

УДК 551.465

## ВОЛГО-КАСПИЙСКИЙ МОРСКОЙ СУДОХОДНЫЙ КАНАЛ – СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

<sup>1</sup>Русанов Н.В., <sup>2</sup>Бухарицин П.И., <sup>2</sup>Беззубиков Л.Г.

<sup>1</sup>Астраханский филиал ФГУП «Росморпорт», Астрахань;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет  
Федерального агентства по рыболовству», Астрахань, e-mail: astrgo@mail.ru

За 130 летнюю историю обустройства Бахтемирского судоходного фарватера было создано грандиознейшее сооружение – один из крупнейших морских каналов, не имеющий аналога в мировой практике регулирования морских устьев рек – Волго-Каспийский судоходный канал (ВКСК). Он представляет собой реализованную идею создания единой глубоководной магистрали, объединяющей водные пути бассейна р. Волги и Каспийского моря. Из сохранившихся архивных материалов, очевидно, что задолго до 1874 года предпринимались попытки по созданию судоходного пути из устья Волги в Каспийское море. Министерство путей сообщения образовало специальную комиссию инженеров, которые проводили комплексные исследования в устье р. Волги в 1870-1873 годы.

**Ключевые слова:** создание судоходного канала, работа по расчистке канала, колебания уровня моря, новые технологии

## VOLGA-CASPIAN SEA NAVIGABLE CHANNEL – A MODERN CONDITION OF THE PROBLEM AND WAY OF THEIR DECISION

<sup>1</sup>Rusanov N.V., <sup>2</sup>Buharicin P.I., <sup>2</sup>Bezzubikov L.G.

<sup>1</sup>Astrahanskiy branch FGUP «Rosmorport», Astrahan;

<sup>2</sup>FGBOU VPO «Astrahanskiy state technical university Federal agency on fishing»,  
Astrahan, e-mail: astrgo@mail.ru

For 130 year histories development Bahtemirskogo navigable seaway was created the most grandiose building – one of the the most largest sea channel, not having analogue in world practical person of the regulation sea mouth rivers – Volga-Caspian navigable channel (VKSK). He presents itself marketed idea of the creation to united deep-water pathway, uniting waterways of the pool r. Volga and Caspian epidemic deaths. From ed archive material, obviously that long before 1874 were undertaken attempts on making the navigable way from mouth of the Volga in Caspian sea. The Ministry of the railroads has formed the special commission an engineer, who conducted the complex studies in mouth r. Volga in 1870-1873.

**Keywords:** making the navigable channel, work on clearing of the channel, fluctuations sea level, new technologies

**Краткая характеристика основные пути реконструкции Волго-Каспийского морского судоходного канала [1].** В выборе, исследованиях и обустройстве трассы Волго-Каспийского судоходного канала (ещё его называют Главным банком) непосредственное участие принимали такие известные русские инженеры – гидротехники, как Н.А. Богуславский, М.Н. Герсеванов, В. Лестушевский, В.Е. Тимонов и др. В период с 1845 по 1874 гг. изыскания и пробные землечерпания велись только на Камызякском направлении. Однако, большая заносимость экспериментальных прорезей (до 50%) заставила принять единственно правильное решение и начать землечерпательные работы на Бахтемирском фарватере, который с 1818 года использовался транзитными судами для выхода из устья р. Волги в Каспийское море.

В представлении VI Казанского округа в технико-инспекторский комитет шоссейных и водных сообщений МПС от 01 августа 1874 года говорится: «Департамент

шоссейных и водных сообщений 11 апреля сего года за № 2091 сообщил, что министр путей сообщения приказал провести в 1874 году опытные работы по углублению Ракушинской россыпи на Бахтемирском рукаве р. Волги...».

Предпринятыми работами по углублению Бахтемирского прохода, оконченными в 1881 году, фарватер между устьевым взморьем и Астраханью был углублен до 8 футов. Достигнутый результат, благодаря сделанной работе, оказался настолько серьезен, что после этого представилось возможным упразднить мелкосидящие баржи для перевозки пассажиров и перевозить последних на особых пароходах с осадкой 3,5 фута. С 1874 г. было положено начало регулярным путевым работам на Бахтемирском направлении. Этот год считается годом основания Волго-Каспийского канала.

