

УДК 656.6

**Фальмонов Евгений Васильевич**<sup>1</sup>, ведущий инженер ИИСС ВГУВТ,  
e-mail: [efalmonov@mail.ru](mailto:efalmonov@mail.ru)

<sup>1</sup>Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

## МЕЛКОСИДЯЩИЕ СУДА И МОБИЛЬНЫЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МАЛЫХ РЕК

*Аннотация.* В статье рассмотрены требования к судам для малых рек, особенности их конструкции и архитектуры. Приведены примеры речных судов с осадкой около 1 м и меньше. Представлено мобильное судоходное гидротехническое сооружение, предназначенное для обеспечения гарантированных глубин реки. Предлагается конструкция мобильного шлюза и гибкой плотины, способ индустриального изготовления шлюза, его транспортировки и установки на место эксплуатации.

*Ключевые слова:* мелкосидящее судно, шлюз, гибкая плотина.

К малым относят реки, имеющие гарантированные глубины меньше 1,3 м, по факту от 0,4 до 1,3 м. В настоящее время судоходство на малых реках приостановлено, даже там, где водному транспорту нет альтернативы. Мелкосидящие суда старых проектов, которых были сотни, большей частью не пригодны для эксплуатации, а реки обмелели и стали несудоходными. Но нельзя игнорировать социальное и экономическое значение малых водных путей. Они, как капилляры кровеносной системы, питают примыкающие территории и обеспечивают их жизнедеятельность. Если сосуды не работают, то это приводит к омертвлению тканей. У медиков это называется облитерирующий атеросклероз.

Чтобы исправить ситуацию необходимо разработать новые проекты мелкосидящих судов с учётом специфики малых рек, а также принять меры для обеспечения гарантированных глубин для судоходства.

Можно перечислить специфические требования к транспортным и пассажирским судам для малых рек: осадка не более 1,2 м; скорость эксплуатационная 10-12 км/час; повышенная управляемость и манёвренность; полезное или щадящее воздействие на акваторию; наличие устройства для самоснятия с мели; наличие устройства для противостояния боковому ветру; наличие аппарели для выхода на берег; высокая степень автоматизации, радио и гидролокации; повышенная прочность и износостойкость корпуса.

Существующие мелкосидящие суда во многом не соответствуют перечисленным требованиям. Особенно вредны на маловодной реке суда с водомётным двигателем. Например, глиссер «Заря» (пр. 946 и модификации, всего построено 556 единиц, мощность двигателя на первых судах 800, позднее 1000 л.с.), при движении со скоростью 45 км/час создавал волну, разрушающую берега, а всё живое, что попадало в трубу водомёта становилось неживым. По критерию воздействия на окружающую среду и эффективности предпочтительным для применения на малых реках является колёсный движитель и колёсный движительно-рулевой комплекс.

## Проекты буксиров - толкачей с осадкой 1 метр и меньше

1. Толкач-буксир пр.1518. Толкач-буксир пр.1518 построен в 1960 году на Жигаловской судовой верфи по проекту ЦПКБ МРФ толкач-буксир мощностью 197 кВт, водоизмещением 105,3 т со средней осадкой 0,65 м.

2. Буксир-толкач пр.178. В 1946 году по пр. 178 построено головное судно на Качугской судовой верфи. Буксирный теплоход с бортовыми колёсами Моргана мощностью 110 кВт, водоизмещением 64,6 т, со средней осадкой 0,5 м.

Построено 36 шт. с 1946 по 1961 г. В настоящее время в работе 4 судна.

3. Буксир пр.1721Л. Автор проекта: КБ Ленского пароходства, 1977 г. Постройка: Жатайский судостроительный судоремонтный завод (Россия, Жатай)

4. Толкач пр.81470. Автор проекта Новосибирский филиал ЦТКБ МРФ 1989 г.

Головное судно ССРЗ пос. Моряковка 1990 г.

5. Проектное предложение автора Толкач БТК-200 ПЭ.



Рис.1. Проектное предложение Толкач БТК-200 ПЭ. Корпус и надстройка выполнены из конструкционного полиэтилена

Буксиры-толкачи с осадкой 1 м и меньше, спроектированные и построенные много десятилетий тому назад, сохранились в единичных экземплярах и, как правило, в нерабочем состоянии. Этот сегмент водного транспорта всегда был проблемным, т.к. условия эксплуатации очень жёсткие, а создать условия обитаемости для экипажа, требуемые действующими санправилами, при осадке меньше 1 м невозможно, если не поменять подход к проектированию. Требования к новому мелкосидящему толкачу должны быть следующие:

В качестве ДРК применить Колёсный движительно-рулевой комплекс.

Привод гребных колёс электромеханический с асинхронными двигателями и планетарными редукторами.

Энергетическая установка – два дизель-генератора.

Управление движением за счёт изменения соотношения числа оборотов правого и левого колеса с помощью частотных преобразователей.

Высокий уровень автоматизации.

Экипаж 4-5 человек.

Мытьевую воду сбрасывать за борт.

Туалет с биологической переработкой фекальной массы.

Горячее водоснабжение от утилизационного котла выхлопной системы ДГ.

Максимальная осадка не больше 0,5 - 1 м при запасе топлива на 10 суток.

