ВОДНЫЕ ПУТИ СООБЩЕНИЯ И ГИДРОГРАФИЯ

DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-2-337-345

DEVELOPMENT SYSTEM OF CONTROL AND INFORMATION SYSTEM FOR SAFETY OF NAVIGATION

A. V. Kayuda, M. A. Kolosov

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

The article analyzed accidents on inland waterways that have occurred when technological impacts of water transport (including the sluicing), natural effects and the overall estimated impact of these accidents. A revealed disadvantage allows to mark the lacks of exploitation of internal water-ways, normative base and actions of navigator. In the article totality of influencing factors is considered on safety at admission of ships through access duct and lock chamber, possible reasons and scenarios of accidents. And also dependence on these factors, charts of the modes of navigate ships necessary for a help to the navigators in determination of location of ship in the chamber of lock chamber and access duct. The article of research is choose the questions of safety of navigate ships through navigation lock. It presented several innovative options to reduce the accident rate in the navigation lock with the help of control and information system In the article all the components necessary for operation control and information system, such as equipment for controlling the speed, computer management software, signal-light equipment and informing signal - informing sound equipment. The article also assessed the possibility of using a variety of speed control systems ship in the approach channel and the navigation lock,, such as radio-navigation instrument landing system, satellite (GPS, Glonass), stationary (laser) laser system cross-sections. Considered arising from this problem and their solution. The basic recommendations, the installation of appropriate equipment for these systems. Proposed a phased action plan for the implementation and control information system.

Keywords: navigation lock, ship impact, system of control, safety of navigation, accident, navigator.

For citation:
Kayuda, Aleksandr V., and Mikhail A. Kolosov. "Development system of control and information system for safety of navigation." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 9.2 (2017): 337–345. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-2-337-345.

УДК 626.44

РАЗРАБОТКА КОНТРОЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОПРОПУСКА

А. В. Каюда, М. А. Колосов

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

В статье проанализированы аварии на внутренних водных путях, произошедшие при техногенных воздействиях водного транспорта (в том числе при шлюзовании), природных воздействиях и в целом оцениваются последствия этих аварий. Выявлены недостатки эксплуатации внутренних водных путей, нормативной базы и действий судоводителя. В статье рассмотрена совокупность факторов, воздействующих на безопасность при пропуске судов через подходные каналы и камеры шлюзов, возможные причины и «сценарии» аварий, а также зависимость от этих факторов, графиков режимов движения судов, необходимых для помощи судоводителям в определении местонахождения судна в камере шлюза и подходном канале. Предметом исследования выбраны вопросы безопасности движения судов через шлюзы. Представлен анализ современных систем контроля на шлюзах за движением судов. Представлено несколько инновационных вариантов для уменьшения аварийности в шлюзах с помощью контрольно-информационной системы. В статье предложены все компоненты, необходимые для работы контрольно-информационной

систем: оборудование для контроля скорости движения, компьютерная программа управления, сигнально-световое информирующее оборудование и сигнально-звуковое информирующее оборудование. Также в статье оценивается возможность применения различных систем контроля скорости судна в подходном канале и судоходном шлюзе: радионавигационная курсо-глиссадная система, спутниковая (GPS, Глонасс), стационарная (лазерная), система лазерных створов. Рассмотрены возникающие при этом проблемы и их решение. Сформулированы основные рекомендации установки соответствующего оборудования для данных систем. Предложен поэтапный план действий по внедрению контрольно-информационной системы.

Ключевые слова: судоходный шлюз, навал судна, система контроля, безопасность судоходства, авария, судоводитель.

Для цитирования:
Каюда А. В. Разработка контрольно-информационной системы обеспечения безопасности судопропуска / А. В. Каюда, М. А. Колосов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2017. — Т. 9. — № 2. — С. 337–345. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-2-337-345.

Введение

В судоходных шлюзах большую угрозу представляют техногенные воздействия во время судопропуска. Аварии происходят во время движения судна по подходному каналу или в камере судоходного шлюза. Самые масштабные аварии произошли 1994 г. в шлюзе Пермского гидроузла и 2004 г. в шлюзе Константиновского гидроузла. Тогда виновником аварии было само судно [1]. Эти аварии вызвали значительный простой шлюза.

Очень часто именно человеческий фактор становится одной из главных причин аварий [2], таких как затопление т/х «Булгария», столкновение т/х «А. Суворов» с опорой моста и прочие аварии. Гораздо меньше аварийных ситуаций происходит по причине отказа техники.