На всем своем протяжении от Астрахани до моря судовой ход проходит по естественному водотоку – Бахтемиру, а в морской части – по искусственно созданному

каналу. Волго-Каспийский судоходный канал имеет своим началом «О» км, в 20 км ниже Астрахани, у истока протоки Бертуль.

В последующие годы торговый оборот Астраханского порта растет с чрезвычайной быстротой. В 1873 г. он не превышал 4 млн рублей, в 1880 году он составил уже 40 млн рублей, а к началу 90 годов достиг 96 млн рублей. В 1891 г. грузооборот составлял 146000000 пудов, т.е. приблизительно третью часть грузов, перевозимых тогда через Суэцкий канал.

К началу первой мировой войны на канале была достигнута глубина 3,6 м, при длине искусственной судоходной прорези 33,2 км. С 1929 г. началось катастрофическое понижение уровня Каспия. В течение 10 лет он понизился на 2 м, а после 40 годов еще на 1 м. Это потребовало проведения в больших объемах дноуглубительных работ.

С развитием народного хозяйства СССР рос и грузооборот, особенно это коснулось перевозки нефтепродуктов. В годы Великой Отечественной войны стратегическое значение канала ещё более возросло. Навигация продлевалась за счёт зимних месяцев. В 1941-1955 гг. глубины в канале поддерживались до 3,6 м, ширина 100-120 м, общая длина канала была увеличена до 168 км.

С 1955 по 1970 гг. наступил период относительной стабилизации уровня Каспийского у отметки минус 28,50 м Б.с.. На эти годы пришлось модернизация транспортного флота. Появились новые суда типа «Олег Кошевой», грузоподъемностью 5000 т, осадкой до 4,2 м и длиной 123,5 м. Объемы дноуглубительных работ выросли до 10 млн м<sup>3</sup> ежегодно извлекаемого грунта. К началу 70 годов реконструкция канала была завершена. Для канала были установлены проектные габариты: проходная глубина в речной части 4,9 м в морской – 5,1 м, ширина 100-120 м, общая протяженность 188 км.

К 1977 г. уровень моря понизился до самой низкой за весь период инструментальных наблюдений отметки минус 29,00 м. Б.с. Это потребовало углубления канала на 0,5-0,7 м и увеличения его общей длины до 207 км.

С 1978 г. началось интенсивное повышение уровня Каспийского моря. К 1996г. он повысился до отметки минус 26,5 м Б.с., т.е. почти на 2,5 м. Длина эксплуатируемого канала сократилась, объёмы дноуглубительных работ упали до 3-4 млн м<sup>3</sup> в год, а с 1992 по 1994 годы они практически не производились.

В последующие годы произошла некоторая стабилизация уровня моря на отметках близких к минус 27,00 м. Б.с., а затем начался новый период падения уровня

моря, который продолжается до настоящего времени.

В 1995 г. на канале был выполнен объём дноуглубительных работ – 0,8 млн м<sup>3</sup>, в 1996 г. – 1,7 млн м<sup>3</sup>, в 1998 г. – 1,8 млн м<sup>3</sup>.

К настоящему времени грузооборот, и судооборот канала значительно снизился. В 70-80 годы судооборот судов типа «река море» в канале достигал 3000 единиц в год, мелких судов – до 15 тыс. единиц, а грузооборот колебался от 15 до 20 млн т. в год. В девяностые же годы судооборот крупных судов упал в среднем до 200-300 единиц в год, а годовой грузооборот не достигал и миллиона тонн, что почти в три раза меньше, чем 100 лет назад.

С первых шагов сооружения Волго-Каспийского канала возникла необходимость борьбы с заносимостью прорезей морскими и речными наносами. Эта задача решалась традиционными способами: ежегодным ремонтным землечерпанием и ограждением канала дамбами.

Изменившиеся природные условия формирования дельты Волги, а также строительство нового торгового порта в районе с. Оля, и планируемое увеличение транзитных морских грузоперевозок поставили задачу о необходимости пересмотра сложившихся габаритов Волго-Каспийского канала и его коренной реконструкции.