Корпус должен иметь прочную износостойкую конструкцию.

Таблица 1 - Мелкосидящие толкачи-буксиры

Главные размерения и основные характеристики	Номера проектов				
	1518	178	1721Л	81470	БТК200 ПЭ
Год постройки головного судна	1960	1946	1977	1990	-
Длина габаритная, м	35,96	32,95	44,1	24,05	27,45
Длина по КВЛ, м	32,4	30,0	40,48	19,0	23,30
Высота габар. от ОП, м	11,66	5,0	11,4	8,0	7,00
Ширина габаритная, м	13,5	11,8	16,9	8,62	6,60
Ширина по КВЛ, м	6,0	5,5	8,0	8,5	6,4
Осадка по КВЛ, м	0,65	0,5	1,08	0,46	0,5
Высота борта, м	2,2	1,45	2,3	1,0	1,0
Мест для экипажа	14	12	11	5	5
Мощность ЭУ, кВт	2x110	110	270x2	110	2x120
Мощность ДГ, кВт	29,4	-	27	-	-
Тип движительно- рулевого комплекса	Гр. колёса Моргана	Гр. колёса Моргана	Гр. колёса Моргана	Шевронные гр. колёса	Колёсный ДРК
Материал корпуса	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Полиэтилен
Автономность, суток	8	15	8	5/10	10
Водоизмещение макс., т	105,3	64,6	247	72,9	64
Класс по Правилам РРР	«Р 1,2»	«Р 1,2»	«Р 1,2»	«Р 1,2»	«Р1,2А»
Группа по санправилам	Первая				

### Проекты пассажирских судов с осадкой 1 метр и меньше

1. Пассажирский теплоход пр.331. Проект ЦПКБ Киев, 1954 г.
2. Пассажирский теплоход пр. 1168. Проект КБ «Белсудопроект», 2017 г.
3. Заднеколёсное круизное судно «Elbe Princesse» французской компании «CroisiEurope»
4. Заднеколёсный электроход «Сура» пр. ПКС40. Проект ИП Фальмонов Е.В. 2009 г. Построен в 2011 году в Нижнем Новгороде.
5. Круизное речное судно «Золотое кольцо» пр. ПКС180. Эскизный проект ИП Фальмонов Е.В. 2006 г., рабочий проект ООО «МЕТАКОМ» 2017 г.

В настоящее время большое внимание уделяется развитию туризма. Круизы по малым рекам могут иметь большой спрос. Для этого с учётом специфики маршрутов и опыта создания и эксплуатации электроходов «Сура» и «Золотое кольцо» нужно создать типоряд судов с осадкой не больше 1 м пассажировместимостью 20 -120 каютных пассажиров. В качестве прототипа для создания типоряда мелкосидящих круизных судов следует принять проекты ПКС40 и ПКС180, как наиболее современные технически и обладающие повышенной манёвренностью и управляемостью. В новых проектах судов для малых рек нужно добавить устройство для самоснятия с мели, устройство для противостояния боковому ветру.

