

# КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СУДОПОДЪЕМНЫМ КОМПЛЕКСОМ ТИПА СЛИП

УДК 65.011.56:626.54

**ОМЕЛЬЧУК Антон Анатольевич**

старший лаборант кафедры технической кибернетики Херсонского национального технического университета

**Научные интересы:** компьютеризированные системы управления; оптимизация управления судоподъемными комплексами.

**E-mail:** steel\_john@mail.ru.

## ВВЕДЕНИЕ

На многих отечественных и зарубежных судостроительных (судоремонтных) предприятиях для перемещения судна при спуске на воду и подъеме на сушу используются судоподъемные комплексы типа слип. Процесс перемещения массивного объекта, который осуществляется с помощью сложной многоприводной системы, сопряжен с определенными трудностями, обусловленными наличием внешних и внутренних факторов случайного характера. В настоящее время для оперативного управления современными техническими комплексами

широко внедряются компьютерно-интегрированные системы.

## АНАЛИЗ

Судоподъемный комплекс – это сложная электромеханическая система, для управления которой целесообразно использовать средства автоматизированных систем. Вид судоподъемного комплекса типа слип представлен на рис. 1.

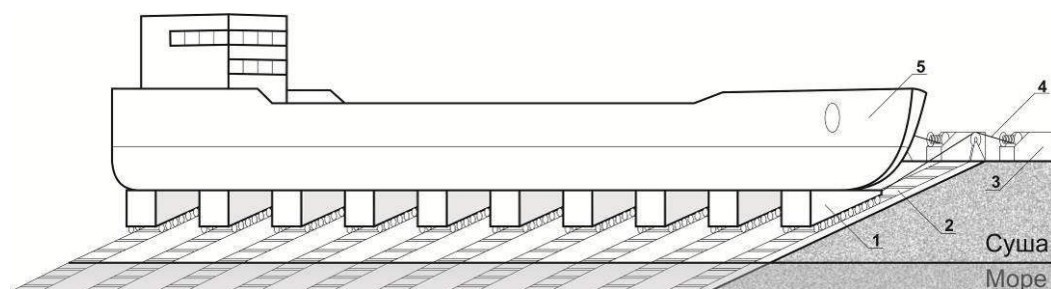


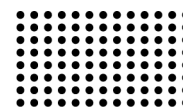
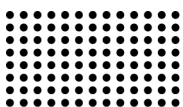
Рис. 1. Схема поперечного слипа:

1 — косяковые тележки; 2 — рельсовые пути; 3 — электроприводы; 4 — тросы; 5 — судно.

Для спуска или подъема с помощью слипа судно устанавливается на специальные, так называемые косяковые тележки (1), которые передвигаются по рельсовым путям (2), расположенным на наклонной плоскости под углом  $6^\circ - 10^\circ$ . Каждая судовозная тележка приводится в движение отдельным электроприводом (3) с помощью стального троса (4). Тележки имеют возможность независимо друг от друга двигаться по рельсам вниз (вверх), при

этом основной задачей при спуске (подъеме) судна (5) является согласованное движение судовозных тележек, при котором судно должно равномерно перемещаться с заданной скоростью без перекосов [1].

Все элементы электромеханической системы (судовозные тележки, трансбордеры, рельсовые пути, тросы, редукторы, полиспасты, электродвигатели, компоненты силовой части) с момента постройки слипов и до сего-



дняшнего дня практически не обновлялись, имеют соответствующий износ, связанный с интенсивными нагрузками во время эксплуатации и разрушающим воздействием окружающей среды, однако, они еще не выработали свой ресурс. С другой стороны, системы управления, которыми оснащались слипы при постройке, уже морально устарели и не справляются с проблемами, возникающими при функционировании судоподъемных сооружений. Не смотря на существование нормативных правил технической эксплуатации слипов и эллингов [2], пошагово описывающих необходимую последовательность действий при подготовке и производстве судоподъемных работ, в процессе реальной эксплуатации поперечных слипов возникают такие проблемы, как перекося судна, сход судовозных тележек с рельсовых путей, как следствие, возникновение нештатных и аварийных ситуаций [3]. Основной причиной этого является неравномерность нагрузки на электроприводы, и, соответственно, перегрузка электродвигателей и тросов.