В 2015 году дноуглубительный флот Астраханской области пополнился землесосом. Астраханский филиал Росморпорта приобрел самоотвозный землесос «Уренгой». Как сообщает пресс-служба предприятия, ранее судно эксплуатировалось Азовским бассейновым филиалом в акваториях морских портов Кавказ и Темрюк (рисунок). На сегодняшний день в дноуглубительном флоте Астраханского филиала Росморпорта работают два землесоса «Иван Черемисин» и «Артемий Волынский». Они обеспечивают необходимую глубину для прохода судов на Волго-Каспийском морском судоходном канале и в акваториях морских портов Астрахань и Оля. Напомним, что в этом году в связи с рекордным маловодьем, объёмы дноуглубительных работ на ВКМСК увеличены более чем в три раза. В 2015 году для поддержания навигационных глубин на судоходном канале филиалу необходимо поднять со дна Волги и Каспия 5,3 млн м<sup>3</sup> грунта.

В числе множества вопросов, которые необходимо рассматривать при проведении реконструкции канала, основное место занимают следующие:

1. Анализ соответствия габаритов судового хода современным гидролого-морфологическим условиям в русле Бахтемира;

2. Обоснование оптимальных габаритов Волго-Каспийского канала;

3. Анализ причин заносимости отдельных участков рукава и канала;

4. Разработка мероприятий по уменьшению заносимости канала и сокращению объемов ремонтных дноуглубительных работ.

**Современные гидрологические и геоморфологические процессы в Волго-Каспийском судоходном канале [2].** В настоящее время общая протяженность Волго-Каспийского канала (ВКК) от административного начала пос. Бертюль составляет 188 км при средней ширине 120 м, примерно более половины длины канала проложено на открытом взморье. Транзитные глубины по трассе Волго-Каспийского канала составляют более 5 м.

Проводимое ранее систематическое ежегодное дноуглубление в объеме от 2,5 до 3,0 млн м<sup>3</sup> позволяло создать такие условия плавания, при которых глубины практически не лимитировали судоходство.

Рукав Бахтемир и ВКСК служит продолжением русла Волги в пределах дельты и, поэтому может рассматриваться как главный рукав дельты. Между тем структура русловой сети рукава Бахтемир довольно простая. По размеру своей площади занимает среди систем других магистральных рукавов по всей дельте Волги последнее место.

Рукав Бахтемир через систему небольших правых водотоков питает волжской водой Западные подступные ильмени. В левую сторону от основного русла Бахтемира отходит ряд протоков, в том числе питающих смежную систему рукава Старая Волга.

Существующая прямая связь и взаимозависимость между основным судоходным рукавом р. Волги, которым является Бахтемир и множеством малых рек, проранов, входящих в разветвленную дельту стала основной темой при проведении комплекса исследовательских работ, которые были проведены при разработке Технико-экономических предложений по реконструкции Волго-Каспийского канала.

Изучение распределения стока воды по боковым ответвлениям рукава Бахтемир показало, что водотоки, отходящие от рукава Бахтемир и питающие Западные подступные ильмени, маломощны и в большинстве своем имеют тенденцию к отмиранию. Это связано с тем, что в западной части системы Бахтемира отсутствует гидравлическая возможность для развития водотоков.

В современных условиях, после прошедшего с 1978 года повышения уровня Каспийского моря более чем на два метра, заносимость канала на участке 78-148 км практически имеет чисто морское происхождение, особенно после 110 км.



*Самоотвозный землесос «Уренгой». Источник: новости – Астрахань – новости Прикаспия*

За прошедшие десятилетия произошло интенсивное отложение наносов в западных и восточных жилках и протоках в районе Главного банка. Это привело к их заилению, снижению расходов воды по ним, ухудшению кислородного режима. В результате за бровками канала создаются неблагоприятные условия для нагула и зимовки рыб, заметно сокращается заход промысловых рыб, уменьшается концентрация рыб в промышленной зоне, резко снижается эффективность промысла.

Особенно надо отметить влияние проранов в рефулерных свалках западной бровки на 138-139 км и восточной бровки на 139-141 км на естественные условия Волго-Каспийского канала.

Ремонтные дноуглубительные работы на этих участках выполняются ежегодно.