Одна из наиболее частых аварий в судоходном шлюзе — это навал на ворота шлюза. Судоводитель не дожидается разрешающего цвета светофора, идет на ворота шлюза, вследствие чего происходит навал. Также при входе в шлюз на управление судном влияют такие факторы, как поршневой эффект, влияние ветра, инерция судна, [3] и учесть их судоводителю без вспомогательной техники очень сложно. На данный момент в правилах судоводителей не уточняется, какой должна быть скорость судна в камере шлюза. Кроме требований двигаться со скоростью, обеспечивающей безопасность, ничего не сказано. Но если считать, что «безопасная» скорость должна быть малой, то именно при такой скорости судно теряет управляемость. Судно при движении входит в контакт с конструкцией шлюза и повреждает штрабной бетон ворот и рымов, стен, отбойную раму рабочих ворот, отрывает элементы ремонтных ворот, расположенных в нишах. При увеличенных скоростях судоводитель не успевает включить тормоз, и судно несётся в ворота наполненного шлюза, наваливаясь на них. Если судно двигается в обратном направлении (заходит в опорожнённую камеру), то удар происходит в стену падения верхней головы [4].

Постановка и описание задачи

Целью является разработка системы регулирования режимов движения судов в процессе судопропуска через шлюзы и предупреждение опасных взаимодействий с конструкциями шлюза (столкновение, навалы). Такая система должна позволить оценивать степень уменьшения скорости при подходе к шлюзу и помочь в определении распределения вероятных скоростей в отдельных точках при подходе к шлюзу. Основная задача — разработать специальные мероприятия для помощи судоводителям в определении местонахождения судна в подходном канале и камере, расстояния до ворот и скорости судна.

Система регулирования режимов движения

Все системы регулирования режимов движения судов должны включать следующие подсистемы:

I подсистема — включает оборудование контролирующее движение, установленная в камере шлюза и в подходных каналах шлюза. Их задача — фиксация нарушения режима движения судна.

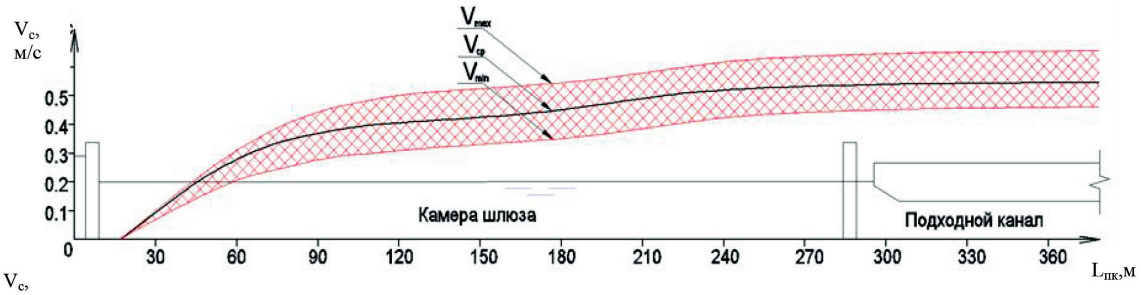
II подсистема — управляющая, включающая компьютерную программу, посредством которой начальник вахты на шлюзе задает нормативные режимы движения судна в зависимости от его типа (размера судна, его водоизмещения). Таких программ на шлюзе должно быть несколько (например, для судов грузоподъёмностью 5000 т, 3000 т, 2000 т, 1000 т).

III подсистема — сигнальная световая система, включающая световые сигналы, установленные на воротах, стенах зданий управления, мостовых пролётах. Их задача — привлечь внимание судоводителя и дать ему указание («*стоп*», «*сбавь ход*» и др.). Сигналы могут быть пульсирующими или типа «бегущая строка».

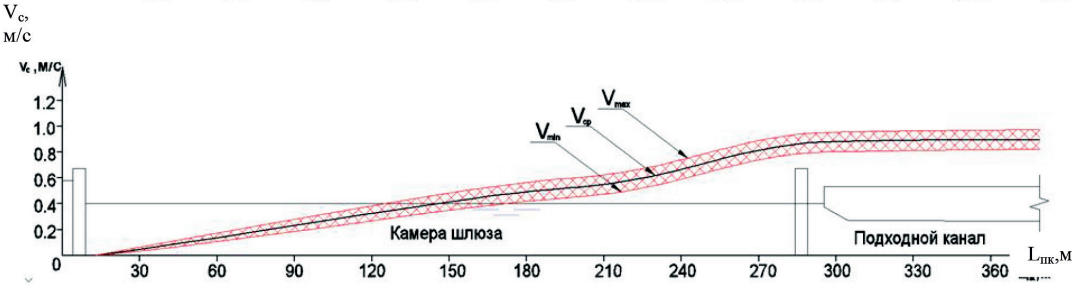
IV подсистема — сигнальная звуковая, т. е. дублирующая световую систему. Указания и предупреждения должны передаваться через радио в рулевую рубку. Возможна передача в рубку не только звукового, но и светового сигнала.

