

На правах рукописи



003458533

Гусев Дмитрий Евгеньевич

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ
ПРОПУСКА СУДОВ ПО ШЛЮЗОВАННЫМ
СИСТЕМАМ (НА ПРИМЕРЕ ВДСК)**

Специальность 05.22.19 – Эксплуатация водного
транспорта, судовождение

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

14.11.2008

Нижний Новгород – 2008

Работа выполнена в Волжской государственной академии водного транспорта.

Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор
Мальшкин Александр Георгиевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
Доцент
Липатов Игорь Викторович

кандидат технических наук,
Доцент
Китов Анатолий Григорьевич

Ведущая организация: **Московская государственная академия водного транспорта.**

Защита состоится «20» января 2009 г. в 14:00 часов в аудитории 231 на заседании диссертационного совета Д 223.001.01 при ВГАВТ по адресу: 603950 г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, д.5^А.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Волжской государственной академии водного транспорта.

Автореферат разослан «17» декабря 2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор



А.Н. Ситнов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность диссертационной работы

В последние годы проблема недостаточной эффективности судопропуска по основным судоходным каналам европейской части Российской Федерации (РФ) вызывает все большую озабоченность у Министерства транспорта и судоходных компаний. Волго-Балтийский водный путь (ВБВП) и Волго-Донской судоходный канал (ВДСК) являются яркими примерами сложившейся ситуации.

При существующих направлениях грузопотоков, современном флоте и техническом состоянии водных путей названные выше шлюзованные системы (ШС) эксплуатируются в зоне предельного значения величины их пропускной способности (ПС). Для эффективной эксплуатации флота, предполагающей рациональное и стабильное значение продолжительности времени прохождения судами ШС, необходим определенное запас ПС системы.

Согласно концепции развития транспорта РФ на период до 2030 года, намечается активное вовлечение внутреннего водного транспорта в освоение увеличивающегося грузооборота страны. Стратегические направления экспортно-импортных грузопотоков совпадают с географическим положением ВБВП и ВДСК. В своем докладе на заседании Президиума Госсовета 13 ноября 2007 г. министр транспорта РФ И.Е. Левитин заявил: «...Особая актуальность проблемы развития внутреннего водного транспорта обусловлена ослаблением его позиции в транспортной системе России из-за длительного периода недофинансирования, ухудшения состояния внутренних водных путей и судоходных гидротехнических сооружений, снижения отраслевого инвестиционного потенциала, что не позволяет в полной мере использовать его конкурентные преимущества для увеличения объемов грузовых и пассажирских перевозок, наращивания транзитного потенциала страны...». Далее сделан вывод, что «...в развитии экономики РФ наступил этап, когда транспортная инфраструктура должна перейти от этапа поддержания и модернизации отрасли к ее развитию на основе инновационного и технологического прорыва...». В этой связи в отношении будущего ВБВП и ВДСК должны быть рассмотрены две задачи:

1. ПС должна быть существенно увеличена, что потребует реконструкции каналов и строительства вторых ниток шлюзов.

2. До полной модернизации ШС, то есть в переходный период, должна быть разработана рациональная схема судопропуска, позволяющая с минимальными потерями обеспечить бесперебойную эксплуатацию ШС.

Для приведения ПС ШС в полное соответствие с реальными потребностями необходимо не только инвестировать денежные средства, но и задействовать значительные интеллектуальные и временные ресурсы. На протяжении переходного периода флот должен максимально эффективно пропускаться по ШС, исходя из имеющихся ресурсов ПС.

Для этого необходимо решить ряд научно-методических задач и получить инструмент, позволяющий оценивать качество принимаемых оперативных решений. Необходимы современные методы оценки величины ПС, методы организации и согласования работы флота в переходных условиях с целью повышения эффективности судопропуска.

Цель работы

Главной целью исследований является повышение эффективности пропуска судов по шлюзованным системам, эксплуатируемым с малым резервом ПС, за счет применения методических рекомендаций по рационализации судопропуска.

Научная новизна

Научная новизна исследований заключается в том, что:

- проведено научное обобщение способов расчета и аспектов применения измерителей ПС ШС в зависимости от поставленных задач;
- разработана методика оценки величины ПС ШС, снимающая ряд допусков, используемых ранее при расчете значения ПС;
- создана имитационная модель ШС, описывающая ее работу в условиях эксплуатации с малым резервом ПС;

– создана методика согласования расписания движения туристических судов с учетом оптимального графика использования ШС;

– сформулирована концепция услуги «Ускоренный пропуск судов через ШС»;

– предложены организационные мероприятия по реализации услуги «Ускоренный пропуск судов», регламентирующие важные аспекты работоспособности услуги, при выполнении которых достигается наибольший эффект.