Как правило, падение глубин на этом участке наблюдается после штормов весеннего и осеннего периодов. Уже ранней весной из-за малых габаритов судового хода на этом участке приходится приступать к дноуглубительным работам. Полузатопленные западные свалки затрудняют организацию отвала рефулируемого грунта и значительно осложняют производство дноуглубительных работ, снижая их эффективность из-за вторичного попадания грунта обратно в прорезь канала.

В прошлом, до подъёма уровня моря, участок 139-141 км являлся предбаровым, для которого были характерны стоковые течения воды, обеспечивающие промывной режим. Ранее намывные рефулёрные свалки были сплошь покрыты древесной и тростниковой растительностью, имели довольно высокие отметки над горизонтом воды. Прораны в свалках были узкие и глубокие, представляли собой своеобразные разветвляющиеся протоки.

С поднятием уровня моря более чем на 2 м бар со 151 км переместился в район Искусственного острова (117 км). На участке 139-141 км теперь практически не наблюдаются стоковые течения, и речные наносы сюда не выносятся. Рефулёрные свалки по бровкам канала подверглись подтоплению.

Прораны между свалками местами расширились до километровой ширины. В теле существующих свалок, вследствие их разрушения, начали образовываться новые прораны. Построенные каналы – рыбоходы, оказавшись в морской части, после падения уровня моря, потеряли своё значение.

Гидрографическая ситуация рассматриваемого участка характерна тем, что в целом он, как бы огражден от морской акватории подтопленными рефулёрными свалками. В тоже время на этом участке

функционируют два крупных прорана: на западной бровке километровой протяженности от 138 до 139 км; на восточной бровке протяженностью более километра от 139 до 140,4 км с максимальными глубинами до 3 м. Через эти прораны при штормах с забровочных пространств в канал поступает основной объем наносов. Особенно большой заносимости этот участок подвергается при спаде воды после больших нагонов. Тогда через западный проран водные массы устремляются в канал и через него в расположенный ниже восточный проран. Этот поток имеет большие скорости. На 139 км в канале под его воздействием даже промытая яма с глубинами до 11 метров.

Естественно, что при спаде воды после таких нагонов поверхностные, более светлые воды, устремляются с западного прорана в восточный, а придонные, наиболее мутные – в корыто канала, который играет роль своеобразного коллектора для отвода их в море. Здесь на 139-141 км и происходит в этих случаях отложение наносов: песчаных в начале участка, заиленных и илистых ниже. Для возможности проведения анализа деформации дна русла канала за последние 40 лет, использованы данные промеров глубин с 1963 по 2001 год.

Необходимо отметить, что промеры глубин 2001 года выполнены по оси судового хода канала с применением современного промерного оборудования, включающее в себя:

- электронный эхолот;
- систему спутникового позиционирования (GPS);
- аппаратно-программный комплекс.

Применение современного оборудования и методов производства гидрографических работ говорит о большой достоверности и качестве выполненных работ. Результаты этого промера показали, что за последнее время произошло сглаживание рельефа дна, особенно это заметно на участках 109-133 км канала. Произошел размыв дна канала местами до 5 метров, а со 112 км начинается его интенсивная заносимость.

Дельта р. Волги – уникальный природный комплекс с высокой продуктивностью природных сообществ. Здесь обитают и размножаются ценные виды рыб: осетровые, вобла, лещ, судак, сом, сазан и др. В дельте р. Волги в пределах Астраханской области добывается около 50,0 тыс. т. промысловых видов рыб, в том числе около 1,0 тыс. т. осетровых (по данным официальной статистики).

Дельта Волги, изобилующая мелкими протоками и ильменями, является нерестовым ареалом частичковых видов рыб. Одновременно этот район является мигра-

ционным путем производителей и молоди осетровых, белорыбицы и полупроходных рыб. В системе водотоков дельты р. Волги Главный банк, являясь самым водоносным рукавом, имеет исключительно важное рыбохозяйственное значение. По его руслу осуществляется нерестовые, осенние миграции проходных и полупроходных рыб из моря в реку и проходит обратный скат взрослых и молоди рыб в море.