Для составления компьютерной программы управления необходимо знать значения безопасных режимов движения судов в подходных каналах и в камере шлюза. Такие режимы движения в виде графиков функций «*скорость – путь*» получены в результате натурных наблюдений, проводимых на шлюзах Волго-Донского канала, Волго-Балтийского водного пути, на шлюзах гидроузлов реки Волги. Эти наблюдения проводились в 60-е – 70-е гг. XX в. [5] с целью разработки оптимальных режимов движения судов для увеличения судопропускной способности шлюзов. Сейчас эти наблюдения могут быть использованы для разработки безопасных режимов движения судов. Такие графики скоростного режима необходимо составить для каждого шлюза и типа судна, проходящего через него (рис. 1). Необходимо закрепить в правилах прохождения судна через шлюз неукоснительное выполнение контроля движения судна, строго следуя по соответствующему скоростному графику. Учитывая габариты судна и камеры шлюза, гидродинамические, ветровые и прочие условия, специально разработанная система рассчитывает график скорости движения судна, выводит его судоводителю на экран и далее контролирует курс и скорость судна с помощью системы контроля движения.

а)



б)



в)

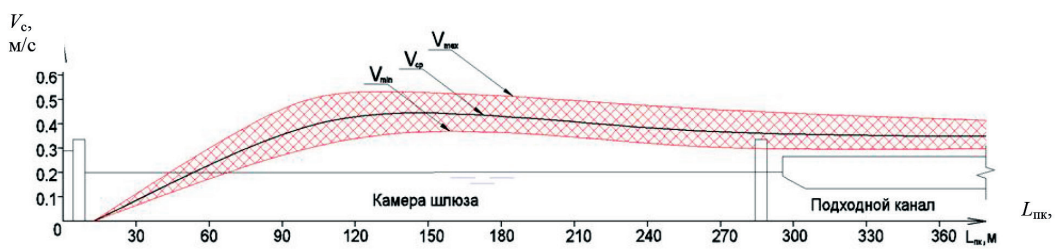


Рис. 1. Графики режима движения:
а — толкаемого состава; *б* — пассажирского судна; *в* — судна типа «Волга-Флот»

Создание графиков движения поможет учесть всю совокупность факторов, воздействующих на безопасность при пропуске судов через подходные каналы и камеры шлюзов. Они дадут возможность производить самооценку действий судоводителю, что значительно повысит безопасность судоходства.

Система контроля движения

На многих шлюзах установлены видеокамеры, которые должны помогать осуществлять контроль над процессом шлюзования. Применяемые системы видеонаблюдения не дают достаточной информации о местонахождении судна и расстоянии до ворот шлюза. Видеоизображение значительно искажает данные о реальной ситуации в шлюзе и подходном канале из-за места установки камеры, а также имеет ограниченный угол обзора. Поэтому увеличение количества камер видеонаблюдения в камере шлюза и использование современных систем машинного зрения [6] нерационально из-за большой погрешности данных.

Для безопасного входа судов в камеру шлюза целесообразно рассматривать следующие системы контроля движения судна:

– радионавигационная система контроля судна (курсо-глиссадная система);
– спутниковая (GPS, Глонасс) система навигации и измерения скорости движения судна;
– стационарная система измерения скорости движения судна «Лидар»;
– система лазерных створов.

Радионавигационная система контроля судна на основе курсо-глиссадной системы, применяемой в авиации, состоит из двух радиомаяков: курсового радиомаяка (КРМ) и глиссадного радиомаяка (ГРМ).

При работе КРМ формирует два сигнала, которые схематично можно показать вдоль траектории, по которой судно заходит в шлюз. Если судно находится точно на пересечении этих двух лепестков, то мощность обоих сигналов одинакова, соответственно разность их мощностей равна нулю и индикаторы прибора выдают «0». Это означает, что курс движения правильный. Если судно отклонилось влево или вправо, то мощность одного сигнала начинает преобладать над другим. И чем дальше от линии курса, тем больше преобладание сигнала.

ГРМ работает точно по такому же принципу, только в вертикальной плоскости. Следовательно, по глиссадному маяку можно отследить, на каком расстоянии находится судно. За счет разницы в мощности сигнала приемник точно устанавливает, насколько далеко судно от ворот шлюза и линии курса (рис. 2).