Апробация

Основные аспекты данного диссертационного исследования обсуждены и одобрены на научно-технических и научно-методических конференциях профессорско-преподавательского состава ФГОУ ВПО «ВГАВТ» (2005–2008 гг.), международных конгрессах «Великие реки» (2005–2008 гг.), на научных сессиях молодых ученых Нижнего Новгорода (2007–2008 гг.), на совещании при руководителе ФГУ Волго-Донского ГБУВПиС (19.12.2005 г.).

Публикации

По теме диссертации опубликовано девять статей, в том числе одна из них в журнале «Речной транспорт XXI век» (№ 6, 2007 г.), реферируемом ВАК.

Практическая значимость

Материалы диссертации апробированы в научно-исследовательской теме: «Исследование возможности повышения пропускной способности Волго-Донского судоходного канала» (дог. № 244201, 2005 г., научный руководитель темы А.А. Сазонов).

В созданном на кафедре Управления транспортом ФГОУ ВПО «ВГАВТ» «Эксплуатационном тренажере» были использованы методика и программный продукт моделирования работы ШС, разра-

ботанная автором диссертационного исследования.

В перспективе результаты работы могут быть использованы ГБУ при организации судопропуска по ШС, а именно:

- при планировании судопропуска;
- при определении ПС ШС;
- при разработке графика и расписания судопропуска.

Результаты данного диссертационного исследования предполагается использовать в «Навигационном тренажере по эксплуатации и безопасности движения судов», создаваемом на кафедре Управления транспортом ФГОУ ВПО «ВГАВТ».

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, словаря терминов и сокращений, библиографического списка, включающего 100 наименований, четырех приложений на 23 страницах. Содержание работы изложено на 165 страницах основного текста, включая 10 рисунков и 12 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении раскрыта актуальность темы диссертации, обозначены цели, задачи и общие направления исследований.

В первой главе на основании обзора литературы выбраны объект и предмет исследования. Объектом исследований является организационная составляющая процесса судопропуска по ШС. Предметом – проблема организации эффективного судопропуска в условиях малого резерва ПС. Исследовательские работы в этой области нашли отражение в трудах следующих ученых: А.А. Союзова, В.И. Головникова, С.М. Пьяных, В.В. Баланина, А.М. Гапеева, Д.А. Зернова, С.С. Кирьякова, Е.М. Матлина, В.И. Астахова, В.Н. Белых, В.П. Зачесова, В.И. Кожухаря, А.Г. Китова, И.В. Липатова, А.Г. Малышкина, А.А. Сазонова, Р.Д. Фролова и др., но многие вопросы, особенно в части организации пропуска в условиях малого резерва ПС ШС, не были детально изучены.

В созданных ранее работах расчет величины ПС шлюзованного участка водного пути сводится либо к определению таковой у лимитирующего шлюза, но не системы в целом, либо к принятию значения величины ПС на основе статистики. В работах нет достаточно четкой, сформулированной методики расчета величины ПС именно ШС. Предельные и переходные режимы эксплуатации ШС не выделяются как отдельный предмет исследований. Нет четких критериев оценки качества принимаемых организационных решений, связанных с судопропуском по ШС.

В диссертации предлагается оценить возможность использования в качестве количественного показателя качества организации судопропуска по ШС величину ее ПС.

Во второй главе предлагается новая методика, базирующаяся на отраслевой методике расчета ПС шлюза, позволяющая учитывать предельные условия функционирования ШС. Это достигается за счет использования имитационного моделирования процесса судопропуска. Для реализации предлагаемой методики требуется применение математического и программного обеспечения, описанного в диссертации.

Основные элементы предлагаемой методики определения ПС можно сгруппировать в три приведенных ниже этапа.

1. Определение параметров расчета ПС.

1.1. Определение длительности навигационного периода.

1.2. Выбор параметров работы шлюзов (продолжительность одностороннего и двустороннего судопропуска для судов каждого типа) анализируемой ШС.

1.3. Выбор максимальных скоростей движения по участкам ШС для судов каждого типа.

1.4. Определение минимального времени хода между участками ШС для судов каждого типа.

1.5. Выбор продолжительности периода моделирования ПС ШС.

2. Имитационное моделирование ПС.

2.1. Проведение расчетов с использованием имитационной модели.

2.2. Анализ результатов моделирования.

2.2.1. Определение наличия стабильного периода на графике продолжительности судопропуска по системе. Под стабильным периодом понимается продолжительность времени, в течение ко-

того наблюдается незначительное отклонение значений временных параметров судопропуска.

