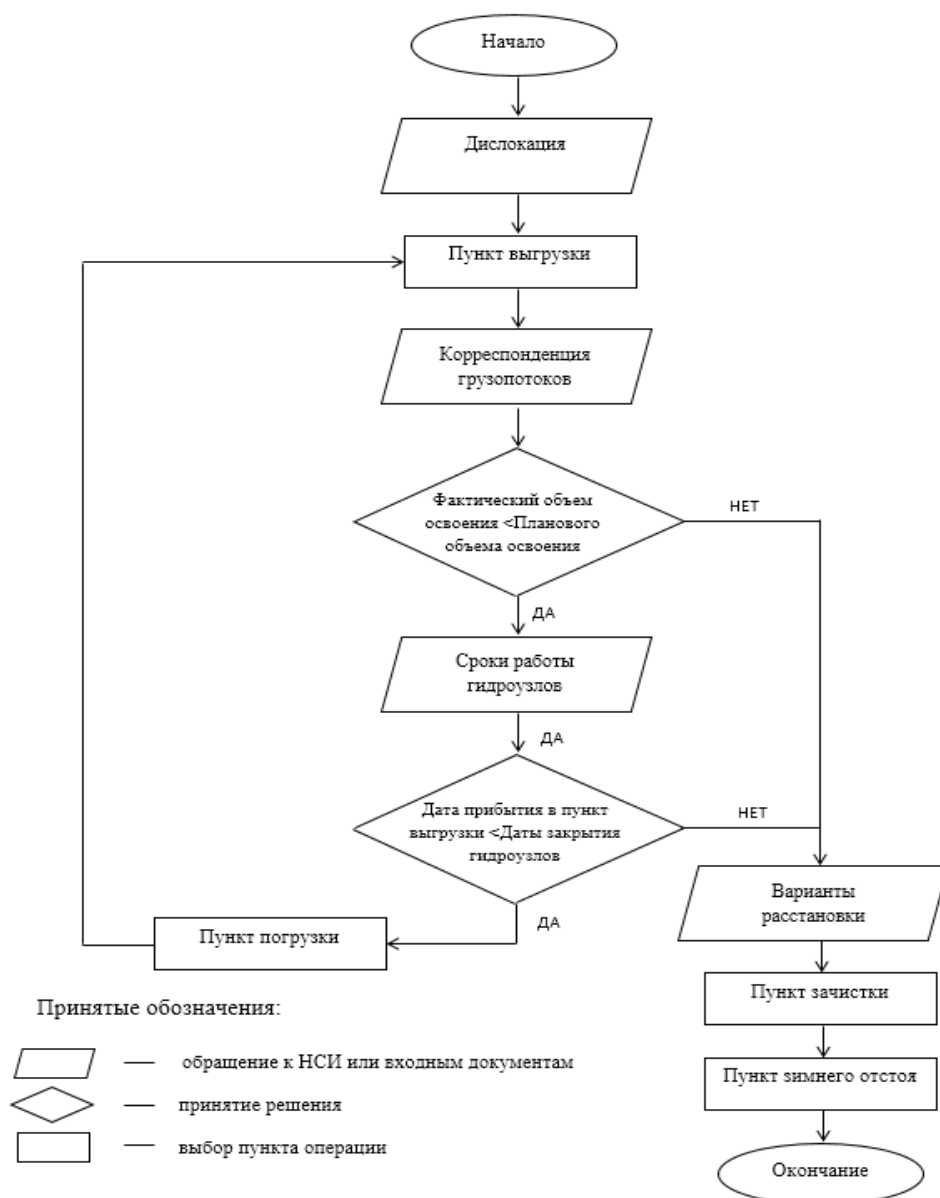


Рис.1. Алгоритм формирования вариантов расстановки флота по БЗО

Перечень документов, формируемых в АС, приведен ниже:

- корреспонденция грузопотоков с разбивкой по родам грузов и в целом по СК;
- корреспонденция грузопотоков с разбивкой по пунктам отправления;
- разновидности дислокации флота, в том числе: с разбивкой по операциям, по пунктам операции;
- сроки работы гидроузлов;
- расчет дат прибытия судов в соответствующие пункты для принятия решения о передислокации судов;
- варианты расстановки флота на судоремонт и по БЗО, в том числе с разбивкой по БЗО;
- оптимальный план расстановки флота на судоремонт и пунктам ЗО.

Реализация АС стала возможной благодаря следующему программному обеспечению (ПО):

Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов

- расчет норм времени следования и обработки танкерного флота (ПО предоставлено АО «Волготанкер»);
- обработка данных дислокации и определение времени и даты окончания текущих рейсов;
- формирование справочника по шлюзам, рассчитывая время следования между шлюзами и время от пункта последней погрузки до пункта зимнего отстоя;
- формирование предварительного плана расстановки флота по пунктам зачистки и зимнего отстоя;
- расчет дат прибытия судов в соответствующие пункты для принятия решения о передислокации судов.

Таким образом, на основе разработанной и представленной выше АС были получены все возможные рациональные варианты расстановки судов по БЗО, была предложена и реализована ЭММ оптимизации расстановки флота по БЗО. С ее помощью был найден оптимальный план расстановки флота по БЗО, который был сопоставлен с планом, разработанным по существующим технологиям. Было установлено, что благодаря оптимизации совокупные затраты по расстановке флота по БЗО могут быть существенно снижены.

Список литературы:

- [1] Сроки работы гидроузлов. Режим доступа:
<http://www.cruiseinform.ru/news/places/navigation2018/>
- [2] Платов Ю.И. Первая очередь АСУ пароходства «Волготанкер» // Передовой опыт и новая техника / ЦБНТИ. М., 1976. – Вып. 3 (27).– С. 3-7.
- [3] Савин В.И. Математические методы оптимального планирования работы флота и портов. –М.: Транспорт, 1969. –168с.
- [4] Моделирование производственных процессов на предприятии. Под ред. Савинкова В.М. –М.: Прогресс, 1973. –333с.
- [5] Корнеев В.В. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации. / В.В. Корнеев, А.Ф. Гареев, С.В. Васютин, В.В. Райх. – М. «Нолидж». – 2000. – 352 с.
- [6] The Humane Interface. New Directions for Designing Interactive Systems by JefRaskin. – Addison Wesley Longman. – Pearson Education, Inc. – 2000. – 272 с.

OPTIMIZATION OF THE LAYOUT OF OIL TANKERS ON THE WINTER BASES

Marina V. Nikulina, Ekaterina M. Shishulina

Key words: oil tankers, winter bases, end of navigation, optimization, automation.

Annotation. In the paper there are the formulation and solution of the problem of optimization of the layout of oil tankers at the winter bases with the consideration of the costs minimization in the first voyages at the start of next navigation, the term of closing of the locks, the possibility of paid and free locking, based on the automation of the layout.