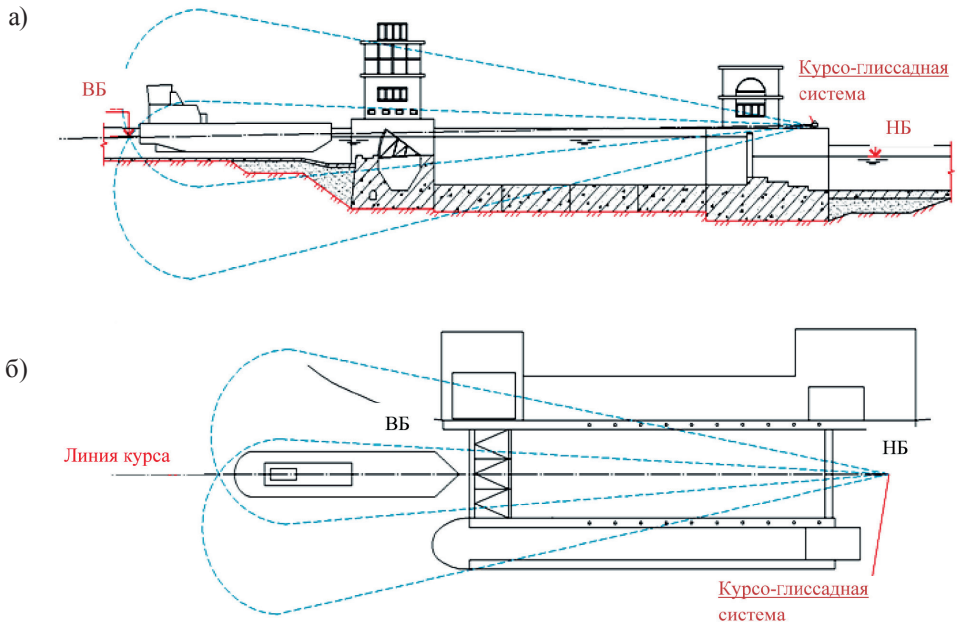


Рис. 2. Контроль процесса шлюзования при помощи радионавигационной системы контроля судна:
а — вид по линии курса; *б* — план
Условные обозначения: ВБ — верхний бьеф; *НБ* — нижний бьеф

Для получения судоводителем информации с помощью радионавигационной системы контроля судно должно быть оборудовано навигационными приборами, которые могут быть подобны пилотажно-навигационным приборам, применяемым в авиации для обеспечения экипажа информацией о положении судна относительно заданной линии пути в горизонтальной плоскости, сторон света, а также радиоориентиров при движении судна. Все данные поступают на приборы через радиоприёмник.

Спутниковые (GPS и Глонасс) — только эти две системы полностью обеспечивают бесперебойное покрытие всей земли и обеспечивают точными данными о местоположении пользователей. Данные, получаемые по спутникам, в последнее время создали значительную конкуренцию и стали альтернативными системам радионавигации. Однако GPS и Глонасс без вспомогательных средств недостаточно точны и надежны при их использовании для контроля процесса шлюзования. Разрабатываются разные способы повышения точности с систем дифференциальной коррекции: Wide Area Augmentation System (WAAS), (EGNOS). Однако на данный момент точность их работы достаточно мала для контроля процесса шлюзования, но с каждым годом она совершенствуется (рис. 3, *а*). Так, в 2015 г. точность позиционирования увеличилась до 1,4 м, к 2020 г. — до 0,6 м с дальнейшим доведением к 2025 г. до 10 см.