2.2.2. Определение продолжительности переходных (начального и конечного) периодов ($t_{\text{прх}}$), сут.:

$$t_{\text{прх}} = t_{\text{нач}} + t_{\text{кон}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{нач}}$ – продолжительность начального периода, сут. (определяется как разность между моментом времени начала судопропуска и моментом времени наступления стабильного повторения временных параметров судопропуска (время пропуска через систему и общее время ожидания судами за один сквозной рейс));

$t_{\text{кон}}$ – продолжительность конечного периода, сут. (определяется как разность между моментом времени окончания стабильного периода и моментом времени завершения последнего шлюзования).

Значения временных параметров работы ШС в заданных условиях получаются на основе анализа результатов моделирования.

2.2.3. Определение значения ПС ШС на переходном периоде ($\Pi_{\text{прх}}^{\text{ШС}}$), ед.судов за период:

$$\Pi_{\text{прх}}^{\text{ШС}} = \left(\sum_{i=1}^n n_i^{\text{суд нач}} + \sum_{i=1}^n n_i^{\text{суд кон}} \right) - n_{\text{то}} \cdot t_{\text{прх}} \cdot \bar{n}^{\text{суд}}, \quad (2)$$

где $\sum_{i=1}^n n_i^{\text{суд нач}}$ – количество готовых к приему ниток графика за начальный период судопропуска по ШС, ед. судов;

$\sum_{i=1}^n n_i^{\text{суд кон}}$ – количество готовых к приему ниток графика за конечный период стабилизации времени судопропуска, ед. судов;

i – номер нитки графика судопропуска;

n – число ниток графика судопропуска, ед.;

$n_{\text{то}}$ – среднесуточное число потенциальных судопропусков за время, которое отводится для технического осмотра и обслуживания элементов ШС, пропусков/сут.;

$\bar{n}^{\text{суд}}$ – среднее число судов в шлюзуемой группе за один пропуск, ед. судов/пропуск.

2.2.4. Определение значения суточной ПС ШС за стабильный модельный период без учета $n_{\text{то}}$, суд./сут.:

$$P_{\text{сут}}^{\text{ШС}}'' = \frac{\sum_{i=1}^n n_i^{\text{суд}}}{t'_{\text{мст}}}, \quad (3)$$

где $n_i^{\text{суд}}$ – число судов в i -ой шлюзуемой группе, ед. судов;

$t'_{\text{мст}}$ – продолжительность стабильного модельного периода, сут.

3. Вычисление навигационной ПС.

3.1. Определение продолжительности периода со стабильной ПС, сут.

$$t'_{\text{ст}} = t_{\text{нав}} - t_{\text{прх}}, \quad (4)$$

где $t_{\text{нав}}$ – продолжительность навигационного периода, сут. Определяется по датам начала и окончания шлюзований, публикуемым ГБУ.

3.2. Определение численного значения $n_{\text{то}}$.

3.3. Расчет значения эффективной суточной ПС (с учетом $n_{\text{то}}$), ед.суд./сут.:

$$P_{\text{сут}}^{\text{ШС}}' = P_{\text{сут}}^{\text{ШС}}'' - n_{\text{то}} \cdot \bar{n}^{\text{суд}}. \quad (5)$$

3.4. Вычисление ПС ШС за стабильный период, ед.суд./период:

$$P_{\text{ст}}^{\text{ШС}} = P_{\text{сут}}^{\text{ШС}}' \cdot t'_{\text{ст}}. \quad (6)$$

3.5. Вычисление ПС ШС за навигацию, ед.суд.:

$$P_{\text{нав}}^{\text{ШС}} = P_{\text{ст}}^{\text{ШС}} + P_{\text{прх}}^{\text{ШС}}. \quad (7)$$

Предлагаемая методика основана на использовании инструмента имитационного моделирования работы ШС.

В третьей главе исследованы возможности использования

предлагаемой методики определения ПС ШС на примере ВДСК. Рис. 1. иллюстрирует увеличение среднего времени прохождения судов через ВДСК. За 2000–2004 гг. время пропуска увеличивается по функции с экспоненциальной зависимостью, а навигационный судопоток – с логарифмической. Таким образом, при определенном значении судопотока время пропуска будет значительно увеличиваться, а число пропущенных судов останется практически неизменным.

Эта иллюстрация подчеркивает сложность организации судопропуска в предельных условиях эксплуатации ШС. Принимаемые схемы пропуска судов необходимо оценивать с помощью имитационного моделирования и выбирать вариант с максимальным значением ПС.