Капитальный ремонт слипа предполагает существенные финансовые затраты, в то время как стоимость модернизации системы управления на несколько порядков ниже. Развитие электронной техники позволяет создавать более совершенные, сравнительно недорогие компьютеризированные и микропроцессорные системы управления, обладающие высоким быстродействием.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью исследований является рассмотрение возможности создания современной компьютеризированной системы управления (КСУ) судоподъемным комплексом для повышения надежности функционирования сложной многоприводной системы при перемещении связанного объекта «судно-тележки».

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На современном этапе для управления сложными техническими комплексами зачастую внедряются компьютеризированные системы управления. Характерной чертой для подобных систем является наличие нескольких уровней управления. Для управления судоподъемным комплексом типа слип целесообразно использовать двухуровневую систему управления. Первый (нижний) уровень используется для непосредственного управления отдельными электроприводами слипа, в то время как

второй, верхний уровень системы, служит для осуществления определенной стратегии спуска или подъема судна [4]. Функциональная схема системы управления слипом приводится на рис. 2.

Нижний уровень управления состоит из  $n$ -го количества модулей, точное число которых зависит от количества тележек слипа. Слипковая тележка приводится в движение своим электроприводом, вследствие чего, для синтеза управления в локальной системе нижнего уровня необходимо использовать информацию о нагрузке (натяжении троса) и параметрах работы электродвигателя. Каждый из модулей управления нижнего уровня представляет собой микропроцессорную систему, однако, ввиду применения на слипах различных электродвигателей (асинхронные двигатели с короткозамкнутым или фазным ротором, двигатели постоянного тока) они могут иметь разное устройство.

Верхний уровень системы управления реализуется с помощью контроллера, набора соответствующих модулей для ввода/вывода данных, образующих центральный блок управления (ЦБУ), задача которого заключается в согласовании работы локальных систем нижнего уровня (ЛСУ) с целью стабилизации вращательных движений судна на слипе и поддержания его равномерного поступательного движения.

Эффективная работа центрального блока управления возможна при условии наличия соответствующего алгоритма, специальной базы данных, адекватной математической модели процесса перемещения судна на слипе и своевременной информации от подсистемы мониторинга о положении тележек, скорости их перемещения, натяжении троса каждой тележки, значении тока в цепях электродвигателей, наличии перекося судна и от модулей управления нижнего уровня.

В результате обработки данных ЦБУ должен генерировать команды для ЛСУ, представляющие собой сигналы задания (эталонные значения параметров нагрузки на приводы), которые должны обрабатываться контроллерами нижнего уровня.

Пульту судоподъемного комплекса должна обеспечиваться аппаратно-программными средствами автоматизированного рабочего места (АРМ).

Осуществлять непрерывный мониторинг, контроль и управление параметрами технологического процесса оператору позволяет осуществлять SCADA-система. Раз-

работанные модели, теоретико-методологические подходы и рекомендации могут быть использованы для системы поддержки принятия решений, разрабатываемой в составе КСУ.

Системы поддержки принятия решений (СППР) включает в себя следующие компоненты: базы данных (БД), подсистему моделирования, подсистему решения задач, диалоговую подсистему, подсистему передачи данных и подсистему обработки информации.