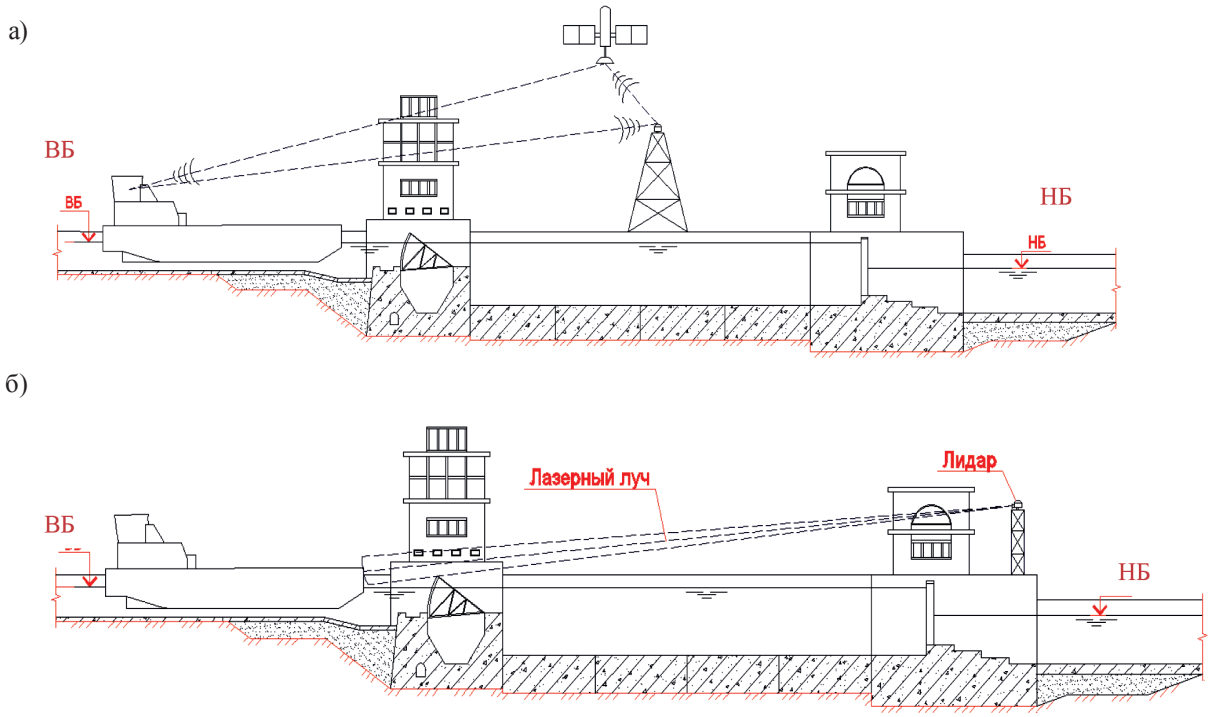


Рис. 3. Контроль процесса шлюзования:
а — при помощи спутниковой системы; *б* — при помощи системы «Лидар».
Условные обозначения: ВБ — верхний бьеф; *НБ* — нижний бьеф

Лазерный радар «Лидар» предназначен для измерения скорости движения и расстояния до судна. Измеренные скорости сравниваются с допустимыми значениями, в случае превышения подается сигнал на информационный монитор (рис. 3, *б*). Можно задать требуемое значение максимально измеряемой дальности: 50, 100, 150, 200, 250, 300, 999,9 м [10].

В отличие от радара, который определяет скорость объекта путем измерения доплеровского сдвига, «Лидар» вычисляет скорость путем определения времени, необходимого для того, чтобы «увидеть» отраженные световые импульсы (рис. 4). Время отклика прямо пропорционально расстоянию до цели, что позволяет значительно уменьшить погрешность измерения.

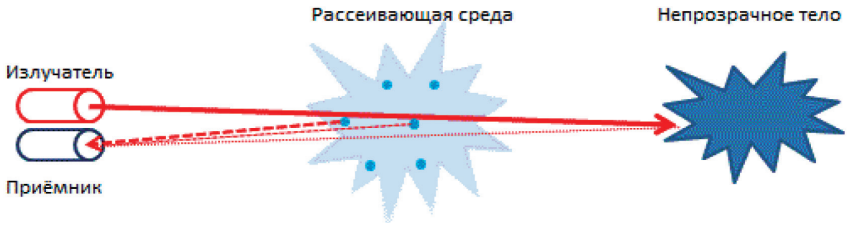


Рис. 4. Принцип действия лазерного радара

Система лазерных створов — это светотехническое устройство, установленное на берегу или на гидротехническом сооружении, формирующее световую створную зону с помощью нескольких лазерных излучателей [7]. Для обеспечения прохождения судна по каналу на берегу или на гидротехническом основании устанавливаются несколько лазерных створных маяков (ЛСМ). Лучи, генерируемые ЛСМ, движутся синхронно в горизонтальной плоскости из крайних положений навстречу друг другу, пересекаясь на оси створа, совмещенной с осью канала.

Лазерная система слежения состоит из лазерного сканера Hokuyo UTM-30LX-EW, который проводит измерения с большой рабочей дистанцией и полем зрения, камеры и специализированного компьютера с программным обеспечением, которое управляет данными со сканера и камеры. Частота сканирования выбирается исходя из условий удобства наблюдений с судна. Информация о движении судна с лазерных створов передается на пульт судоводителю и диспетчеру, в связи с чем принимаются меры для изменения скорости и корректировки движения судна (рис. 5).