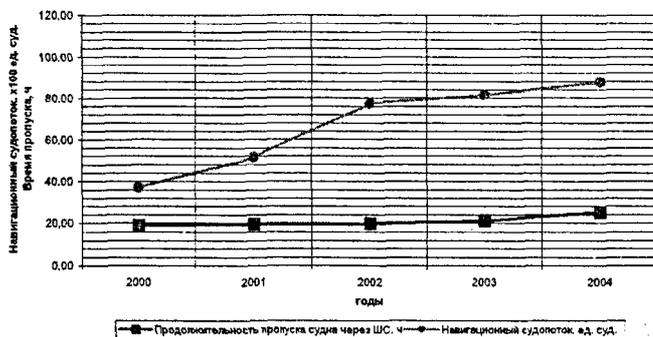


Рис. 1. Динамика навигационного судопотока и продолжительности судопропуска за 2002–2004 гг.

Для определения зависимости двух вышеизложенных показателей применяется метод аппроксимации и построения линии тренда.

Однако точное значение потерь судопотока, а следовательно и ПС, можно определить только для конкретных условий методом имитационного моделирования.

В настоящее время, в условиях наличия быстродействующих компьютеров, процесс моделирования может быть произведен многократно для различных значений исходных параметров. Можно варьировать числом ниток графика, интервалами между нитками, нормами ходового времени, нормами времени на шлюзование на каждом шлюзе, очередностью судопропуска «вверх» и «вниз» на

каждом шлюзе, начальными моментами времени судопропусков в каждом из направлений («вверх» и «вниз») и т. д. В результате имитационных экспериментов получены характерные зависимости, описывающие работу ШС в широком диапазоне условий. В диссертации подробно приводится методика имитационного моделирования. В ходе выполнения научно-исследовательской темы: «Исследование возможности повышения пропускной способности Волго-Донского судоходного канала» (дог. № 244201) была проведена апробация методики для участка шлюзов (№№ 1–9) ВДСК, общая схема трассы которого представлена на рис. 2.

Методика определения величины ПС ШС на базе имитационного моделирования состоит из трех блоков, ее отдельные элементы представлены ниже.

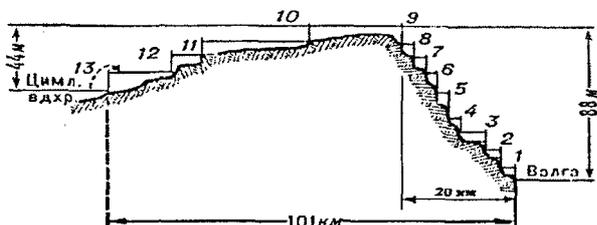


Рис. 2. Схема трассы Волго-Донского судоходного канала

1. Моделирование начальных моментов ниток графика по шлюзам № 1 (вверх) и № 9 (вниз) для заданного временного диапазона моделирования. Этот этап задает исходные значения, необходимые для описания определенной ситуации судопропуска.

2. Моделирование процесса судопропуска.

Созданная имитационная модель является дискретно-событийной. Она описывает правила взаимодействия элементов системы между собой в пространстве и во времени.

Приоритетом в пропуске обладает судно, прибывшее к шлюзу первым:

$$\tau_i = \min_{i, f, z} \left\{ \tau_{пр\ i/z} \right\}. \quad (8)$$

Осуществляется идентификация параметров судна (i, f, k_{if}), шлюза и направления судопропуска. Судно, прибывшее после на-

чала судопропуска, ожидает своей очереди шлюзования. Время продолжительности ожидания рассчитывается по выражению:

$$t_{\text{ож}_{ikfz}} = \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ если } \tau_{\text{пр}_{ifz}} \geq \tau_{\text{осв}_k} \\ \tau_{\text{осв}_k} - \tau_{\text{пр}_{ifz}}, \text{ если } \tau_{\text{пр}_{ifz}} < \tau_{\text{осв}_k} \end{array} \right\}, \quad (9)$$

где i – номер нитки графика судопропуска; при этом ниткам графика в направлении «вверх» присваиваются нечетные номера, а ниткам графика в направлении «вниз» – четные;

k – номер шлюза (1÷9);

f – номер моделируемых суток;

z – направление судопропуска ($z = 1$ – «вверх», $z = 2$ – «вниз»);

k_{if} – номер очередного шлюза для шлюзования судна, следующего по i -ой нитке графика в f -е сутки;

$\tau_{\text{пр}}$ – момент времени прибытия к k -му шлюзу судна, следующего по i -ой нитке графика в f -е сутки;

$t_{\text{ож}_{ikfz}}$ – продолжительность времени ожидания начала шлюзования в k -ом шлюзе судном, следующим по i -ой нитке графика в f -е сутки в направлении z , ч-мин;

$\tau_{\text{осв}_k}$ – момент времени освобождения k -го шлюза после предыдущего шлюзования (на начало периода моделирования все шлюзы принимаются свободными, т.е.