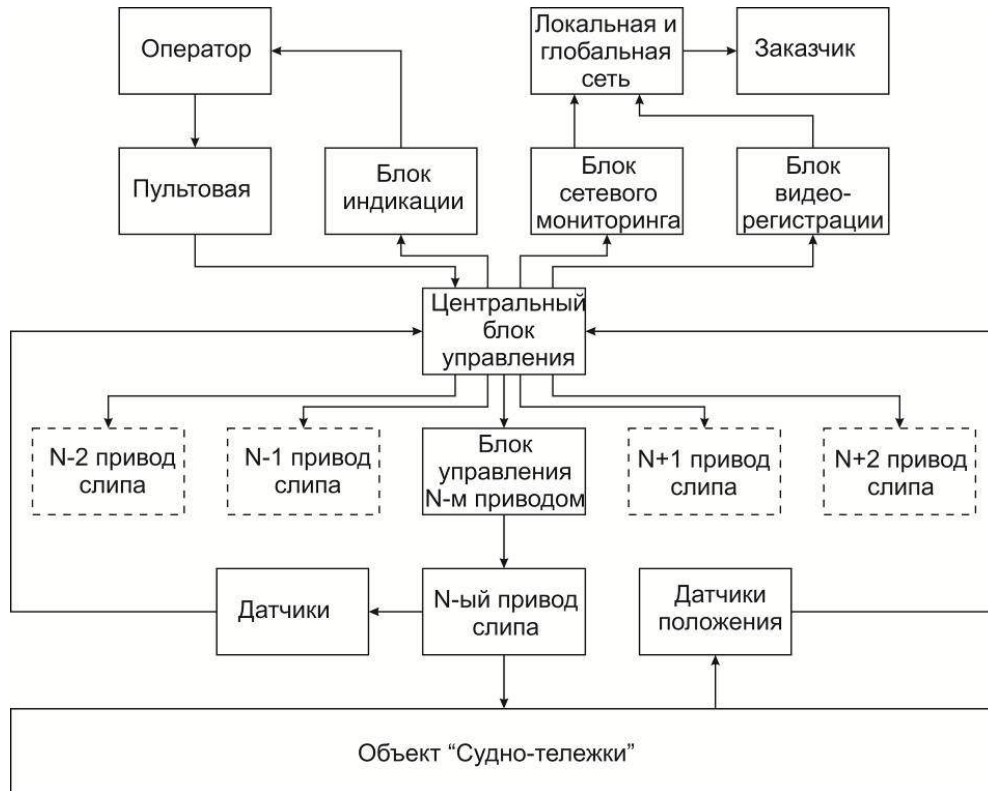


Рис. 2. Функциональная схема системы управления слипом

Структура СППР представлена на рис.3.

Данные о типе судна, паспорт установки судна на тележки слипа, а также, разработанная техническим отделом предприятия, схема подъема судна на слип, могут быть внесены в базу данных СППР. В базе данных должна храниться информация о как можно большем количестве судов, которые может обслуживать текущий слип, поскольку немаловажную роль играет ожидаемое распределение нагрузки между судовозными тележками, а координаты центра тяжести судов, ввиду их неодинаковой конструкции и архитектуры, различаются. Наличие и развитие такой базы данных позволяет не только автоматизировать слип, но и сократить время подготовки к судоподъемным или спусковым операциям.

Информация о метеоусловиях и их влиянии на работу слипа также должна храниться в базе данных. Спуск судна

необходимо осуществлять при благоприятных погодных условиях. Однако, из-за ограничений, налагаемых сроками постройки/ремонта и сдачи судна заказчику, а также обусловленных уменьшением простоя оборудования, откладывать судоподъемные работы может быть проблематично, поэтому необходимо обеспечивать контроль погодных факторов, чтобы иметь возможность провести спуск судна при удовлетворительных метеоусловиях.

Подсистема моделирования должна содержать разработанные модели основных узлов слипа и моделировать работу судоподъемного комплекса на основе использования данных, вводимых оператором или получаемых из базы данных, помогая оператору оценить ход работ и принять решение об управлении судоподъемным комплексом с помощью подсистемы решения задач.

Подсистема передачи данных связывает СППР с информационно-измерительной подсистемой и ЛСУ ниже-

го уровня. Диалоговая подсистема на современном этапе обычно реализуется посредством SCADA-системы.