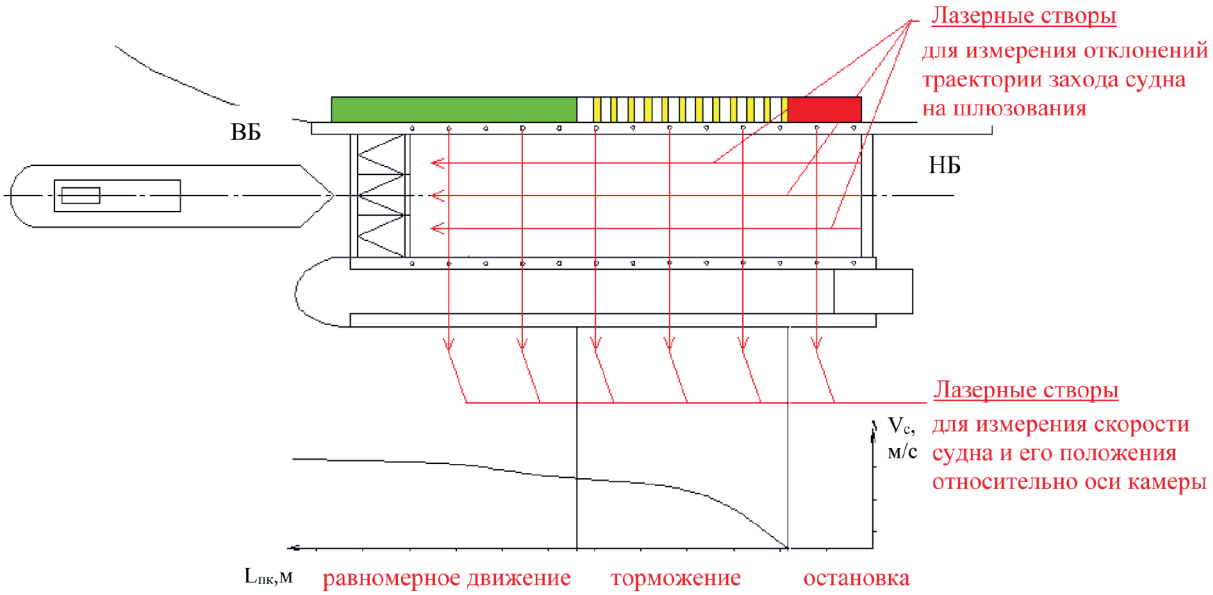


Рис. 5. Контроль процесса шлюзования при помощи системы лазерных створов:
$L_{ПК}$ — длина подходного канала и камеры шлюза; V_c — скорость судна;
ВБ — верхний бьеф; *НБ* — нижний бьеф

Система информирования судоводителя

Каждая система контроля шлюзования должна иметь сигнал, сообщающий о факте нарушения режима движения судна или неправильных действиях судоводителя. Рассмотрим схему расстановки таких сигналов для судоходного шлюза. Известно, что существующие системы управления движением судов включают светофоры, регламентирующие вход и выход судов, и стоповые огни, указывающие зону швартовки судов в камере. Дополнительно в шлюзах Волго-Балта введены визуальные указатели: широкая цветная полоса на воротах, номера швартовных рымов, установ-

ленные на стенках шлюза. Однако сигнала, указывающего о факте нарушения режима движения судна, шлюз не имеет. Отсутствуют такие системы и в рубке судна. Иногда начальник вахты, заметив неправильные действия судоводителя, пытается по радио предотвратить их последствия (навал на ворота). Однако такие сигналы или опаздывают, или не всегда правильно могут восприниматься судоводителем. Необходима автоматическая система, которая после получения данных с систем контроля движения выставляла бы сигнал, заставляющий судоводителя при любом его состоянии предпринять необходимые действия. Такой сигнал должен быть «шоковым», т. е. таким, чтобы судоводитель мог оценить опасность своих действий. Кроме того, сигнал должен дать указание судоводителю, какие действия он должен предпринять для выхода из опасного положения.