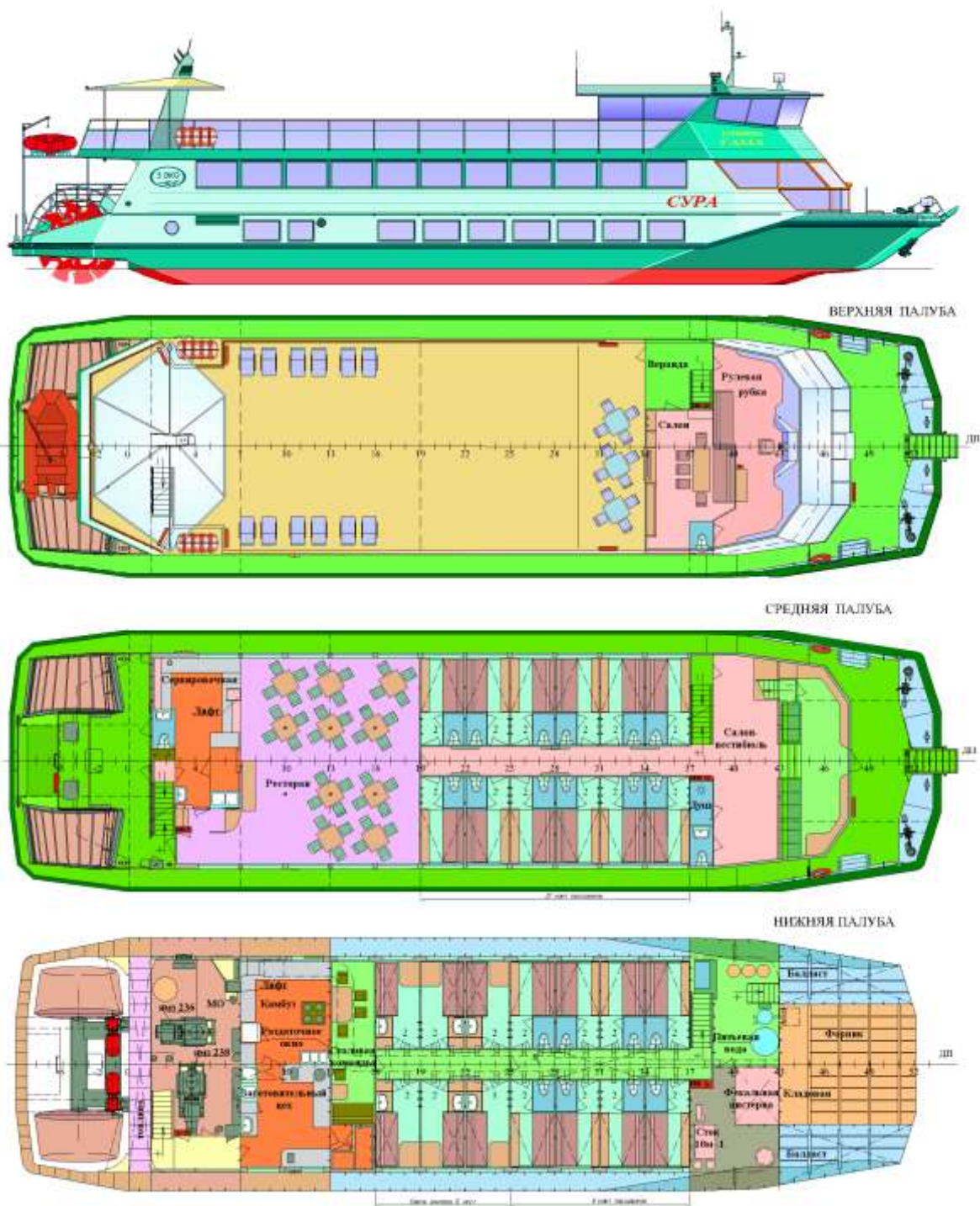


Рис.2. Проект ПКС40 «Сура». Схема общего расположения

#### Особенности проекта

- Впервые применён Колёсный ДРК по Российскому патенту № 2225327;
- Впервые использован электромеханический привод гребных колёс с частотным управлением;
- Каркасная конструкция надстройки с палубами из профнастила толщиной 0,6 мм;
- Рациональная компоновочная схема;
- Трансформируемая мебель кают и компактные санблоки;
- Носовая аппарель;
- Удельные мощность и водоизмещение на пассажира ниже, чем у прототипов.

Таблица 3 - Мелкосидящие пассажирские суда

Главные размерения и основные характеристики	Номера проектов					
	331	1168	«Elbe Princesse»	ПКС40 «Сура»	ПКС180 «Золотое кольцо»	
Год постройки гол.судна	1956	2017	2016	2011	2022	
Длина габаритная, м	49,3	43,7	95,37	35,5	81,6	
Длина по КВЛ, м	47,6	41,2		27,7	72,5	
Высота габар. от ОП, м	7,28	10,5	4,25	8,4	8,6	
Ширина габаритная, м	8,28	7,2	10,5	9,8	13,8	
Ширина по КВЛ, м	7,0	7,0	10,0	9,5	11,7	
Осадка по КВЛ, м	0,79	0,89	0,9	0,75	1,25	
Высота борта, м	2,6	2,8		1,5	3,0	
Мест для экипажа	16	8	24	11	56	
Пассажиро- местимость	Круиз	18	26	79	40	180
	Прогулка	102	52		120	400
Мощность ЭУ, кВт	2x110	153	2x550	2x124	3x320	
Подруливающее устр.	-	-	Omega Jet 2x360 кВт	-	Азимутальн ый водомётный	
Скорость км/час на гл. в.	18,5	15,5	18	13	18	
Тип движительно- рулевого комплекса	2 винта 2 руля	Винт, руль	Радиальны е гр. колёса	Колёсный ДРК	Колёсный ДРК	
Материал корпуса	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	Сталь	
Автономность, суток	1			8	14	
Водоизмещение макс., т	168		700	165	900	
Класс по Правилам РРР	«Л»	«Р 1,2»	«Р»	«Р 1,2»	«О2,0А»	
Группа по санправилам	Первая					

Однако, даже самое совершенное мелкосидящее судно не сможет эксплуатироваться, если не будут обеспечены гарантированные глубины водных путей.

### Мобильные гидротехнические сооружения для малых рек

Задача обеспечения гарантированных глубин на малых реках является главной, без решения которой невозможно планировать перевозку пассажиров и грузов.

Общая протяжённость малых рек глубиной менее 1,3 м России составляет более 60 тысяч км, но они практически не используются для судоходства, т.к. нет возможности поддерживать гарантированные глубины. Существующая практика создания насыпных плотин с встроенными в них железобетонными камерами шлюзов имеет ряд недостатков:

1. Высокая стоимость строительства;
2. Большой срок строительства;
3. Безвозвратный ущерб природе;
4. Невозможность поменять место установки.

Снижение временных и финансовых затрат на создание судоходного гидротехнического сооружения для обеспечения гарантированных глубин реки, возможность его перенесения на другое место могут быть обеспечены, если изменить подходы к решению задачи.