$t_{\text{осв}_k} = 0$ для $k = 1 \dots 9$), ч-мин.

3. Определение на основе результатов моделирования непосредственно величины ПС, как числа завершенных судопропусков за анализируемый период, и вспомогательных показателей, характеризующих степень эффективности работы ШС за моделируемый период времени:

– продолжительности среднего времени ожидания шлюзования судами с дифференциацией по шлюзам и направлениям движения:

$$\bar{t}_{\text{ож}_{ikfz}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{ож}_{ikfz}}}{n}; \quad (10)$$

- где $\sum_{i=1}^n t_{\text{ож.икт}}$ – суммарная продолжительность времени ожидания судопропуска у всех шлюзов анализируемого участка ШС на всех нитках, ч;
- n – число осуществленных судопропусков;

продолжительности среднего времени судопропуска с дифференциацией по направлениям движения:

$$t_{\text{суд}}^{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{ифз}}^{\text{суд}}}{n}; \quad (11)$$

- где $\sum_{i=1}^n t_{\text{ифз}}^{\text{суд}}$ – суммарная продолжительность времени судопропуска через все шлюзы анализируемого участка ШС на всех нитках, ч;

– коэффициента использования шлюзов по времени:

$$\varphi_{\text{кф}} = \frac{t_{\text{шл}}^{\text{одн}} n_{\text{кф}}^{\text{одн}} + t_{\text{шл}}^{\text{дв}} n_{\text{кф}}^{\text{дв}}}{1440}; \quad (12)$$

- где $t_{\text{шл}}^{\text{одн}}$ – продолжительность времени одностороннего судопропуска, мин.;

$n_{\text{кф}}^{\text{одн}}$ – суммарное количество односторонних пропусков;

$t_{\text{шл}}^{\text{дв}}$ – продолжительность времени двустороннего судопропуска, мин.;

$n_{\text{кф}}^{\text{дв}}$ – суммарное количество двусторонних пропусков;

1440 – количество минут в сутках;

– доли двусторонних шлюзований:

$$\alpha_{\text{сф}}^{\text{дв}} = \frac{n_{\text{кф}}^{\text{дв}}}{n_{\text{кф}}^{\text{дв}} + n_{\text{кф}}^{\text{одн}}}. \quad (13)$$

Подробно эта методика изложена в диссертации и опубликована в журнале «Речной транспорт XXI век» (№ 6, 2007 г., с. 62–64).

В работе приводятся результаты экспериментальных исследований с помощью имитационной модели на ЭВМ. Для апробации методики автором был создан программный продукт (ПП) ПРПРШС-2, позволяющий производить расчеты предельных состояний системы с использованием широкого диапазона исходных данных. ПП апробирован на контрольном примере, результаты мо-

делирования сопоставлены с существующим уровнем пропуска судов по ВДСК.

Основной целью создания программы ПРПРШС-2 является апробация методики расчета пропускной способности и предложенной автором методики моделирования предельных состояний ШС. В процессе достижения поставленной цели сформировался набор основных и второстепенных задач, которые могут быть решены посредством использования ПРПРШС-2.

Перечень задач, которые могут решаться ПРПРШС-2:

- определение зависимости изменения времени ожидания от величины судопотока;

- установление зависимости значения ПС ШС от параметров: продолжительности интервала приема судов от внешних границ ШС и моментов времени подхода судов к внешним границам ШС;

- определение мест скопления судов при заданных параметрах судопропуска (в зависимости от анализируемой схемы) и выбор условий, при которых они переместятся на существующие рейды;

- проведение эксперимента по оптимизации мест массовых скоплений судов на требуемых рейдах за счет регулирования скоростей хода и моментов начальных отправок в пределах разрешенных значений;

- определение изменения величины ПС в результате изменения скорости движения по участкам.

В рамках реферируемой диссертационной работы рассмотрена только задача определения судопропускной способности ШС за навигационный период, и дано наглядное представление структуры судопотока по параметру продолжительности рейса. Для решения этой задачи производятся вычисления по методике, изложенной во второй главе диссертации. Так как ПРПРШС-2, реализующая имитационную модель, может проводить расчеты с шагом интервала приема судов системой, равным 10 минутам, рассматриваются варианты интервалов: 40, 50, 60, 70 минут. Минимальное значение интервала обусловлено продолжительностью одного двустороннего шлюзования. Результаты моделирования представлены в виде графиков продолжительности времени пропуска судов через 9 шлюзов Волжской лестницы ВДСК в зависимости от номера очередного пропуска. На графике (рис.

учетом заданных параметров.