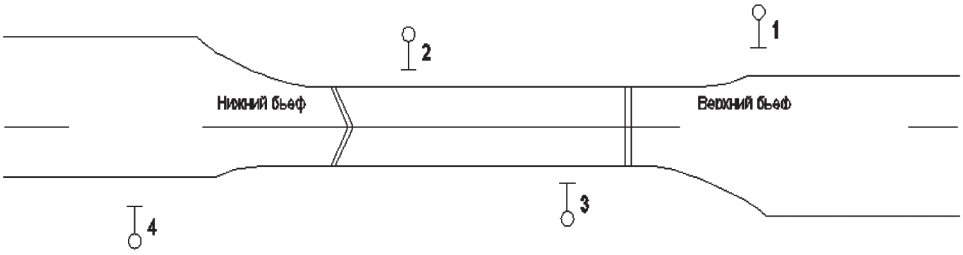


Рис. 6. Схема расстановки сигналов, информирующих о нарушениях движения судна:
1 — сигнал, предупреждающий удар в верхние (закрытые) ворота при движении судна сверху;
2 — сигнал, предупреждающий удар в нижние ворота при входе судна в камеру сверху;
3 — сигнал, предупреждающий удар в верхние ворота или в стенку падения при входе судна в камеру снизу;
4 — сигнал, предупреждающий удар судна в нижние (закрытые) ворота

Схема расстановки сигналов, информирующих о нарушениях, приведена на рис. 6, тип аварийных сигналов и рекомендуемое место их установки в шлюзах даны в таблице.

Расположение аварийных сигналов на шлюзе

Номер сигнала	Место	Функции сигнала	Аварийный сигнал	Место установки сигнала
1	Верхний подходной канал	Дает команду на остановку судна при движении его на закрытые ворота верхней головы;	Мигающий «Стоп»	Ворота верхней головы
		Информирует о скорости движения судна при входе в шлюз	Уменьшить скорость хода	Здание верхней головы
2	Камера шлюза	Информирует о скорости движения судна в камере шлюза во избежание удара в ворота	Мигающий «Стоп»	Ворота нижней головы с верхнего бьефа, здание управления на нижней голове
3	Камера шлюза	Информирует о скорости движения судна в камере шлюза во избежание удара в стенку падения	Уменьшить скорость хода	Ворота нижней головы, стена камеры
4	Верхний подходной канал	Дает команду на остановку судна перед закрытыми воротами нижней головы	Мигающий «Стоп»	Ворота нижней головы с нижнего бьефа
		Регламентирует скорость движения судна при входе в камеру	Уменьшить скорость хода	Здание нижней головы

Выводы

Имеющиеся для декларирования методики по контролю технического состояния и оценке безопасности судоходных гидротехнических сооружений не предусматривают анализ причин аварий, обусловленных движением флота в подходных каналах и шлюзах [8], [9]. В существующих декларациях безопасности судоходных ГТС не выявляется опасность природных воздействий (наводнения, землетрясения) [10], а также техногенные воздействия (удары и навалы судов). Из этого следует, что существующие нормативные базы и требования к безопасности на внутренних водных путях на данный момент имеют ряд недостатков. Однако с помощью предложенной в работе системы регулирования режимов движения и внесения поправок в нормативные базы, возможно:

– для каждого шлюза и, соответственно, для каждого судна установить нормативный режим движения как в подходных каналах, так и в камере шлюза;

– значительно снизить аварийность в подходных каналах и шлюзах и вследствие этого увеличить пропускную способность шлюза;

– уменьшить возможность ошибки и несогласованности действий диспетчера и судоводителя, так как судоводитель получает всю необходимую информацию об опасных отклонениях «напрямую» от системы.

Представленные причины происшествий во время шлюзования судна позволяют выбрать необходимые исходные данные для разработки нового информационно-предупредительного устройства, которое должно обезопасить процесс шлюзования судна и быть универсальным, надежным и долговечным в использовании. Внедрение данной системы значительно повысит безопасность движения флота в зоне судоходных шлюзов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Нычик Т. Ю.* Оценка уровня безопасности судоходных шлюзов: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.22.19 / Т. Ю. Нычик. — СПб.: Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова, 2015. — 23 с.

2. *Нычик Т. Ю.* Человеческий фактор — основная причина аварий в шлюзах / Т. Ю. Нычик, М. А. Колосов // Гидротехника. XXI век. — 2013. — № 2 (14). — С. 36–39.

3. *Дмитриев В. И.* Профессиональная пригодность судоводителей и безопасность плавания / В. И. Дмитриев, А. К. Гусев // Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 200-летию подготовки кадров для водного транспорта России. — СПб.: Изд-во СПбГУВК, 2009. — С. 72–74.

4. *Колосов М. А.* Безопасность судоходных шлюзов / М. А. Колосов, С. В. Обоймов // Гидротехника. XXI век. — 2012. — № 3. — С. 58–65.

5. *Фёдоров Г. Ф.* Исследование условий движения и пропуска судов типа «Волга Дон» через шлюзы ВДСК имени В. И. Ленина / Г. Ф. Фёдоров, Е. М. Шапошников // Сборник научных трудов ЦНИИЭВТ. — М., 1962. — С. 30–75.