## Способ создания судоходного гидротехнического сооружения.

### Конструкция шлюза и плотины для его осуществления

Шлюз имеет цельнометаллическую сварную или железобетонную конструкцию и изготавливается на судостроительном предприятии;

Шлюз в собранном виде транспортируется на место установки с помощью дока или баржи;

Шлюз устанавливается и крепится с помощью винтовых свай в подготовленном месте реки;

Степень автоматизации процесса шлюзования обеспечивает эксплуатацию гидротехнического сооружения без присутствия на нём человека;

Плотина выполняется гибкой, в виде полотнищ из прочной герметичной ткани, соединённых с левой и правой боковыми стенками камеры судоходного шлюза одним концом, а вторым - с правым и левым береговым капитальным креплением;

Полотнище плотины по одной длинной кромке крепится к тросу (канату) и поплавкам, а по другой – к тросу (канату) и грузам-якорям;

Для увеличения разницы уровня воды в верхнем и нижнем бьефе к стенкам шлюза крепятся дополнительные гибкие плотины с повышенным уровнем;

Предлагаемое судоходное гидротехническое сооружение содержит колонны для захода судов в шлюз, связанные с берегом тросами.

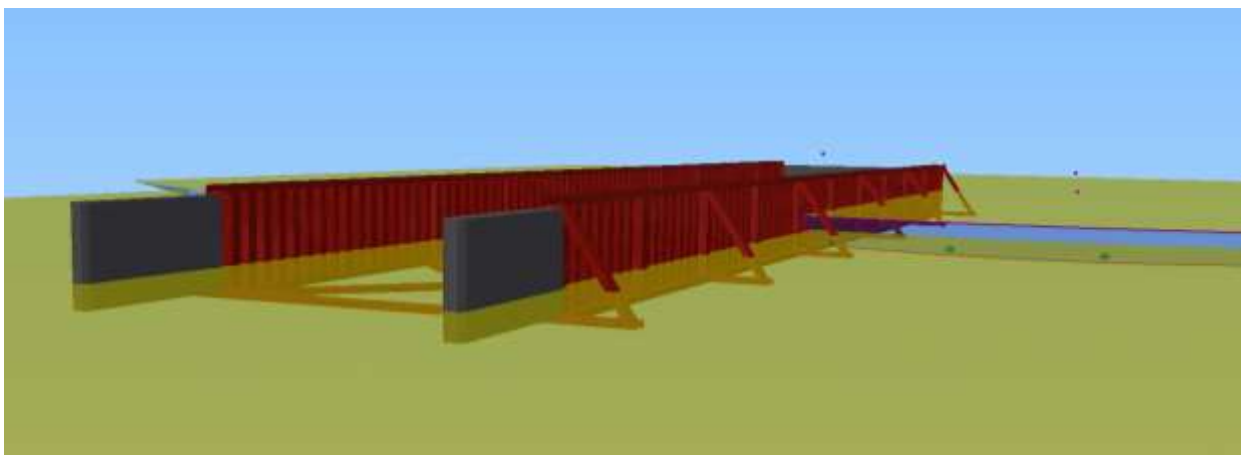


Рис.3. Мобильный шлюз. Общий вид.

Конструкция и взаимосвязь элементов сооружения поясняется описанием и чертежами Рис. 4 – 10. Главным элементом сооружения является шлюз. Процесс сборки гидротехнического сооружения начинается с установки на место мобильного шлюза.

Шлюз 1 цельнометаллический, сварной (возможно применение для стенок железобетона) содержит в основании рамный каркас 2 с раскосами, бортовые стенки 3 с палубой 4, которые нижней кромкой закреплены на продольных связях каркаса 2, а в вертикальном положении фиксируются упорами 5. В стенках 3 выполнены вертикальные ниши 6 с направляющими 7, в которых установлены кнехты 8 на плавучих баках 9. Для размещения аппаратуры управления имеется помещение 10. Палуба 4 имеет ограждение 11. На бортовые стенки 3 с помощью петель закрепляются носовые 12 и кормовые 13 ворота, которые имеют привод 14 и 15, управляемый бортовым компьютером 16. Для перепуска воды предусмотрены клапаны 17 с приводом 18, установленные на бортовых отсеках 19, имеющих выпускные отверстия 20. Для подключения к береговой электросети предусмотрен электрический щит 21, для автономной работы предусмотрен электрогенератор 22. Шлюз оборудуется сигнальными огнями 23, видеокамерами 24, системой дистанционной выдачи информации и может эксплуатироваться в

автоматическом режиме без присутствия человека на шлюзе. Для крепления шлюза к грунту предусматриваются винтовые сваи 25. На внутренней стороне бортовых стенок 3 установлены узлы крепления 26 троса для транспортировки. По бортам в районе генератора 22 предусмотрены узлы крепления 27 гибкой плотины. Продольные балки основания каркаса 2 выходят за габариты камеры шлюза 1 и на них устанавливаются ограничительные колонны 28 с продольными и поперечными упорами 5. Створки ворот имеют колёсную опору 29, которая движется по радиусному рельсу 30.