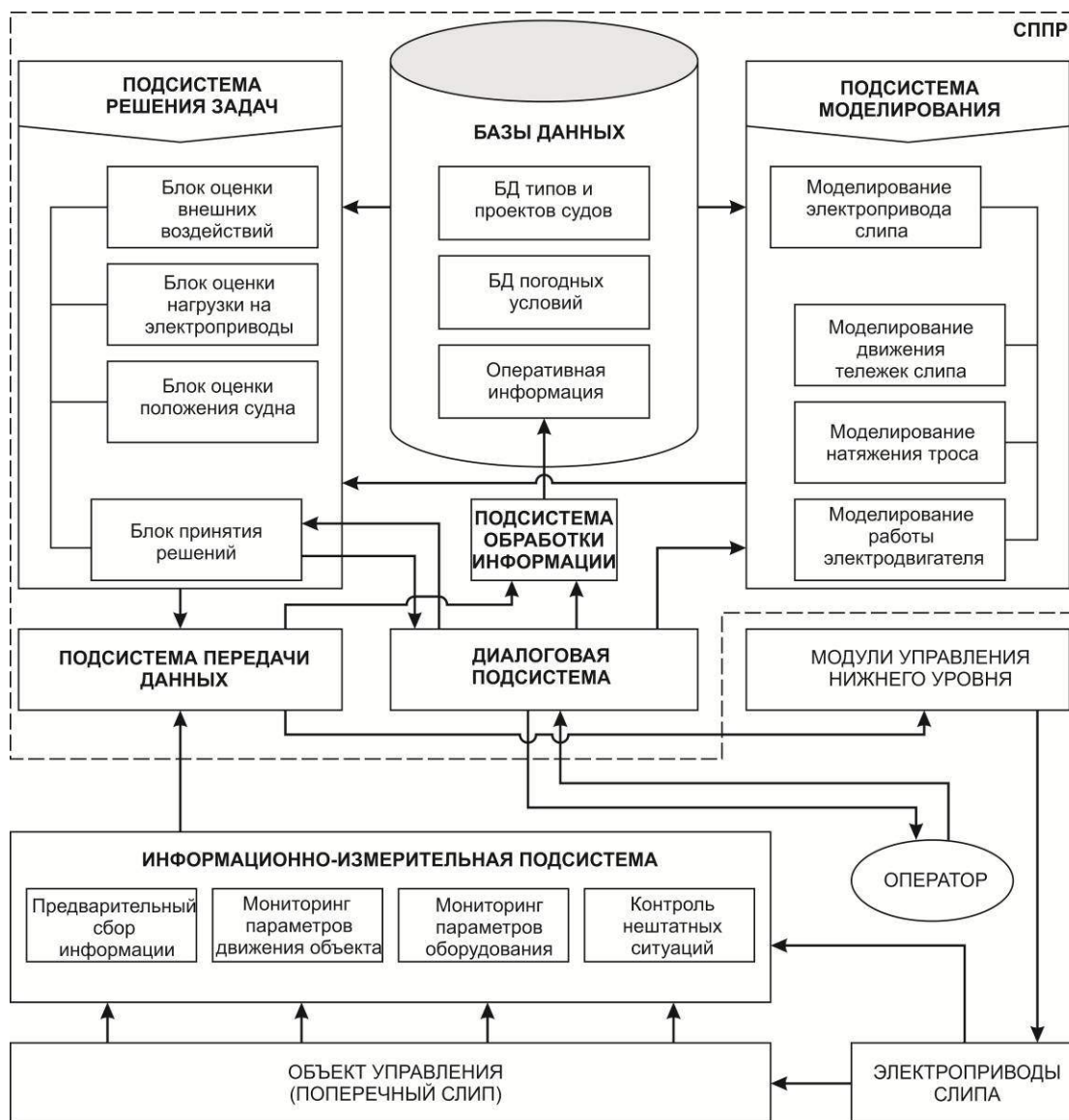


Рис. 3. Структура СППР для системы управления слипом

Алгоритм функционирования компьютеризированной системы управления процессом спуска/подъема судна представлен на рис. 4.