6. *Удалов В. С.* Использование системы видеонаблюдения за процессом шлюзования для местоопределения судна в камере шлюза и подходных каналах // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2016. — № 4 (38). — С. 241–248. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-4-241-248.

7. *Сысоева С.* Актуальные технологии и применения датчиков автомобильных систем активной безопасности. — Ч. 6. Радары / С. Сысоева // Компоненты и технологии. — 2007. — № 68. — С. 67–76.

8. *Беллендир Е. Н.* Опыт применения федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» / Е. Н. Беллендир, Е. А. Филлипова // Гидротехника. — 2009. — № 2. — С. 35–36.

9. *Радкевич Д. Б.* Декларирование безопасности гидротехнических сооружений // Библиотечка гидротехника. Безопасность гидротехнических сооружений. Приложение к журналу «Гидротехническое строительство». — Вып. 2. — М.: НТФ «Энергопрогресс», 2000. — 83 с.

10. Сейсмическое микрорайонирование участков шлюзов № 2, № 5, № 11 и насосной станции № 32 Волгодонского судоходного канала: технический отчет по теме № 31/ГМ. — АО «Институт Гидропроект», 2009. — 151 с.

REFERENCES

1. Nychik, T.Yu. Otsenka urovnya bezopasnosti sudokhodnykh shlyuzov. Abstract of PhD diss. SPb.: Gos. universitet morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova, 2015.

2. Nychik, T. Yu., and M. A. Kolosov. "Chelovecheskii faktor — osnovnaya prichina avarii v shlyuzakh." *Gidrotekhnika. XXI vek* 2(14) (2013): 36–39.

3. Dmitriev, V. I., and A. K. Gusev. "Professional'naya prigodnost' sudovoditelei i bezopasnost' plavaniya." *Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoi 200-letiyu podgotovki kadrov dlya vodnogo transporta Rossii*. SPb.: Izd-vo SPbGUVK, 2009. 72–74.

4. Kolosov, M. A., and S. V. Oboimov. "Bezopasnost' sudokhodnykh shlyuzov." *Gidrotekhnika. XXI vek* 3 (2012): 58–65.

5. Fedorov, G. F., and E. M. Shaposhnikov. "Issledovanie uslovii dvizheniya i propuska sudov tipa «Volga Don» cherez shlyuzy VDSK imeni V.I Lenina." *Sbornik nauchnykh trudov TsNIIEVT*. M., 1962. 30–75.

6. Udalov, Victor Sergeevich. "Usage CCTV system for shiplocking process as ship positional tool in waterlock cell and adjoining channels." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 4(38) (2016): 241–248. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-4-241-248.

7. Sysoeva, S. "Aktual'nye tekhnologii i primeneniya datchikov avtomobil'nykh sistem aktivnoi bezopasnosti. Chast' 6. Radary." *Komponenty i tekhnologii* 68 (2007): 67–76.

8. Bellendir, E. N., and E. A. Fillipova. "Opyt primeneniya federal'nogo zakona «O bezopasnosti gidrotekhnicheskikh sooruzhenii»." *Gidrotekhnika* 2 (2009): 35–36.

9. Radkevich, D. B. "Deklarirovanie bezopasnosti gidrotekhnicheskikh sooruzhenii." *Bibliotechka gidrotekhnika. Bezopasnost' gidrotekhnicheskikh sooruzhenii. Prilozhenie k zhurnalu «Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo»; vyp.2*. M.: NTF «Energoprogress», 2000.

10. *Seismicheskoe mikroraionirovanie uchastkov shlyuzov № 2, № 5, № 11 i nasosnoi stantsii № 32 Volgo-donskogo sudokhodnogo kanala: tekhnicheskii otchet po teme № 31/GM*. AO «Institut Gidroproekt», 2009.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Каюда Александр Владимарович — аспирант
Научный руководитель:
Колосов Михаил Александрович
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: *abk_91@mail.ru*
Колосов Михаил Александрович —
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: *KolosovMA@mail.ru*, *kaf _gsk@gumrf.ru*

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Kayuda, Aleksandr V. — Postgraduate
Supervisor:
Kolosov, Mikhail A.
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg 198035,
Russian Federation
e-mail: *abk_91@mail.ru*
Kolosov, Mikhail A. — Dr. of Technical Sciences,
professor
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg 198035,
Russian Federation
e-mail: *KolosovMA@mail.ru*, *kaf _gsk@gumrf.ru*

Статья поступила в редакцию 7 февраля 2017 г.
Received: February 7, 2017.