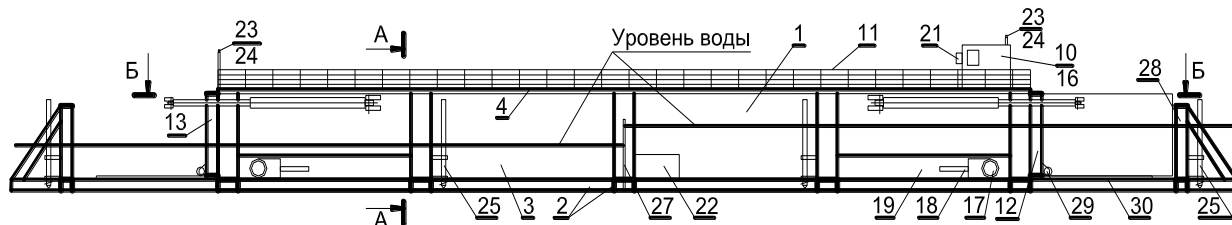


Рис.4. Мобильный шлюз. Вид сбоку

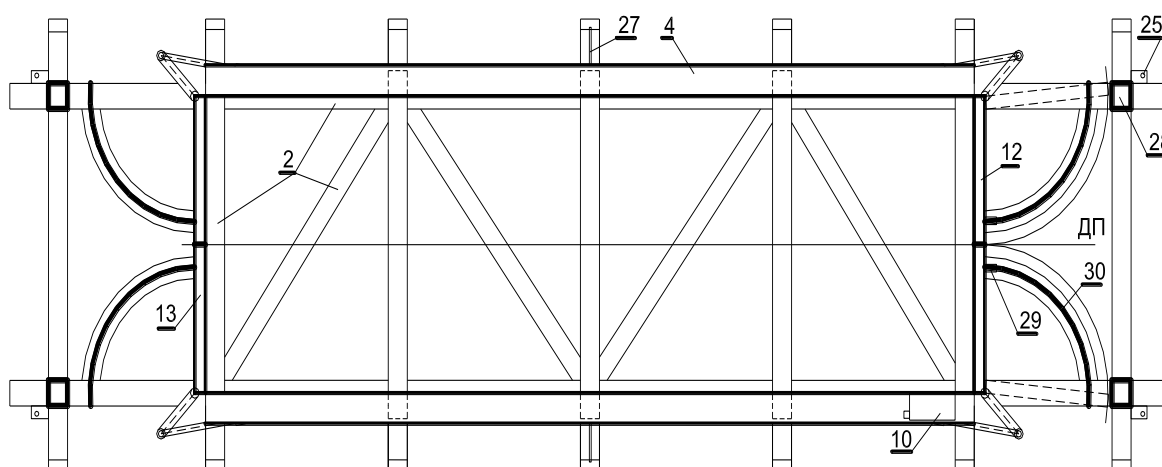


Рис. 5. Мобильный шлюз. Вид сверху

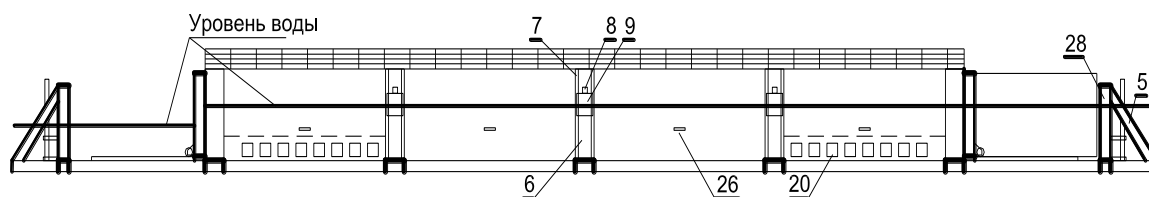


Рис. 6. Мобильный шлюз. Разрез по ДП

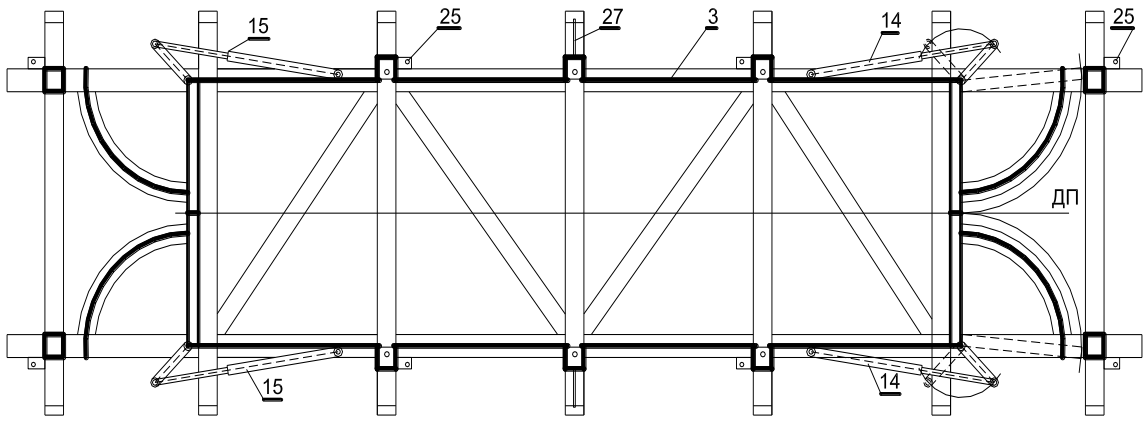


Рис.7. Мобильный Шлюз. Разрез Б-Б

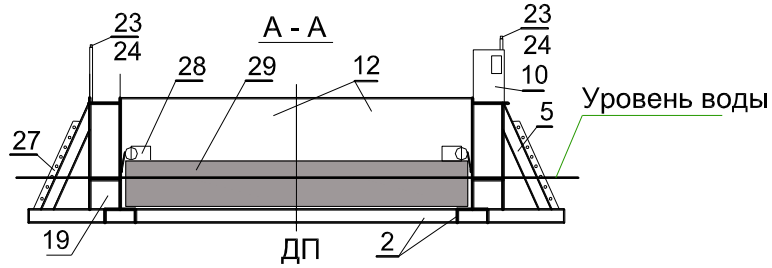


Рис. 8. Мобильный шлюз и понтон при транспортировке. Разрез А-А

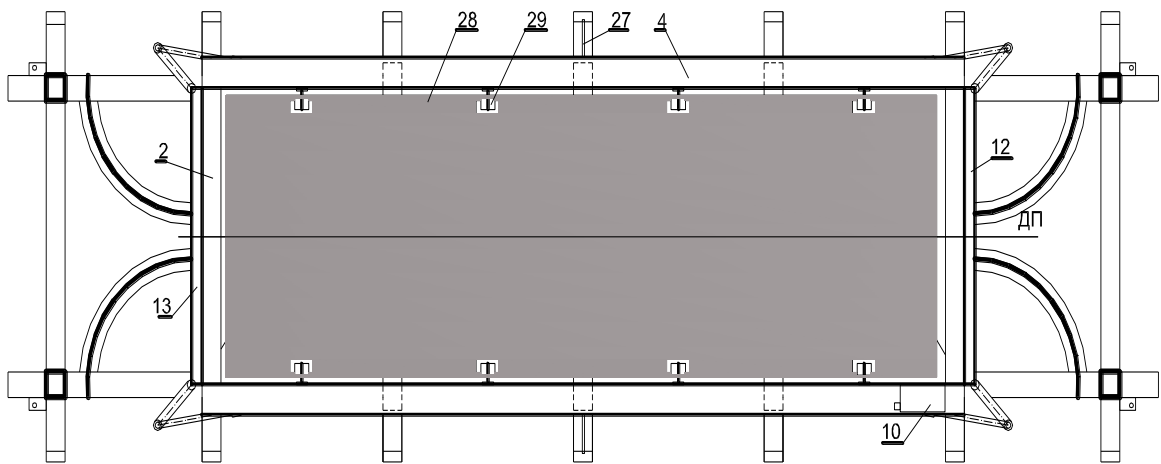


Рис. 9. Мобильный шлюз и понтон при транспортировке. Вид сверху



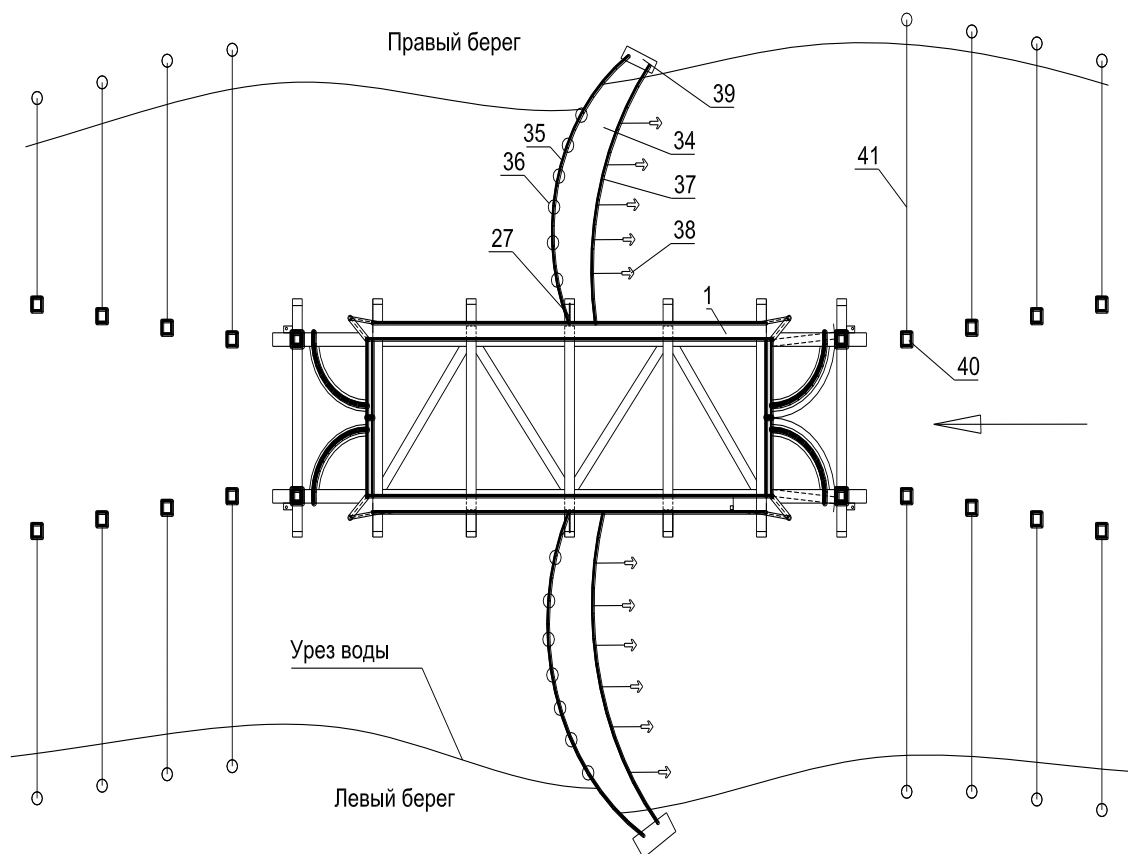


Рис. 10. Мобильное судоходное гидротехническое сооружение. Вид сверху

Изготовление шлюза 1 производится по судостроительной технологии на судостроительном предприятии. Размеры шлюза могут быть привязаны к ширине и длине существующей баржи. Если размеры шлюза требуются больше чем у баржи, то параллельно строится док-понтон 31 с лебёдками 32 с шириной и длиной на доли метра меньшими, чем внутренние размеры шлюзовой камеры.

Транспортировка шлюза на место установки. Для транспортировки шлюза на место установки на воду спускается док-понтон 33 и отводится в сторону. Затем шлюз на спусковых тележках спускается на глубину, при которой в шлюз можно завести док-понтон 33. Док-понтон 33 выравнивается лебёдками 32 по узлам крепления 26 на стенке 3 шлюза, закрепляется тросом лебёдок 32. Тележки поднимают шлюз до касания каркасом 2 днища док-понтон 