В последние годы наблюдается интенсивное отложение наносов в жилках, протоках Главного банка, соединяющих его с прилегающей акваторией авандельты. Это приводит к снижению расходов воды по ним, ухудшению кислородного режима. В результате за бровками ВКК создаются неблагоприятные условия для нагула и зимовки рыб, заметно сокращается заход промысловых видов рыб на раскаты, уменьшаются концентрации рыб в промысловой зоне, резко снижается эффективность промысла.

В целях улучшения условий нагула рыбы на раскатах необходимо ежегодно проводить текущую рыбохозяйственную мелиорацию, проводить расчистку и углубление жилок и протоков Главного банка. Проведение этих работ позволит увеличить расход воды, поступающей на раскаты, улучшить условия обитания всех видов рыб и создаст привлекающий попуск воды, благоприятный для захода рыб в промысловую зону. Все работы по расчистке жилок необходимо выполнять грейферными плавкранами или рефулерными земснарядами производительностью до 250 м<sup>3</sup>/час.

Выполнение мелиоративных работ должно предусматриваться только на тех участках проранов и жилок, где в результате интенсивной заносимости образовались лимитирующие условия для протока речной воды. При дноуглубительных работах необходимо предусмотреть возможность максимального использования фактических глубин и расчистки с учетом проходящих естественных деформаций жилок и проранов. Ширину дноуглубительной прорези рыбоходов и проранов необходимо выполнять в пределах 30 м. Глубину черпания от межженного горизонта воды следует принимать 2,5 м, с учетом запаса на заносимость до 0,7 м. Эти габариты отвечают оптимальным гидрологическим требованиям русловых процессов для малых водотоков.

В настоящей работе нет возможности дать экономические показатели эффективности этих работ, но они, несомненно, будут способствовать улучшению гидрологического режима акватории, прилегающей к Волго-Каспийскому каналу, увеличению кормовой базы рыб.

**Рекомендации по изменению технологии и выбору технических средств для проведения дноуглубительных работ на Волго-Каспийском морском судоходном канале [3].** В сентябре 2014 года Волго-Каспийский морской судоходный канал отметил свое 140-летие. Все эти годы, несмотря на усилия ученых и специалистов, основной проблемой по поддержанию габаритов канала под современные, продиктованные жизнью требования, была борьба с его заносимостью. Дело в том, что р. Волга, независимо от воли человека, ежегодно выносит в Каспий 8-10 миллионов тонн взвешенных частиц, и откладывает их на различных участках дельты, вызывая горизонтальные и вертикальные деформации русел многочисленных рукавов дельты. Особенно заметны эти процессы в рукаве Бахтемир, основном питающем водотоке ВКМСК, на его речном и морском участках.

По оценкам ученых и специалистов через рукав Бахтемир выносятся в море около 2900 тыс. т. взвешенных наносов. Непосредственно через морскую часть ВКМСК их выносятся 1500-1600 тыс. т. В то же время, при существующих технических средствах и технологии работ по поддержанию паспортных габаритов ВКМСК, требуется, по расчетам науки и практики, вынимать из ложа ВКМСК (основа в морской части) как минимум 3500-4000 тыс. м<sup>3</sup> грунта. Эти цифры говорят о том, что проблема заносимости ВКМСК достаточно сложна и требует поэтапного и комплексного решения.

Несмотря на огромную и сложнейшую научно-исследовательскую и проектно-изыскательскую работу, выполненную в разные годы лучшими специалистами РАН, МГУ, СоюзморНИИпроект и др., по поиску способов сокращения заносимости ВКМСК, в т.ч. за счет создания заградительных дамб, надежного и эффективно-го решения пока не найдено. Свяzano это, в первую очередь, с чрезвычайной сложностью процессов, происходящих на стыке реки и моря. Эти, сложно прогнозируемые процессы непрерывно изменяют свои параметры в зависимости от водности р. Волги (паводок, межень); от направления и силы ветров вызывающих сгонно-нагонные явления с их сильными придонными течениями; от мощности и направления подвижек ледовых полей, играющих роль мощных бульдозеров; перераспределения водного стока по рукавам и каналам-рыбоходам и, конечно, вследствие объёмных колебаний уровня Каспийского моря и связанным с этим перемещением баровой части дельты Волги вдоль оси канала на десятки километров, и многих других природных факторов.

