

ОБ ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ПРОХОЖДЕНИЯ РЕЧНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ ОБЪЕКТАМИ СИСТЕМЫ ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЕЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

О. Ю. Лукомская (Санкт-Петербург)

Раскроем этапы моделирования движения транспортных объектов по Волго-Балтийскому судоходному каналу (ВБСК), проводимого в целях имитации процесса времясберегающего обслуживания потоков в линейных транспортных коммуникациях в соответствии с обозначенной главной целевой функцией информационно-аналитической и программно-управляющей технологии организации судопропуска – в пределах имеющихся возможностей и без существенных материально-финансовых вложений решать задачи анализа, обработки и регулирования транспортного процесса [1–5].

Волго-Балтийский судоходный канал. Структурирование знаний об объекте моделирования

Рассмотрим трассу ВБСК как объект моделирования, основными характеристиками которой являются:

- 1) общая длина трассы = 848 км;
- 2) количество шлюзов (узлов обслуживания) = 9;
- 3) количество фарватеров = 11;
- 3) расстояние между шлюзами (км);
- 4) значения допустимых скоростей движения судов на отдельных участках (км/ч);
- 5) среднестатистическое время шлюзования = 45 мин;
- 6) интенсивность движения;
- 7) пропускная способность системы.

Интересно территориальное положение, которое занимает ВБСК на плане по проекту «обходной речной путь в окрест СПб» (см. рисунки 1, 2, 3).

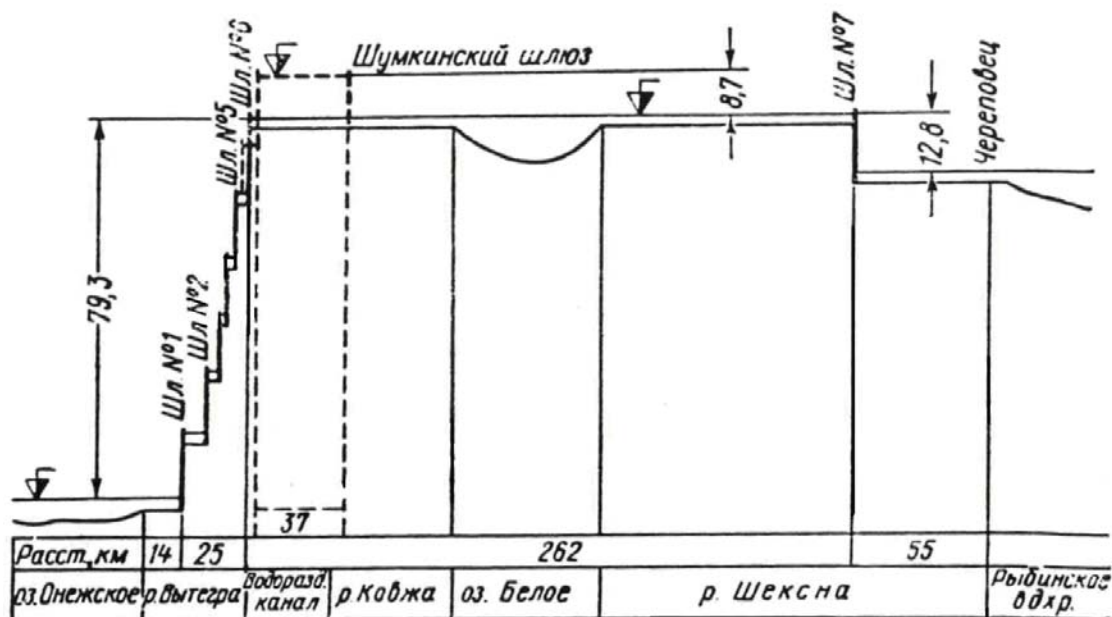


Рис. 1. Продольный профиль Волго-Балтийского судоходного канала



Рис. 2. Схема Волго-Балтийского судоходного канала



Рис. 3. Фрагмент ВБСК на плане речного обходного пути СПб

Частью ВБСК считается акватория реки Невы. Определенная лоцманской службой СПб, скорость прохождения судов под мостами включена в таблицу 1, там же см. время движения от одного моста к другому. Акваторию реки Невы будем рассматривать как часть трассы ВБСК.