Перед началом судоподъемных работ выполняется обязательная проверка всех узлов и механизмов слипа. На следующем этапе оператором через соответствующее окно SCADA-системы задается режим работы слипа (спуск/подъем) и выбирается тип судна, которое необходимо подготовить к установке на тележки слипа (если требуемый тип судна отсутствует в базе данных, то опера-

тор вручную вводит информацию). После ввода данных система обрабатывает их, используя имеющиеся в распоряжении модели, и выводит соответствующие рекомендации на дисплей. После наводки и установки судна на тележки и начала их движения по рельсовым путям, система управления непрерывно отслеживает основные параметры работающего судоподъемного комплекса с

помощью подсистемы мониторинга. Получаемые данные используются локальными системами управления и уже вместе с параметрами работы самих ЛСУ поступают в ЦБУ и в СППР, которая обслуживает АРМ оператора. Центральный блок управления устанавливает наличие отклонений, которые корректируются КСУ под визуальным контролем оператора. Спуск/подъем судна может быть остановлен в любой момент в случае нештатной ситуации или в результате успешного окончания работы.

Во время работы КСУ накапливает статистику и формирует файл отчета о каждой проделанной операции, а вся информация передается для хранения в соответствующую БД. Возможность подключения к сети позволяет передавать данные на удаленные компьютеры, давая возможность вести мониторинг лицам принимающим решения (ЛПР) разного уровня.



Рис. 4. Укрупненный алгоритм работы КСУ слипом

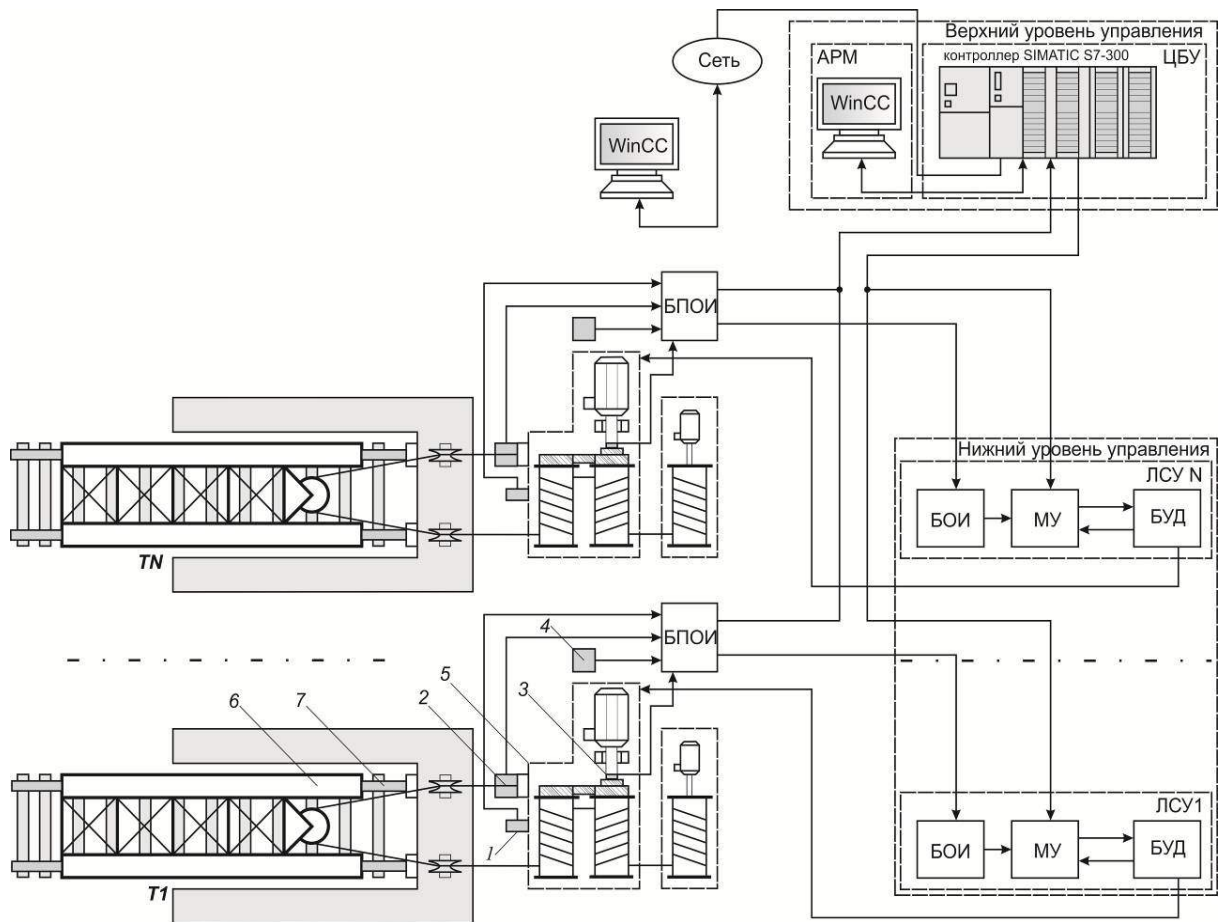
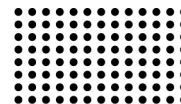
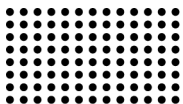