Наиболее значимым фактором, оказывающим решающее влияние на степень заносимости ВКМСК, как под действием природных процессов описанных выше (в т.ч. одновременным), так и от создания при выполнении дноуглубительных работ искусственных подводных свалок грунта на небольших расстояниях от канала, является особенность геолого-литологического строения грунта на этих участках канала и забровочных пространств. Залегающие на поверхности дна в основном серые илы, местами песчанистые, под воздействием вышеперечисленных процессов легко перемещаются. Ложе канала, в этой ситуации, играет роль «коллектора», где и происходит осаждение этих взвесей.

Интенсивность заносимости канала, происходящая под воздействием этих факторов, и лишь временно снижающаяся в результате деятельности человека путём многократного принудительного перемещения наносов по мере их продвижения к морю и уплотнению, намного превышает интенсивность его заносимости только под воздействием речного стока. Борьба с этой, так называемой «возвратной заносимостью», – по сути «Сизифов труд», так как общая протяженность ВКМСК около 200 км, в т.ч. его морская часть около 40 км, и, к тому времени, когда дноуглубительные работы в канале дойдут до его морского края, верхняя и средняя части канала уже вновь требуют расчистки.

С другой стороны, местные рыхлые грунты оказались не пригодными для создания защитных дамб, которые позволили бы уменьшить заносимость ВКМСК, и, соответственно, объем дноуглубительных работ. Натурные исследования показали, что даже созданные на небольших забровочных глубинах дамбы из местных материалов без серьезных креплений быстро разрушаются. На глубинах же более 2,0-2,5 м создание таких дамб, с учетом воздействия на них стонно-нагонных явлений, ледовых подвижек, весьма проблематично, так как нарушение дамбой установившегося природного равновесия придельтовых течений, сложившихся маршрутов рыб и др. нанесёт серьезный вред биосфере. Применение же других привозных материалов и конструкций, необходимых для крепления защитных дамб, многократно увеличивает стоимость строительства и содержания дамб, и не гарантирует конечный результат – их эффективную работу, из-за недостаточной изученности процессов осадконакопления при постоянно меняющихся гидрологических условиях.

Таким образом, анализируя существующее положение дел, и изложенные выше

оценки и наработки, мы утверждаем, что реальной мерой по сокращению заносимости ВКМСК является отказ от использования подводных свалок грунта, либо ограниченное их использование лишь на удаленных участках моря, исключающих возвратную заносимость ВКМСК. Жизнь показала, что, несмотря на ряд предпринимаемых мер, в том числе на уровне правительства РФ, состояние ВКМСК продолжает катастрофически ухудшаться. Использование имеющейся в настоящее время у ФГУП «Росморпорт» современной дноуглубительной техники, из-за применения существующих малоэффективных методов ведения работ в перечисленных выше условиях, не может решить проблему заносимости канала. Увеличение же мощностей дноуглубительного флота также не приведёт к сокращению объёма извлекаемого грунта и сокращению расходов на дноуглубительные работы.

Предлагаемая же нами схема изменения технологии работ позволяет, несмотря на недостаточную изученность процессов перемещения наносов из забровочных пространств (в т.ч. от подводных свалок) в ложе ВКМСК, только на недопущении подводных свалок сократить объемы работ на 30–40%. Это не означает, что другие способы борьбы с заносимостью с использованием защитных дамб, «ловушек» и др. предаются забвению. Работы по поиску путей их реализации следует продолжать, т.к. они могут сократить объем дноуглубительных работ еще на 30–40%. Следует обратить внимание на то, что эти схемы, не противоречат, а наоборот, дополняют друг друга. Предлагаемая модернизированная схема, предусматривающая введение дополнительного звена – многоцелевого судна (МЦС), позволяет не только сократить объемы дноуглубительных работ, но и, попутно, без дополнительных затрат, решать серию задач по использованию изъятых грунтов в качестве удобрений, компонентов для питания птиц, скота, рыб, обустройству площадок для строительства объектов различного назначения, и т.д. на любых прилегающих территориях имеющих подходы к воде. Эта схема также может быть применена при добыче полезных ископаемых в водоемах, песка и др., так как менее других способов создает шлейф мутности, отрицательно влияющий на экосистему (более подробно изложено ниже).

