

Обеспечение технологической безопасности судопропуска на Волго-Донском судоходном канале (информационно-управляющая система)



Тарасов В. В. начальник службы информационных технологий ФГУ Волго-Донское ГБУВПС

Понятие технологической безопасности

Нормативно-технические документы, регламентирующие оценку и контроль безопасности СГТС, на 90% рассматривают СГТС как напорное сооружение, то есть основными источниками опасности считаются воздействие гидростатического напора на конструкции и гидродинамическое воздействие потоков воды, образующихся при сообщении верхнего и нижнего бьефов. Естественно, что при этом основной упор делается на оценку прочностных характеристик сооружения. Все это, безусловно, важно. Однако при этом ни в одном документе, ни в материалах регулярно проводящихся научно-технических конференций и в практической эксплуатации сооружений не рассматриваются аспекты технологической безопасности.

Что же подразумевается под технологической безопасностью?

Во-первых, судоходный шлюз предназначен для пропуска судов, то есть для перемещения судов в вертикальном направлении из одного бьефа в другой. Это означает, что шлюз является транспортным средством. А транспортное средство является источником повышенной опасности. При этом опасности могут подвергаться и взрывоопасные, и пожароопасные грузы, и экологически вредные вещества, и, наконец, люди – команда судна и пассажиры, причем их количество при одном шлюзовании может превышать 1000 человек.

Вторым фактором технологической опасности судоходного шлюза является то, что в отличие от статических ГТС (дамб, плотин и т. д.), шлюз является объектом динамическим, то есть обеспечивает периодическое сообщение верхнего и нижнего бьефов посредством промежуточного звена-камеры. Надо отметить, что для обеспечения этого периодического сообщения необходимо производить маневрирование рабочими органами шлюза в соответствии с четким алгоритмом. Всякое отклонение от этого алгоритма в результате либо сбоя в

Алгоритмическая структура ИУС ТБС

Система является аппаратно-программным комплексом, предназначенным для автоматизированного управления процесса судопропуска через судоходные шлюзы Волго-Донского судоходного канала, контроля корректности выполнения операций по маневрированию рабочими механизмами шлюза и регистрации технологического процесса на основании кибернетической модели взаи-

работе оборудования, либо в результате ошибок оперативного персонала может привести к крупным авариям, даже катастрофам. Естественно, напрашивается вывод, что для предотвращения аварий на сооружениях необходимо иметь технические средства, позволяющие контролировать выполнение алгоритмов управления на основании информации от независимых источников, используемых в схемах управления.

Третьим фактором технологической опасности судоходного шлюза является постоянное взаимодействие в процессе судопропуска двух объектов повышенной опасности – объекта управления (шлюза) как транспортного средства и напорного сооружения и объекта обслуживания (судна) как транспортного средства. Опасность этого взаимодействия усугубляется так называемым человеческим фактором, то есть в процессе взаимодействия объекта управления с объектом обслуживания участвуют, как минимум, два лица, принимающие решения, – начальник вахты шлюза, с одной стороны, и судоводитель – с другой. Естественно, что безопасность судопропуска зависит не только от технического состояния сооружения и оборудования, но и от субъективных факторов – квалификации указанных выше лиц, их физиологического и психологического состояния и т. д.

