

УДК 656.6; 338.58

МОДЕЛИ ДАННЫХ ВОДНЫХ ПУТЕЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ФЛОТА

Платов Александр Юрьевич¹, док. техн. наук, профессор кафедры управления транспортом

e-mail: platoff@mail.ru

Прокопенко Андрей Сергеевич¹, аспирант

e-mail: prokopenko.rower@mail.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Рассмотрена проблема моделирования геопространства в задачах управления работой флота. Показано, что применение электронных навигационных карт в данных задачах неэффективно. Описана модель водных путей, практическая применимость, которой подтверждена её многолетней эксплуатацией в разных судоходных компаниях.

Ключевые слова: моделирование геопространства, управление работой флота, глубины, течения, электронные карты, нормирование времени следования, оперативное управления работой флота, граф водных путей.

WATERWAY DATA MODELS FOR FLEET MANAGEMENT

Alexander Ju. Platov¹, Dr. Sci. (Tech), Professor of Transport Management Chair

e-mail: platoff@mail.ru

Andrej S. Prokopenko¹, Doctoral Student

e-mail: prokopenko.rower@mail.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The problem of geospatial modeling in fleet management is considered. It is shown that the use of electronic navigation maps is ineffective. The model of waterways is described, the practical applicability of which is confirmed by its long-term operation in various shipping companies.

Keywords: geospatial modeling, fleet operation management, depths, river flow rates, electronic maps, route time rationing, operational fleet operation management, waterways graph.

Управление работой флота (УРФ) – это достаточно обширное поле деятельности, однако, можно выделить в этом поле те направления и задачи, в которых автоматизация управления возможна и эффективна, а именно:

- 1) Нормирование времени следования судна (состава);

- 2) Нормирование расхода топлива и других расходов судна (состава);
- 3) Рейсовое планирование работы судна (состава);
- 4) Оперативное планирование работы флота;
- 5) Непрерывное планирование работы флота.

Для автоматизации этих задач может быть построена информационная система, состоящая из нескольких подсистем, одной из которых является геоинформационная подсистема (ГИС УРФ) (см. рис 1). Задачей такой подсистемы является привязка данных о судах и объектах транспортной инфраструктуры к геопространству.

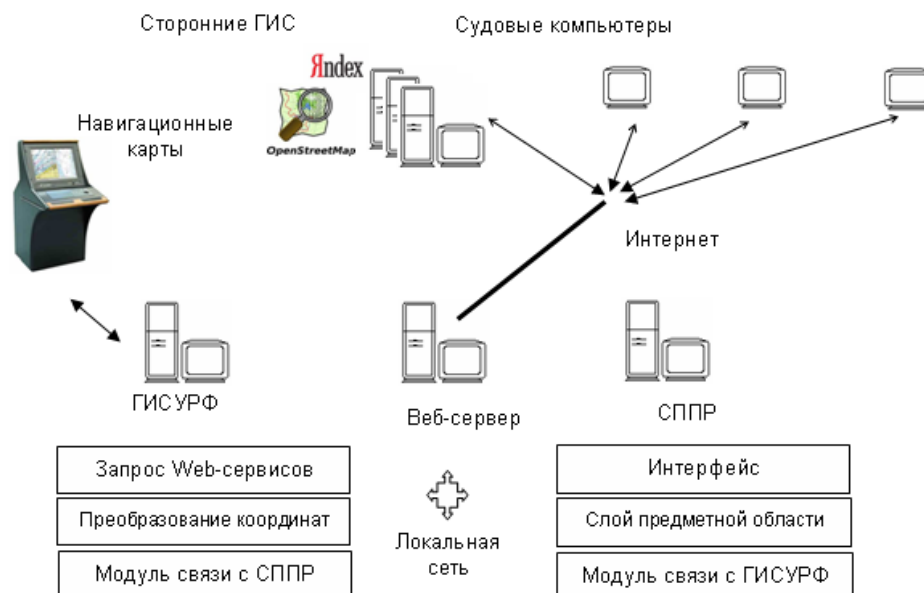


Рисунок 1 – Состав информационной системы для управления работой флота

Существуют весьма различные ГИС, но стандартом для использования в сфере морского и речного транспорта являются электронно-картографические навигационно-информационные системы (ЭКНИС), основанные на электронных навигационных картах.

Такие системы содержат информацию, необходимую для обеспечения безопасности судоходства, и вообще – для решения задач навигации. Однако из-за такой специализации применение ЭКНИС для решения задач УРФ неэффективно, хотя и возможно.

Действительно, электронные карты содержат исчерпывающие данные по судовому ходу и глубинам; используют двумерное (и трехмерное) пространство; основаны на географических координатах объектов.

Всё это совершенно не нужно для задач УРФ. При этом двумерность порождает сложные алгоритмы построения маршрута. Маршрут строится локально, ячейка за ячейкой или по судовому ходу. В то же время для построения алгоритма рейсового планирования требуется линейность маршрута.

Непрерывные глубины требуют дискретизации, так как существующие модели движения судна, дающие удовлетворительные для практики результаты, пригодны только для стационарного движения. Учёт разгона-торможения требует, например, нестационарных моделей работы судовых дизелей, которые в силу своей сложности и неточности исключают любое их практическое применение.

Течение непригодно само по себе для расчёта технических скоростей, так как для последних требуется использование потерь и приращений.