Наш выбор типа судна, обеспечивающего функции МЦС, выпал на нефтерудовоз проекта 15790. Однако, могут быть и другие варианты, в т.ч. и специально построенные суда. Предложение предусматривает создание организационной инженерной

схемы выполнения работ по ликвидации заносимости ВКМСК, реализация которой позволит решить практически все проблемы, изложенные выше.

Суть предложения сводится к созданию и включению в сложившуюся схему дноуглубительных работ специального многоцелевого судна (МЦС). (Описание прилагается). Это судно устанавливается на определенном месте участка работ, и принимает от самоотвозного землесоса (СЗС) пульпу, загруженную им в свой трюм во время рабочего цикла (петли). Емкость трюма МЦС – 2500 м<sup>3</sup>, СЗС – 1000 м<sup>3</sup>. Концентрация грунта в пульпе около 30–40%, большей концентрации достичь не удастся из-за вымывания грунта при работе переливных устройств СЗС. Выгрузив пульпу, СЗС уходит на очередной цикл. Таких циклов может быть 5-8 (покажет практика). Во время выполнения очередного цикла загрузки трюма СЗС, на МЦС принятая доза пульпы отстается (в течение 1 часа, до 80% взвесей осаждается, а осветленная вода удаляется за борт через переливные устройства МЦС или его гидроперегрузателем). Максимально заполнив трюм, МЦС транспортирует грунт на ближайшую береговую или удаленную морскую свалку, и с помощью своего гидроперегрузателя или грейферного крана выгружает грунт, и возвращается. Цикл повторяется. В зависимости от расстояния участка работ до свалки устанавливается режим работы СЗС и количество МЦС (минимальное количество 2 ед.).

По действующей схеме дноуглубительных работ СЗС, даже заполняя трюм лишь на 50-60% и перевозя 600 м<sup>3</sup> грунта, затрачивает много времени на переход до точки свалки и обратно, чем существенно снижает эффективность его работы. Варианты же совместной работы СЗС и МЦС могут быть различными, при этом соблюдаются основные принципы, отличающие предлагаемую схему отныне действующей.

В морских участках ВКМСК МЦС устанавливаются на участке работ в точке, где СЗС заканчивает загрузку трюма. Основным ар-

гументом для принятия данного варианта работы является дороговизна СЗС (около 10 млн евро), что настоятельно требует максимального его использования по времени на осуществление загрузки и выгрузки трюма с пульпой, причем, обеспечивая при этом максимально-возможную концентрацию взвесей. При этом надо учитывать, что эксплуатационные расходы СЗС на различных видах операций очень сильно колеблются. Если принять расходы СЗС при загрузке трюма за 100%, то на переходе к свалке они составят 80%, при выгрузке на стоянке 40%, ожидания 20%. При этом время перехода, отстоя, ожидания следует считать не производительным, т.к. СЗС в это время не выполняет свою основную функцию. Для сопоставления действующего варианта с предлагаемым, обозначим оценки и параметры (табл. 1).

Из табл. 1 следует, что при существующей технике продолжительность кругового рейса СЗС составляет – 6 часов для МЦС – 15 часов. Количество грунта доставленного на свалку за круговой рейс для СЗС – 600 м<sup>3</sup>, для МЦС – 2400 м<sup>3</sup>.

Оценки в «УЕ» прямых эксплуатационных расходов «ПЭР» нами приняты ориентировочно, учитывая их идентичность для СЗС и МЦС для многих операций. Подставляя величины ПЭР в УЕ для варианта работы СЗС без МЦС и с МЦС при доставке на свалку 2400 м<sup>3</sup> грунта получаем ПЭР для варианта работы СЗС без МЦС в сумме 1760 УЕ, для МЦС – 920 УЕ, для СЗС, работающего в комплекте с МЦС – 480 УЕ. Суммарные расходы для комплекта СЗС + МЦС составят 1400 УЕ.