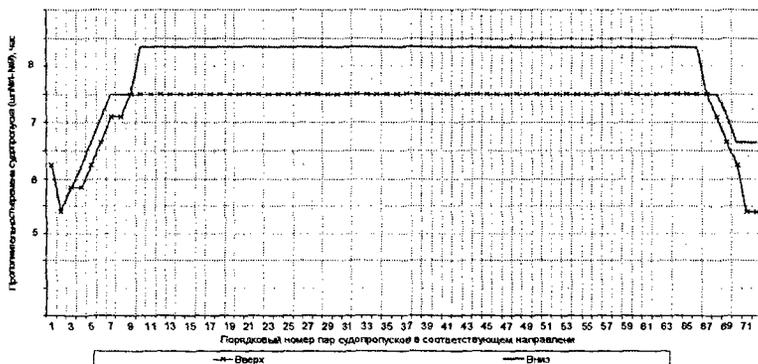


Рис. 4. График продолжительности времени пропуска судов через 9 шлюзов

Эти параметры установлены В.П. Зачесовым в его диссертационной работе на соискание ученой степени кандидата технических наук. Однако в настоящее время в качестве критерия оптимальности имеет смысл выбирать максимальное значение ПС, что является более сложной задачей, чем согласование отправок судов по времени занятости причалов и шлюзов.

Согласование множества расписаний при соблюдении указанных параметров весьма трудоемкое занятие. В настоящее время согласование представляет собой сложный, многоступенчатый процесс. Представители всех заинтересованных сторон собираются в заранее указанном месте и в рабочем порядке находят компромиссное решение, удовлетворяющее всех задействованных участников.

Автоматизация процесса согласования расписаний позволила бы не только обеспечить снижение трудоемкости процесса, то есть исключить многократные встречи и переговоры, но и расширить возможности по оптимизации использования ПС ШС. Ее можно реализовать по алгоритму, представленному на рис. 5.

После заполнения таблиц с исходными данными происходит оптимизация расписания по заранее заданным параметрам с целью повышения эффективности использования флота и качества предоставляемых услуг на туристических линиях.

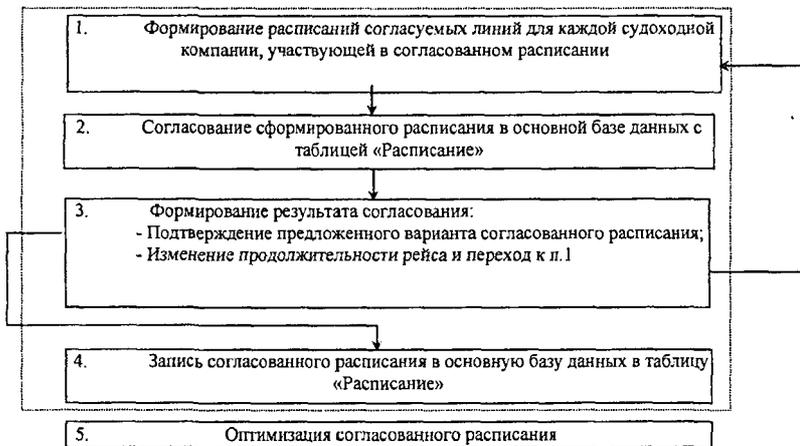


Рис. 5. Укрупненная схема формирования согласованного расписания туристических линий

Если в процессе оптимизации происходит корректировка расписания, на терминал, осуществляющий согласование расписания, подвергнутого изменению, приходит сообщение, информирующее об изменении и требующее либо подтверждения, либо отказа в заданный период времени. В случае игнорирования сообщения выбирается вариант с подтверждением.

В четвертой главе приведен расчет эффекта от организационных мероприятий, которые можно будет реализовать, если использовать методы планирования и оценки работы ШС с использованием имитационного моделирования. Обосновано применение дополнительной комплексной услуги в виде возможности ускорения пропуска судов с дорогостоящими грузами без ожидания своей очереди шлюзования. Услуга «Ускоренный пропуск» – это применение сквозного графика движения судна по трассе ШС. То есть судовладелец получает гарантию выполнения норм на прохождение участков водного пути при движении по определенному графику. При этом движение по заданной нитке графика будет значительно быстрее среднего времени прохождения судами водных трасс. Это связано с сокращением времени ожидания судами своей очереди шлюзования и с взаимным влиянием судов в системе, количеством односторонних и двусторонних судовопусков и др.

Время ожидания очереди шлюзования, в зависимости от сезона и характеристик шлюза, колеблется в интервале от 15 минут до нескольких суток. Денежные средства, взимаемые за эту услугу, должны быть использованы для проведения мероприятий по повышению ПС и безопасности движения флота по ШС.