Рис. 5. Структурная схема компьютеризированной системы управления слипом:  
 1 – измерители расстояния до судна, 2 – датчики для измерения силы натяжения троса, 3 – измерители момента на валу, 4 – датчики для измерения силы тока, 5 – электроприводы, 6 – судовозные тележки, 7 – рельсовые пути



Структурная схема КСУ представлена на рис. 5. На каждом электроприводе спусковой тележки слипа устанавливается набор датчиков: момента, натяжения троса и тока, а для крайних приводов, дополнительно, датчики дальнометры. Собранная датчиками информация поступает в блоки предварительной обработки информации (БПОИ). Наборы датчиков и блоки предварительной обработки информации формируют подсистему мониторинга. Из каждого БПОИ информация передается в соответствующую локальную систему управления, а также в центральный блок управления. Отдельная ЛСУ состоит из блока обработки информации (БОИ), который служит для приема и обработки данных от подсистемы мониторинга, блока управления двигателем (БУД), служащим для управления электродвигателем, и модуля управления (МУ), который управляет работой ЛСУ, а также связан с ЦБУ, получая от него команды и передавая информацию о функционировании ЛСУ. Вместе, локальные системы управления образуют нижний уровень управления. Верхний уровень управления представлен центральным блоком управления и автоматизированным рабочим местом ЛПР. ЦБУ разрабатывается на базе одного из

современных контроллеров, зарекомендовавших себя надежностью и наличием квалифицированной технической поддержки, например, на базе универсального модульного контроллера Siemens SIMATIC S7-300. Контроллер ЦБУ, на основе собранной информации от всех БПОИ и всех ЛСУ, выполняет основные расчеты в системе, после чего корректирует работу модулей управления. Результаты работы ЦБУ визуализируются на экране дисплея для оператора с помощью SCADA-системы. В качестве SCADA-системы для АРМ можно, соответственно, использовать многофункциональную и универсальную систему SIMATIC WinCC.

### ВЫВОДЫ

Рассмотренная компьютеризированная система позволит увеличить надежность функционирования слипа и обеспечить повышенную безопасность во время выполнения судоподъемных работ в условиях неопределенности относительно внешних и внутренних факторов случайного характера.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Omelchuk, A.A. Problemi uzgodzhenogo upravlinnja skladnoju elektromehanichnoju sistemoju / Ju.O. Lebedenko, G.V. Rudakova // Naukovi prac'i NUHT, 2013, №49. – S. 19 – 23.
2. Pravila tehnichekoj jekspluatacii slipov i jellingov. M., «Trasport», 1979. – 48 s.
3. Omelchuk A.A. Informacionno-izmeritel'naja podsistema monitoringa parametrov i processov spuska sudna na vodu / A.A. Omel'chuk, A.V.Rudakova // Zbirnik naukovih prac' NUK. – 2013.– №4(449). – S. 11 – 16.
4. Omel'chuk A.A. Strategija soglasovannogo upravlenija mnogoprivodnoj sistemoj spuska i pod'ema sudna / A.A. Omelchuk, Ju.A. Lebedenko, A.V. Rudakova // Avtomatika–2014: XXI mizhnarodna konferencija z avtomatichnogo upravlinnja, m. Kiiv, 23 – 27 veresnja 2014r.: materialy konferencii. – K.: Vid-vo NTUU «KPI» VPI VPK «Politehnika», 2014. – S. 323.