33, лебёдки 32 выбирают слабины троса, заводятся и фиксируются страховочные тросы. Спускные тележки опускаются, и док-понтон с закреплённым шлюзом оказывается на плаву, берётся на буксир и транспортируется на место установки.

Установка шлюза. На выбранном участке реки с помощью земснаряда готовится горизонтальная площадка дна. На этот участок с помощью док-понтон 33 и буксира доставляется шлюз. В заданном месте шлюз опускается на дно с помощью лебёдок 32. Каркас донной части шлюза крепится к грунту винтовыми сваями 25. После выполнения наладочных работ и присоединения к стенкам 3 гибкой плотины, шлюз готов к эксплуатации.

Эксплуатация шлюза может осуществляться без присутствия на нём человека. Процессы перепуска воды, управление приводом 18 клапанов 17, управление приводом 14 и 15 открывания-закрывания ворот 12 и 14 автоматизированы и запускаются бортовым компьютером 16 по сигналу с подошедшего судна.

Электрoэнергия для работы устройств может подаваться с берега по кабелю на электрощит 21 или вырабатываться бортовым электрогенератором 22. При метровом перепаде уровня воды может быть получена мощность электроэнергии несколько сот кВт. Безаварийность эксплуатации шлюза обеспечивают сигнальные огни 23, видеокамеры 24, система дистанционной выдачи информации. С окончанием навигации ворота 12 и 13 открываются, их створки прикрепляются к колоннам 28. Эксплуатация шлюза и плотины в навигационный период мало