Ниже приводится методика реализации услуги «Ускоренный пропуск судов». При этом существенным моментом является метод определения цены услуги.

Если число заявок превышает число возможных ниток графика, проводится выбор СК, который проходит в виде аукциона. Предметом торгов является возможность использовать свободную нитку графика для ускоренного прохождения ШС. Начальной ценой услуги на торгах может служить расчетная величина, полученная по выражению:

$$C_{\text{усл}} = k_p \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \overline{\Pi}_i^{\text{план}} \cdot \frac{t_{n_i}^{\text{шс}}}{t_{p_i}}}{n}, \quad (14)$$

- где i – индекс линии, для которой производится расчет;
 n – число линий, по которым производится расчет;
 k_p – коэффициент, учитывающий, процентное распределение прибыли между СК и ГБУВПиС;
 $\overline{\Pi}_i^{\text{план}}$ – средняя плановая рейсовая прибыль на i -ой линии, руб.;
 $t_{n_i}^{\text{шс}}$ – нормативное время следования по ШС судна, работающего на i -ой линии в обычных условиях, сут.;
 t_{p_i} – расчетное время следования на i -ой линии, сут.

Для обеспечения сохранности коммерческой тайны расчеты проводятся на основании данных, занесенных в анкеты без указания названия СК. Для определения коммерческой эффективности использования услуги производится расчет предельной эффективной продолжительности рейса по каждой линии для СК, принявших условия договоренности:

$$t'_{п.эi} = t_i^{\text{хр}} + \frac{\Pi'_{\text{рейс}i}}{\mathcal{E}_{\text{сут}i}}, \quad (15)$$

где t_i^{xp} – расчетное (наименьшее из возможных, ограниченное техническими параметрами работы ШС) время прохождения системы судном, работающим на i -ой линии, сут.;

$\Pi'_{\text{рей}}$ – расчетная относительная прибыль от рейса судна, работающего на i -ой линии, руб.;

$\mathcal{E}_{\text{сут}}$ – суточные расходы по содержанию судна, работающего на i -ой линии, руб./сут.

Прибыль относится к анализируемому участку ШС через коэффициент $k_{\text{отн}}$. Коэффициент определяется следующим образом:

$$k_{\text{отн}} = \frac{t_{\text{шс}}}{t_{p_i}}, \quad (16)$$

где t_{p_i} – продолжительность рейса на i -ой линии, сут.

Обоснован эффект от предложенных мероприятий с точки зрения СК. Увеличение продолжительности рейса приводит к увеличению затрат компании перевозчика, связанных с конкретным рейсом. Очевидно, что при фиксированной доходной ставке за перевозку груза, увеличение рейсовых затрат приводит к снижению прибыли от конкретного рейса вплоть до нулевого значения. Возможен вариант, когда из-за непредвиденного увеличения продолжительности рейса у компании-перевозчика появляются убытки от конкретного рейса.

Результаты моделирования работы ШС показали, что особенно в условиях, когда величина ПС ШС используется полностью, значение продолжительности судопропусков через ШС отличается от среднего значения даже при равных интервалах приема судов. На примере ВДСК установлено, что определенные ниток графика «вниз» можно использовать для реализации услуги «Ускоренный пропуск судов».

Исходя из гипотезы, что треть судопотока будет пропускаться с использованием предлагаемой услуги, можно спрогнозировать экономии затрат флота на прохождение данного участка ВДСК за эксплуатационный период, – она составит 166,7 тыс. тнж.-сут. Это будет соответствовать экономии расходов в размере 36,7 млн.руб. за навигацию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатами выполненных диссертантом исследований являются следующие научные достижения:

– проведено научное обобщение способов расчета и аспектов применения измерителей пропускной способности шлюзованных систем (ПС ШС) в зависимости от поставленных задач. Это позволит более точно применять данный показатель для количественной оценки качества оперативных решений и определения реального потенциала шлюзованной системы, как участка транспортной коммуникации;

– разработана методика оценки ПС ШС, позволяющая более гибко учитывать влияние фактора оперативного управления на величину ПС;

– создана имитационная модель работы ШС для режимов эксплуатации с минимальными резервами ПС, позволяющая реализовать обозначенную ранее методику на практике с целью получения оптимального варианта пропуска по критерию максимизации ПС ШС;

– создана методика согласования расписаний работы туристических судов и оптимального графика использования ШС, позволяющая повысить величину ПС за счет рационализации расписаний пассажирских судов;

– сформулирована концепция услуги «Ускоренный пропуск судов», осуществляемой на платной основе, доходы от реализации которой должны быть направлены на реализацию мероприятий по повышению ПС ШС;

– предложены организационные мероприятия по реализации услуги «Ускоренный пропуск судов», регламентирующие важные аспекты работоспособности услуги, при выполнении которых обеспечивается наибольший эффект.