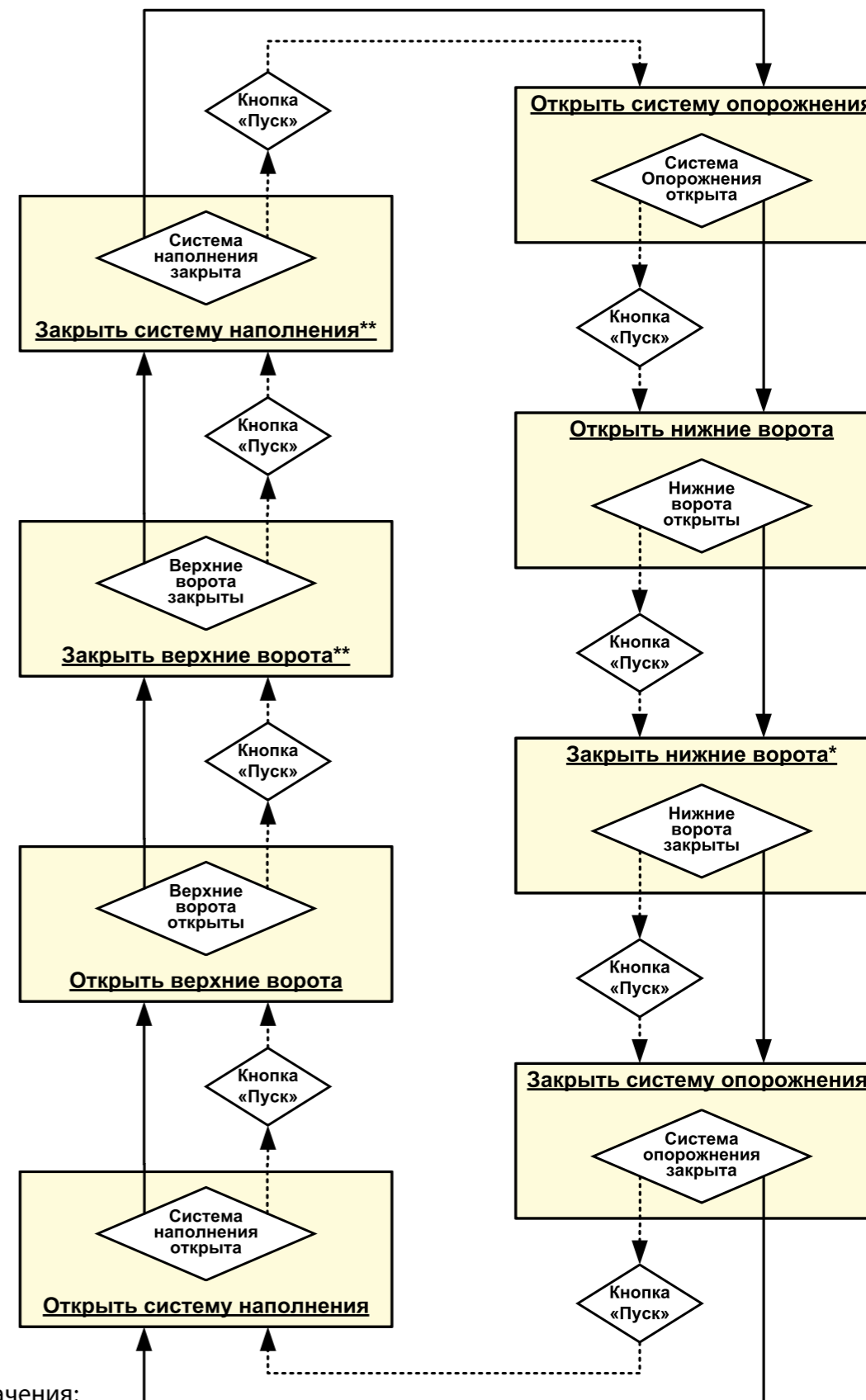
Для того чтобы свести к минимуму влияние перечисленных факторов на безопасность функционирования судоходных ГТС, для того чтобы судоходный шлюз, как особо опасный объект, мог безотказно, устойчиво и безаварийно выполнять свои функции, необходимо обеспечить управление технологическим процессом функционирования рабочих органов шлюза и их механизмов на достаточном уровне информационного обеспечения и диагностики.

В навигацию 2010 г. на шлюзах №№ 1, 3, 5 Волго-Донского судоходного канала введена в эксплуатацию информационно-управляющая система технологической безопасности судопропуска.

модель взаимодействия объекта управления (шлюза) и объекта обслуживания (судна).

Технологический процесс пропуска судов через судоходный шлюз можно представить совокупностью двух моделей, служащих одной цели:

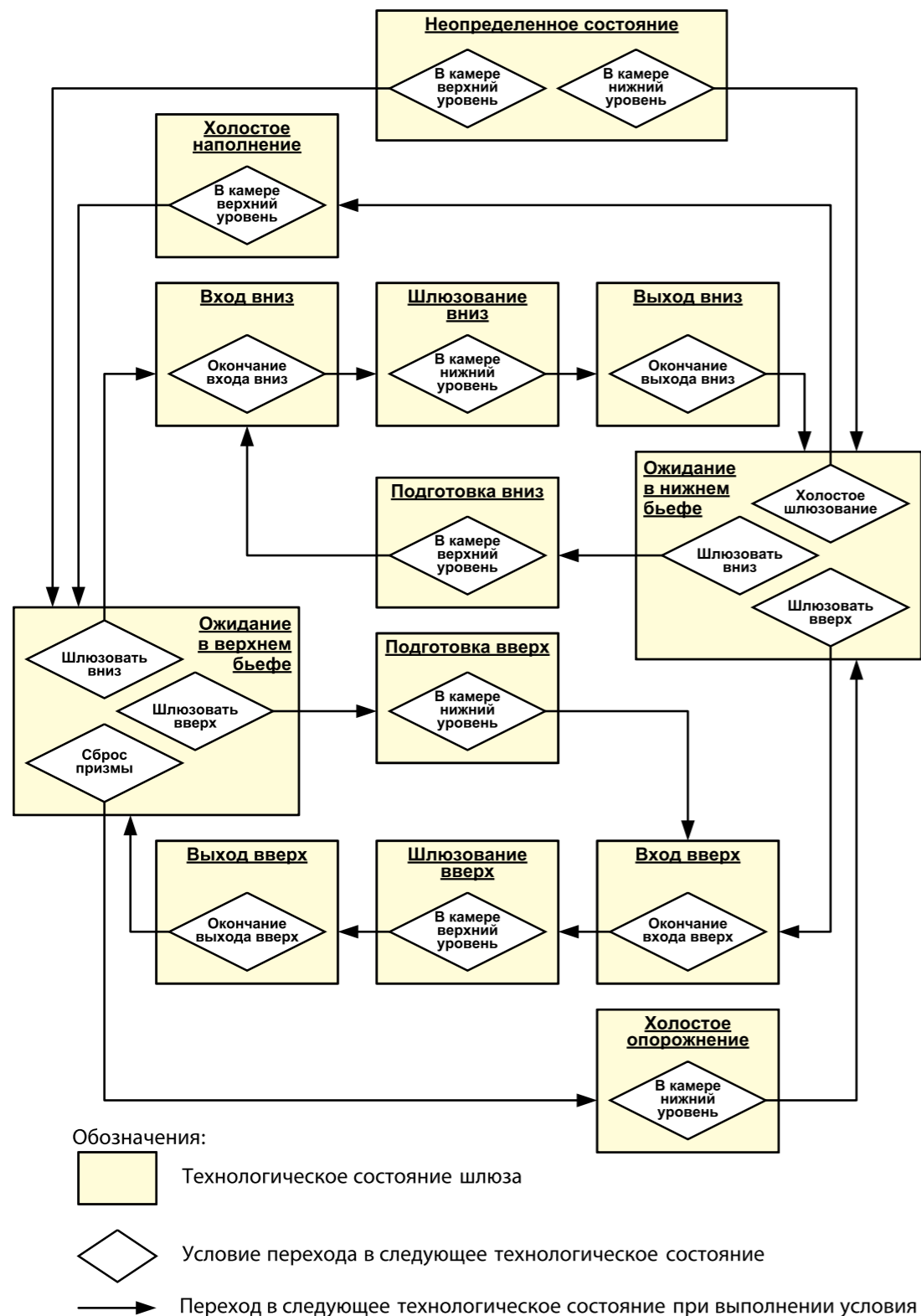
- взаимодействие объекта управления (шлюза) с объектом обслуживания (судном);
- технологически корректная последо-



Обозначения:

- Технологическая операция. Технологические операции, отмеченные знаками (*) и (**), могут осуществляться соответственно параллельно
- Условие выполнения технологической операции
- Режим автоматизированного непрерывного управления судопропуском
- Режим автоматизированного пошагового управления судопропуском

Рис. 2. Алгоритм управления технологическими состояниями для однокамерного шлюза



вательность маневрирования рабочими механизмами шлюза.

Последовательность маневрирования рабочими механизмами шлюза является процедурно ориентированной составляющей, то есть в ее основу положены алгоритмы объектов, которые состоят из обобщенного множества операций, определяющих поведение этих объектов, и может, в общем случае, быть описана следующим графом

технологического цикла (рис. 1).

Условия перехода от одной операции к другой вырабатываются на основании информации от датчиков положения рабочих органов шлюза. Процесс взаимодействия объекта управления (шлюза) с объектом обслуживания (судном) является объектно-ориентированной составляющей, предусматривающей анализ отношений, в которых находятся объекты, взаи-