отличается от эксплуатации судоходных шлюзов известной конструкции. С окончанием навигации гибкая плотина демонтируется и отправляется на хранение. Створки ворот открываются и фиксируются в открытом положении к ограничительной колонне 28. Продольный упор 5 колонны 28 защищает створку ворот от ледохода. Конструкция шлюза и плотины позволяют при необходимости менять место их установки путём поднятия шлюза с помощью лебёдок док-понтонa и буксировки. Второй вариант – трос 35 и полотнище 34 опускаются на дно реки, а весной поднимаются на заданный уровень.

**При применении предлагаемого судоходного гидротехнического сооружения будет наблюдаться ряд положительных эффектов:**

1. Резко снижаются затраты и время на создание судоходного комплекса шлюз - плотина.
2. С окончанием навигации гибкая плотина снимается или опускается на дно, ворота шлюза открываются, и фиксируются до весны. Практически река возвращается в естественное состояние.
3. При необходимости шлюз, отсоединённый от гибкой плотины и свайного крепления к дну с помощью док-понтонa или баржи может перемещаться на другое место или убираться в затон и устанавливаться только на время навигации.
4. Из-за относительно малой стоимости изготовления шлюза и плотины по заводской технологии, малых сроков установки, таких гидротехнических сооружений может быть много, что позволит обеспечить гарантированные глубины на реках, которые считаются несудоходными.