Таблица 1

Время движения судов от моста к мосту

Название моста	Время прохода под мостом/ шаг дискретизации	Расстояние до следующего моста, км	Скорость движения на данном участке, км/ч	Время движения, час	Время движения, мин	Время разводки мостов	Время разводки мостов (2 этап)
0		0,333	10,00	0,033	0:02		
л-та Шмидта	0:02	1,167	10,00	0,117	0:07	1:40	4:55
Дворцовый	0:02	1,167	10,00	0,117	0:07	1:35	2:55 3:15 4:50
Троицкий	0:02	1,167	10,00	0,117	0:07	1:50	4:50
Литейный	0:02	4,167	10,00	0,417	0:25	1:50	4:40
Петра Великого (БО)	0:02	1,667	10,00	0,167	0:10	2:00	5:00
Ал-ра Невского	0:02	1,167	10,00	0,117	0:07	2:20	5:05
ж/д мост	0:02	4,667	10,00	0,467	0:28	2:30	5:10
Володарский	0:02	0,333	10,00	0,033	0:02	2:00	3:45 4:15 5:45
Речной вокзал							
Время "допуска"	0:01						

Пример расписания входа судов в ВБСК на участке реки Невы в СПб от моста Лейтенанта Шмидта до Речного вокзала приведены в таблице 2 (с коррекцией).

Таблица 2

Время начала движения судов по Неве

№ судна	Направление	Время		Дата	
		заданное	рабочее		
В-Нефть-151	9	0:00	1:58	10.07.04	
т/х Шишкин	1	0:15	1:38	10.07.04	
В-Нефть-149	9	1:40	2:00	10.07.04	
В-Нефть-150	9	2:20	2:30	10.07.04	
Ст. Ногатино	1	3:15	3:15	10.07.04	
ст. Ленинград	1	3:40	3:23	10.07.04	
т/х Тукай	1	3:50	3:29	10.07.04	
ст. Уссурйск	9	4:55	3:30	10.07.04	снято из расписания
Н. Рудовоз 51	1	5:00	3:41	10.07.04	
РТ-460, б	9	22:30	2:00	11.07.04	
В-Нефть-122	1	23:30	2:34	11.07.04	
ст. Уссурйск	1	0:30	3:31	11.07.04	

Из таблицы видно, что предварительное расписание корректируется в зависимости от принятого шага дискретизации временной функции, описывающей движение транспортного объекта по заданной лоцманской службой траектории.

Заключение

В качестве объектов моделирования были выбраны трассы судопропуска Волго-Балтийского судоходного каналов.

Структурирование знаний об объектах выполнялось по 7-ми основным технико-метрическим параметрам.

С точки зрения моделирования, наиболее сложной является трасса ВБСК, имеющая большую протяженность и состоящая из большого числа шлюзов, фарватеров и порогов. Учитывался отрезок судоходной трассы с мостами в акватории реки Невы от моста Л.Шмидта (ныне Благовещенский) до Речного вокзала, на котором скорость прохождения судов также ограничивается.

Следует обратить внимание на полученные временные графики в результате проведенного моделирования процесса прохождения речными транспортными объектами системы водного пути в Санкт-Петербурге, под мостами реки Невы (рисунки 4, 5).

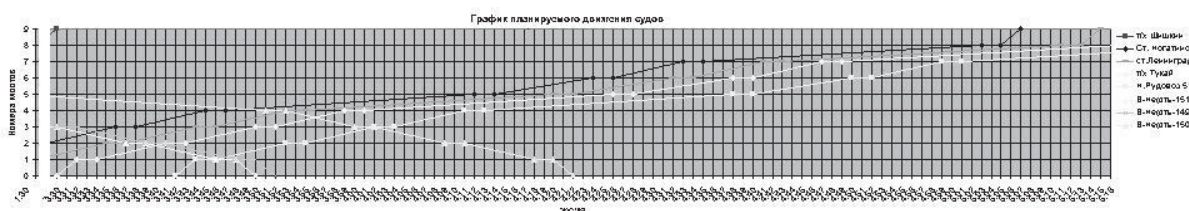


Рис. 4. График планируемого движения судов под мостами р. Невы СПб

Матрица значений времен прохождения судов под мостами по направлению (9-1)											
№ судна		Речной вокз	Володарский	ж/д мост	А.Невского	П.Великого	Литейный	Троицкий	Дворцовый	л-та Шмидта	
		Название моста									
В-Нефть-151	вх	1:58	2:00	2:30	2:39	2:51	3:18	3:27	3:36	3:45	3:49
	вых	1:58	2:02	2:32	2:41	2:53	3:20	3:29	3:38	3:47	
В-Нефть-149	вх	2:00	2:02	2:32	2:41	2:53	3:20	3:29	3:38	3:47	3:51
	вых	2:00	2:04	2:34	2:43	2:55	3:22	3:31	3:40	3:49	
В-Нефть-150	вх	2:30	2:32	3:02	3:11	3:23	3:50	3:59	4:08	4:17	4:21
	вых	2:30	2:34	3:04	3:13	3:25	3:52	4:01	4:10	4:19	