Избыточность данных увеличивает вычислительные затраты и усложняет сложность программного обеспечения (ПО) для УРФ, работающего с геоинформацией. Дополнительные проблемы создаёт отсутствие развитого открытого ПО.

Имеется отрицательный опыт использования электронных навигационных карт при разработке компанией «Транзас» эксплуатационного тренажёра для ВГУВТ в 2010-2012 гг. Требования к производительности вычислительной системы оказались таковы, что собственно управленческие задачи на тренажёре не функционировали.

Можно исходить из очевидной истины – для каждой задачи нужны свои данные и свои алгоритмы. Поэтому для задач УРФ требуется своя модель водных путей (МВП), отличная от применяемой в ЭКНИС. В основе этой МВП лежит дерево водных путей, вершиной которого является некоторый выбранный для удобства водный путь.

Такая модель существует давно и прошла проверку на решении практических задач. Принципиальное описание алгоритма вычисления маршрута впервые встречается в [1]. В этой модели, однако, не было ни морских, ни озёрных участков, которые не могут рассматриваться как линейные участки. Типичный пример такого участка – Рыбинское водохранилище.

Насколько удалось установить, впервые практическая реализация такой модели состоялась силами разработчиков в пароходстве «Волготанкер» с участием специалистов из ЦНИИЭВТ. Модель использовалась для решения учётных задач и включала все необходимые речные и морские пункты [2].

В конце 90-х годов МВП была усовершенствована Н.Е. Клюкиным, Ю.И. Платовым и А.Ю. Платовым в следующем направлении. Были добавлены данные по глубинам, потерям-приращением участков водных путей, по геометрии судового хода, которые были нужны для расчёта сопротивления, технической скорости, а также данные по температурам воды и воздуха, нужным для расчёта расхода топлива на подогрев [3].

Данная МВП эксплуатировалась в составе разных программных комплексов в разных судовых компаниях с 1996 г. по 2020 г.

Все водные пути в МВП, включая морские и озёрные, описываются в виде дерева с одним корнем. В конкретной реализации таким корнем является река Волга. Все остальные водные пути выстраиваются таким образом, что в итоге «впадают» в этот магистральный. Так, Индийский океан «впадает» в Средиземное море, Средиземное море — в Чёрное и т.д. В результате, движение из любого пункта обязательно заканчивается в Волге. Это позволяет за линейное время выстраивать маршрут из одной точки в другую.

Пример описания водных путей приведён в табл. 1.

Таблица 1. Фрагмент графа водных путей

Водный путь	Точка впадения	Координата впадения, км	ВП впадения	Координата на ВП впадения, км
Волга				0
Астр. мор. канал	Астрахань	250	Волга	0
Волга-дон. канал	Красноармейск	0	Волга	466
Кама	Камское устье	0	Волга	1664

Данная таблица отражает схему водных путей, представленную на рис. 2.

В настоящее время проведена ревизия модели в целях её использования в имитационном моделировании работы флота для решения задач УРФ. Попытка улучшить модель, устранив некоторые её недостатки (двойные пункты на стыках водных путей, унификация «морских» и «речных» алгоритмов) привела к значительному усложнению алгоритмов, что может служить косвенным критерием оптимальности существующей редакции МВП.



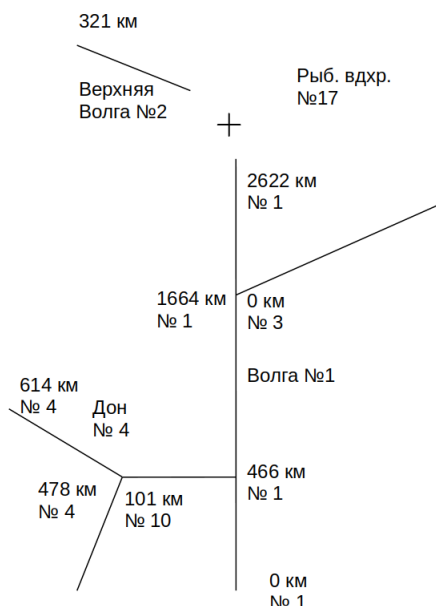


Рисунок 2 – Схема водных путей

Несмотря на некоторую «завершённость» описанной МВП имеются также нерешённые вопросы. К ним относятся:

- задача дискретизация глубин;
- динамический пересчёт глубин и течений.

Решению первой задачи препятствует недоступность оперативных данных по глубинам. Замеры глубин производятся на некоторых участках водных путей и продаются по цене, которая не себя не окупит. Грамотное сопровождение глубин в базе данных позволяет, как показывает многолетняя практика применения, обеспечить погрешность вычисления скоростей и расход топлива в рамках 5%.

В существующей реализации используются глубины и потери-приращения для меженного и весеннего периодов. Введение динамики в эти данные позволило бы уточнить расчёты по движению судов. Однако, при существующей технической возможности получения данных с водомерных постов и ГЭС, необходимых для динамического пересчёта, организационно такая задача пока не имеет решения.

Список литературы:

1. Савин, В.И. Расчёт графика движения флота на электронных вычислительных машинах / В.И. Савин. - М.: Транспорт, 1968. - 216 с.
2. Платов, Ю.И. Первая очередь АСУ пароходства «Волготанкер» / Ю.И. Платов // Передовой опыт и новая техника / ЦБНТИ. - М., 1976. - Вып. 3 (27). - С. 3-6.
3. Платов А.Ю. Методы оперативного планирования работы речного грузового флота в современных условиях / А.Ю. Платов. - ВГАВТ, 2009. - 155 с.