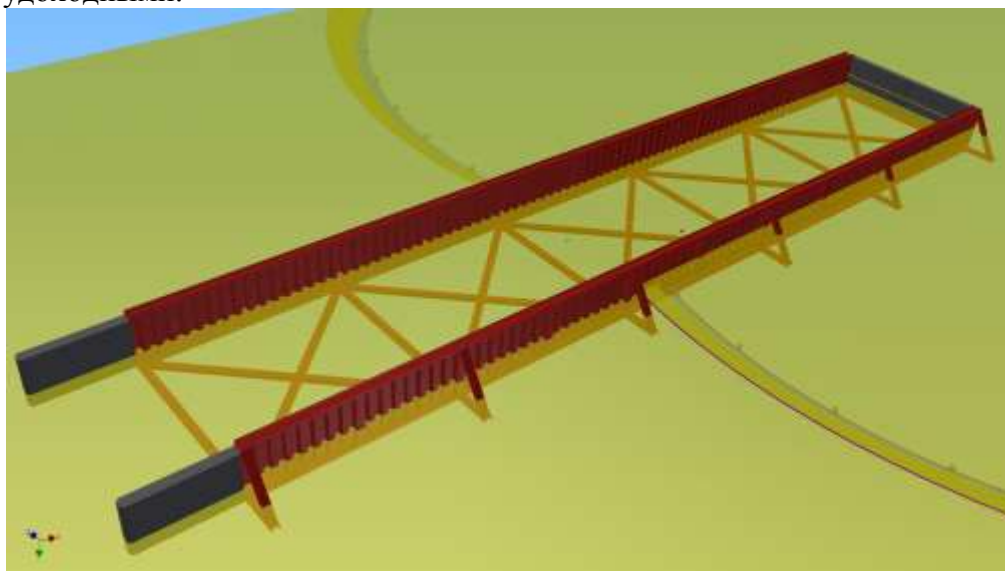


Рис. 11. Мобильный шлюз. Вид сбоку-сверху.

### Заключение

Использование малых рек для перевозки грузов и пассажиров может быть рентабельным и привлекательным, если создать качественно новый мелкосидящий флот, а

глубины на время навигации зарегулировать с помощью относительно недорогих и быстро устанавливаемых судоходных гидротехнических сооружений в виде мобильного шлюза и гибкой плотины.

#### **Список литературы:**

1. Алферьев М.Я. «Судовые движители», изд. Водный транспорт, 1938 г.
2. Михайлов Ф.И. Авторское свидетельство на изобретение «Гребное колесо для судна с ограниченной осадкой» №1084185 от 13.10.1972 г.
3. Бабушкин Ю., Волостных В., Жуков В. «Суда для малых рек» Журнал «Речной транспорт» №11 1984 г.
4. Кузьменко Ю., Павленко В. «Перспектива применения гребных колёс» Журнал «Речной транспорт» №12 1985 г.
5. Павленко В. Г., Сахновский Б. М., Врублевская Л. Н.; Под ред. В. Г. Павленко Грузовые транспортные средства для малых рек. / - Л. : Судостроение, 1985.
6. Фальмонов Е.В. Патент РФ на изобретение «Колёсный движительно-рулевой комплекс» №2225327 от 30.11.2021 г.
7. Фальмонов Е.В. Патент РФ на изобретение «Колёсный движительно-рулевой комплекс с поворотными плечами» №2669486 от 26.07.2017 г.
8. Фальмонов Е.В. Патент РФ на изобретение «Амфибийный колёсный движитель» №2717390 от 24.04.2019 г.
9. Фальмонов Е.В. Патент РФ на изобретение «Колёсный амфибийный глиссер» №2714624 от 24.04.2019 г.
10. Фальмонов Е.В. «Новому флоту быть!» статья в журнале «Речной транспорт» №3 2009 г.
11. Фальмонов Е.В. «Архитектура – категория экономическая» статья в журнале «РТ» №2 2012 г.
12. Сёмин А.А. Проектирование и эксплуатация пассажирских судов внутреннего и смешанного плавания по критерию комфортабельности, изд. Лира – К, 2020 г.
13. ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ - СУДОХОДНЫЕ ШЛЮЗЫ [Электронный ресурс]// <https://leg.co.ua/arhiv/generaciya/gidrotehnicieskie-sooruzheniya/Page-84.html>
14. Липатов И.В., Матюгин М.А., Мильцин Д.А. «Судоходный шлюз» Учебно-методическое пособие к выполнению расчетнографических работ и дипломному проектированию для студентов очного и заочного обучения специальностей 2402 «Судовождение», 270800 «Строительство» и 180500 «Управление водным транспортом и гидрографическое обеспечение судоходства» [Электронный ресурс]// [https://vsuwt-perm.ru/sveden/education/method/26.03.01\\_method\\_004.pdf](https://vsuwt-perm.ru/sveden/education/method/26.03.01_method_004.pdf)
15. Богданович М.И. «Конструкция камер судоходных шлюзов» Минск БНТУ [Электронный ресурс]// [https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/5367/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8\\_%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%80\\_%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%BE%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D1%85\\_%D1%88%D0%BB%D1%8E%D0%B7%D0%BE%D0%B2.pdf?sequence=1](https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/5367/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8_%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%80_%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%BE%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D1%88%D0%BB%D1%8E%D0%B7%D0%BE%D0%B2.pdf?sequence=1)

## **SHALLOW-DRAFT VESSELS AND MOBILE HYDRO-ENGINEERING STRUCTURES FOR SMALL RIVERS**

Evgeniy V Falmonov



*Annotation.* The article discusses the requirements for vessels for small rivers, the features of their design and architecture. Examples of river vessels with a draft of about 1 m or less are given. A mobile navigable hydraulic structure is presented, designed to provide guaranteed depths of the river. The design of a mobile lock and a flexible dam, a method for the industrial manufacture of a lock, its transportation and installation at the site of operation are proposed.

*Key words:* shallow draft vessel, lock, flexible dam.