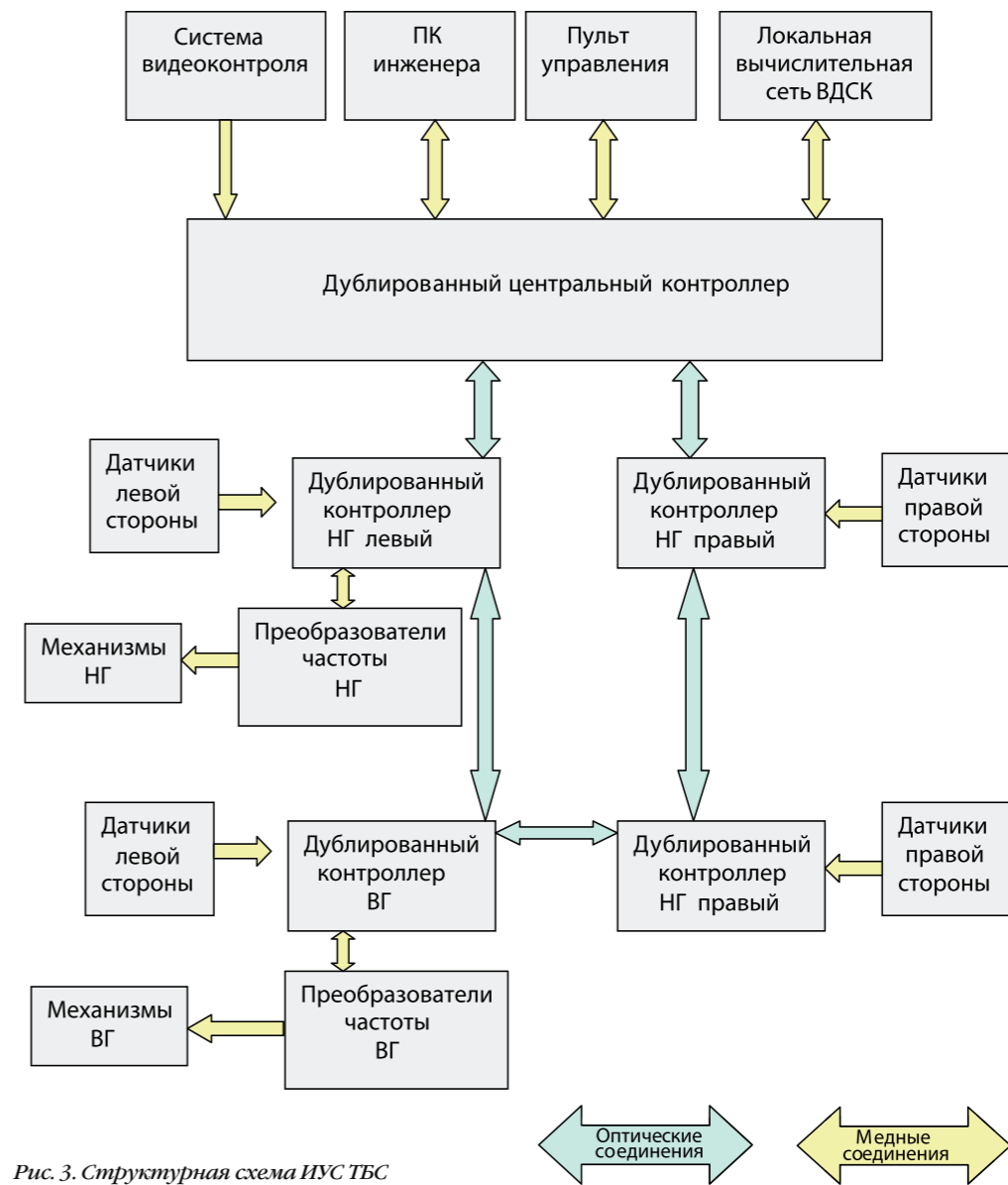


Рис. 3. Структурная схема ИУС ТБС

модействующие между собой и с внешним миром.

Система построена на основе компьютерной модели технологического процесса – пропуска судов через судоходный шлюз как взаимодействие объекта управления с объектом обслуживания.

В предлагаемой модели технологического процесса судопропуска процесс разбивается на следующие технологические состояния (рис. 2).

Условия перехода из одного технологического состояния в другое вырабатываются на основании информации:

- о направлении текущего и последующих шлюзований. Данная информация вводится в компьютер начальником вахты шлюза в диалоговом режиме или принимается по селекторному каналу от диспетчера канала;
- о взаимном расположении объектов управления и обслуживания. Данная информация формируется на основании цифрового анализа информации с видеокамер наружного наблюдения;
- об уровне воды в камере шлюза. Данная информация поступает в компьютер с датчиков уровня воды.

На основании сравнения в реальном времени текущего состояния объекта управле-

ния – судоходного шлюза и его взаимодействия с объектом обслуживания – судном система выполняет следующие функции:

- автоматизированное управление процессом судопропуска через судоходные шлюзы;
- контроль корректности выполнения операций по маневрированию рабочими механизмами шлюза;
- контроль безопасности взаимодействия объекта управления (шлюза) и объекта обслуживания (судна);
- регистрация хода технологического процесса;
- формирование информации для верхнего яруса диспетчерского управления движением по каналу;
- автоматизированное ведение оперативной документации.