Матрица значений времен прохождения судов под мостами по направлению (1-9)											
№ судна		л-та Шмидта	Дворцовый	Троицкий	Литейный	П.Великого	А.Невского	ж/д мост	Володарский	Речной вокз	
		Название моста									
т/х Шишкин	вх	1:38	1:40	1:49	1:58	2:07	2:34	2:46	2:55	3:25	3:29
	вых	1:38	1:42	1:51	2:00	2:09	2:36	2:48	2:57	3:27	
Ст. Ногатино	вх	3:15	3:17	3:26	3:35	3:44	4:11	4:23	4:32	5:02	5:06
	вых	3:15	3:19	3:28	3:37	3:46	4:13	4:25	4:34	5:04	
ст. Ленинград	вх	3:23	3:25	3:34	3:43	3:52	4:19	4:31	4:40	5:10	5:14
	вых	3:23	3:27	3:36	3:45	3:54	4:21	4:33	4:42	5:12	
т/х Тукай	вх	3:29	3:31	3:40	3:49	3:58	4:25	4:37	4:46	5:16	5:20
	вых	3:29	3:33	3:42	3:51	4:00	4:27	4:39	4:48	5:18	
Н.Рудовоз 51	вх	3:41	3:43	3:52	4:01	4:10	4:37	4:49	4:58	5:28	5:32
	вых	3:41	3:45	3:54	4:03	4:12	4:39	4:51	5:00	5:30	

Матрица значений времен прохождения судов под мостами по направлению (1-9) 11.07.04											
№ судна		л-та Шмидта	Дворцовый	Троицкий	Литейный	П.Великого	А.Невского	ж/д мост	Володарский	Речной вокз	
		Название моста									
В-Нефть-122	вх	2:34	2:36	2:45	2:54	3:03	3:30	3:42	3:51	4:21	4:25
	вых	2:34	2:38	2:47	2:56	3:05	3:32	3:44	3:53	4:23	
ст. Уссурийск	вх	3:31	3:33	3:42	3:51	4:00	4:27	4:39	4:48	5:18	5:22
	вых	3:31	3:35	3:44	3:53	4:02	4:29	4:41	4:50	5:20	

Матрица значений времен прохождения судов под мостами по направлению (9-1) 11.07.04											
№ судна		Речной вокз	Володарский	ж/д мост	А.Невского	П.Великого	Литейный	Троицкий	Дворцовый	л-та Шмидта	
		Название моста									
РТ-460, 6	вх	2:00	2:02	2:32	2:41	2:53	3:20	3:29	3:38	3:47	3:51
	вых	2:00	2:04	2:34	2:43	2:55	3:22	3:31	3:40	3:49	

Рис. 5. Результаты моделирования процесса прохождения речными транспортными объектами системы водного пути в Санкт-Петербурге

Литература

1. Гусев Н. Н., Лукомская О. Ю. О проектировании систем информационной поддержки принятия решений для интеллектуальных транспортных систем. В сб. «Транспорт России: проблемы и перспективы – 2015». Материалы Юбилейной Международной научно-практической конференции. 2015. С. 56–61.
2. Таранцев А. А., Лукомская О. Ю., Васьков В. Т., Нодь А. П. Об описании движения транспортных объектов на основе модели «интеллектуальная жидкость». В сб.: «Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016». Мат. Международной научно-практической конференции. 2016. С. 237–246.
3. Лукомская О. Ю., Трифанов В. Н. Об управлении движением транспортных потоков. Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Автоматизация и управление. №5.– 2009. – СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2009. С. 39–44.
4. Лукомская О. Ю. Модели и алгоритмы оптимальности регулярных транспортных потоков с использованием интеллектуальных систем управления судопропуском. Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ. 2014. № 5. С. 34–37.
5. Кокаев О. Г., Лукомская О. Ю., Селиверстов С. А. О технологии анализа транспортных процессов в современных условиях хозяйствования. Транспорт Российской Федерации. 2012. № 2 (39). С. 30–34.