Методика оценки величины ПС позволяет быстро и точно рассчитывать её значение для любого элемента пути: шлюза, системы шлюзов, системы шлюзованных путей. Это чрезвычайно важно при стратегическом планировании перспективных грузопотоков. Недооценка величины ПС приведет к недоиспользованию провозной способности флота, завышение значения ПС – к увеличению затрат времени на прохождение судами ШС.

Предложенная автором методика определения ПС ШС сопровождается имитационной моделью и компьютерной программой, позволяющей проводить расчеты с использованием вычислительной техники. Отличительной особенностью имитационной модели является возможность учитывать как технические, так и организационные параметры работы ШС за счет гибкого формирования параметров моделирования. Модель апробирована на контрольном примере (участок ВДСК – шлюзы №№ 1–9). Результаты апробации рассмотрены и одобрены на совещании при руководителе ФГОУ Волго-Донское ГБУВПиС 19 декабря 2005 г. Протокол совещания прилагается к диссертации.

Предложенная методика после адаптации может быть применена к таким ШС как: ВБВП, ББК, КИМ.

В ходе дальнейших исследований автор планирует применять полученные научные знания для решения ряда актуальных задач в области водного транспорта. Среди них задачи оперативного согласования расписаний движения пассажирского флота с целью повышения эффективности использования ШС; определения ПС транспортной системы, включающей в себя несколько ШС; автоматизации разработки оптимальной схемы судопропуска. Результаты данного диссертационного исследования предполагается использовать в «Навигационном тренажере по эксплуатации и безопасности движения судов», создаваемом на кафедре Управления транспортом ФГОУ ВПО «ВГАВТ».

РАБОТЫ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Основные результаты исследований опубликованы в следующих работах автора:

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:

Гусев, Д.Е. Об имитационной модели пропуска судов по шлюзованным системам / Д.Е. Гусев // Речной транспорт XXI век. – 2007. – № 6. – с. 62–64.

Прочие публикации

1. Гусев, Д.Е. Компьютерное моделирование транспортной сис-

системы. / Д.Е. Гусев // Труды / Волж. гос. акад. водн. тр-та. – Н. Новгород, ФГОУ ВПО ВГАВТ, 2004

2. **Гусев, Д.Е.** Компьютерное моделирование работы шлюзованной системы / Д.Е. Гусев // Великие реки – 2005 : тез. докл. на межд. фор. – Н. Новгород, 2005.

3. **Гусев, Д.Е.** К проблеме оптимизации использования пропускной способности шлюзованных систем / Д.Е. Гусев // Великие реки – 2006 : тез. докл. на межд. фор. – Н. Новгород, 2006.

4. **Гусев, Д.Е.** К вопросу использования информационных технологий в управлении шлюзованной системой / Д.Е. Гусев // Великие реки – 2006 : тез. докл. на межд. фор. – Н. Новгород, 2006.

5. **Гусев, Д.Е.** К проблеме разработки графика судопропуска для шлюзованных систем / А.А. Сазонов, Ю.Н. Уртминцев, Д.Е. Гусев // Труды / Волж. гос. акад. водн. тр-та. – Н. Новгород, 2006. – Вып. 17. – С. 67–71

6. **Гусев, Д.Е.** Обоснование тарифов за ускоренное прохождение судов по шлюзованным системам / Д.Е. Гусев // Великие реки – 2006 : тез. докл. на межд. фор. – Н. Новгород, 2007.

7. **Гусев, Д.Е.** К вопросу об ограничении судопотока на шлюзованных системах. / Д.Е. Гусев // Великие реки – 2006 : тез. докл. на межд. фор. – Н. Новгород, 2007.

8. **Гусев, Д.Е.** Методические основы системы составления согласованного расписания для туристических судов. – Н. Новгород, Тезисы Научно-методической конференция «Транспорт–XXI ВЕК», ФГОУ ВПО ВГАВТ, 2007

Авторское свидетельство

А.с. Эксплуатационный тренажер/Гусев Д.Е., Железнова Н.В., Железнов С.В., Никулина М.В., Нюркина Э.Е., Платов Ю.И./ № 2008613414 заявка № 2008612231, зарегистрирован 17 июня 2008 г.

Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Гарнитура «Таймс».
Ризография. Усл. печ. л. 1,1, Уч.-изд. л. 1,2.
Тираж 100 экз. Заказ 240.

Издательско-полиграфический комплекс ФГОУ ВПО «ВГАВТ»
603950, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5а