Следует отметить, что источники информации для функционирования первой и второй модели технологического процесса различные, что позволяет значительно уменьшить вероятность выработки некорректной команды.

Структурная схема информационно-управляющей системы технологической безопасности судопропуска изображена на рис. 3.

Рис. 4. Цифровой датчик угла поворота



Рис. 5. Аналоговые датчики нагрузки цепей



Рис. 6. Частотно регулируемый инвертор



Рис. 7. Программируемый логический контроллер



Рис. 8. Центральный пульт управления



Рис. 9. Автоматизированное рабочее место диспетчера канала



Аппаратная структура ИУС ТБС

ИУС ТБС представляет собой распределенную трехуровневую систему управления технологическим оборудованием шлюза. Нижний уровень системы включает в себя датчики (рис. 4, 5), исполнительные устройства, токоприемники технологического оборудования шлюза. Для управления электродвигателями используются частотно регулируемые инверторы (рис. 6).

Средний уровень системы базируется на высоконадежных, дублированных промышленных контроллерах (рис. 7) и сетевых удаленных модулях передачи сигналов, обеспечивающих как получение сигналов от датчиков, так и выдачу управляющих сигналов на исполнительные элементы системы. Удаленные модули передачи сигналов объединены промышленной сетью DeviceNet.

Для повышения надежности системы все удаленные модули передачи сигналов разделены функционально на четыре сети, при этом сети № 1 и № 2 предназначены для сбора/выдачи сигналов внутри сборок шкафов, а сети № 3 и № 4 — для сбора сигналов с аппаратуры, территориально расположенной вне сборок шкафов.

Контроллеры среднего уровня объединены промышленной сетью Controller Link, представляющей собой оптическое, отказоустойчивое кольцо. Сетевые модули контроллеров резервированы. Каждая сборка шкафов снабжена жидкокристаллическим цветным графическим терминалом, предназначенным для оперативного вывода инженерной и диагностической информации по месту установки сборки шкафов.

Верхний уровень системы содержит пультовое оборудование диспетчерской (рис. 8), шкаф центрального управления с центральным контроллером и компьютер промышленного исполнения.

Центральный контроллер отрабатывает общесистемные алгоритмы, формирует задания для контроллеров среднего уровня и осуществляет решение логических задач, связанных с работой оборудования центральной диспетчерской шлюза (рис. 9). Компьютер осуществляет запись и хранение необходимых архивов и ведение журнала событий в режиме реального времени.

Конструктивное исполнение ИУС ТБС

Оборудование, входящее в состав ИУС ТБС, распределено по зданиям шлюза и установлено в непосредственной близости от объектов управления и датчиков. В системе предусмотрено дублирование (резервирование) основных функций, в результате чего однократный отказ оборудования не приводит к остановке выполнения технологического цикла судопропуска.

Оборудование ИУС ТБС монтируется в монтажных шкафах, которые сгруппированы в сборки шкафов, расположенные в зданиях устоев шлюза.

Режимы управления

ИУС ТБС обеспечивает следующие режимы управления технологическим процессом судопропуска:

- автоматический режим. В этом режиме осуществляется ввод в программу информации о направлении судопропуска, о готовности судна к шлюзованию, об окончании судопропуска. Необходимое условие – исправность как основного, так и дублирующего оборудования всего шлюза. Переход от одной операции к другой при совпадении логических условий основного и дублирующего каналов;
- цикловой режим. В этом режиме осуществляется ввод в программу информации о направлении судопропуска, о готовности судна к шлюзованию, об окончании судопропуска и подтверждение кнопкой «Пуск» начала последующей операции. Необходимое условие – исправность основного или дублирующего оборудования всего шлюза;
- режим отдельного дистанционного управления маневрированием механизмами. В этом режиме осуществляется ввод в программу с центрального пульта информации о необходимости маневрирования определенной группой механизмов;
- режим местного управления маневрированием механизмами. В этом режиме имеется возможность при санкционированном доступе вывода из работы действия технологических и защитных блокировок.

Внедрение информационно-управляющей системы технологической безопасности судопропуска на шлюзах Волго-Донского судоходного канала позволило значительно повысить надежность работы сооружений, уровень безопасности, а также снизить эксплуатационные расходы.