Таким образом, ориентировочный расчет, ориентированный только на ПЭР показывает, что расходы по варианту работы СЗС по сравнению с работой СЗС + МЦС в 1,2 раза выше. Производительность СЗС, как основного звена схемы вариант вторе. Для нормальной работы схемы СЗС + МЦС при одном СЗС необходимо 2 МЦС. Имеющиеся резервы по загрузке будут выявлены на практике.

**Таблица 1**

Оценки для ориентировочного расчета кругового рейса, принятые в соответствии с характеристиками судов по времени и условным единицам «УЕ»

№ п/п	Наименование операции	Время в часах		1 час стоимости в «УЕ»		Кол-во грунта, м <sup>3</sup>	
		СЗС	МЦС	СЗС	МЦС	СЗС	МЦС
1	Переход на свалку и обратно	4,0	4,0	80	100	600	2400
2	Загрузка	1,0	4,0	100	20		
3	Выгрузка	1,0	3,0	50	50		
4	Отстой		4,0		20		
	Итого	6,0	15,0				

Можно менять цифры, критиковать предложенные расчеты, но принципиальный вывод о том, что эффективность техники (СЗС) заключается в наиболее полном использовании ее возможностей. Если к этому добавить, что стоимость СЗС составляет около 500 млн рублей, а приобретение, реконструкция и ремонт МЦС обойдутся всего лишь в 80-90 млн рублей, то вывод в пользу использования МЦС становится очевидным.

Многоцелевое судно (МЦС) для обслуживания акватории портов, каналов и др. Базовым судном для дооборудования под МЦС нами выбран нефтерудовоз проекта 15790, как обладающий нужным районом плавания, размерами, энергетической оснащенностью и недостаточно востребованный для транспортной работы (табл. 2).

**Таблица 2**  
Основные размерения, характеристики нефтерудовоза проектов 1570 и 15790

№ п/п	Наименование характеристик	Проект 1570	Проект 15790
1	Длина	119,9	125,6
2	Ширина	13,0	13,5
3	Емкость трюма м <sup>3</sup>	1820	2550
4	Мощность двигателя кВт	2 x 485	2 x 700
5	Мощность вспомогательного дизель генератора, кВт	3 x 100	3 x 160
6	Насосы грузовые производительность м <sup>3</sup> /час	2 x 450	2 x 450
7	Стоимость млн руб.:		
	1. Приобретение действующего судна.	40	45
	2. Дооборудование, ремонт.	40	40
	3. Итого:	80	85

Судно дооборудуется дополнительными устройствами и механизмами.

1. Свайным устройством для быстрой и надежной установке на любой акватории.

2. Портальным краном грузоподъемностью 5 т над грузовым трюмом.

3. Гидроперегрузателем, производительностью 1000 м<sup>3</sup>/час на портале крана.

4. Гидромониторами и переливными устройствами для обработки трюма.

5. При необходимости МЦС может быть дооборудовано грунтоприемными устройствами и выполнять функции СЗС.

Кроме работы в схеме с СЗС, МЦС может выполнять следующие работы:

- Доставка, установка съемка навигационных плавучих буйев.

- Перевозка различных грузов погрузка и выгрузка собственным краном в т.ч. на необорудованный берег.

- Производство дноуглубительных работ у причалов с перевозкой грунта и выгрузкой.

- Участие в строительстве гидросооружений на реке и в море.

- Самостоятельное выполнение мелких дноуглубительных работ с помощью грейферного крана, а при наличии грунтозаборного устройства использоваться как СЗС. В связи с наличием в Астрахани СЗС и стационарного ЗС вопрос создания на базе МЦС СЗС пока не ставится. Для других вариантов это возможно.

При работе в речных условиях, где наиболее целесообразным являются применение имеющихся стационарных землесосов (ЗС), на МЦС ЗС работает через плавучий грунтопровод, обеспечивающей непрерывную погрузку МЦС. Погрузка ведется не непрерывно, а с перерывами, с целью обеспечить отстой пульпы и удаление осветленной воды средствами МЦС. В период перехода МЦС к ближайшим стационарным картам-отстойникам и выгрузки на них грунта ЗС производит перестановку на очередной участок работы или начинает работать на второй МЦС. Перестановка плавучего грунтопровода на новое место работы по сравнению со сложностями прокладки береговой части грунтопровода не только значительно дешевле и проще, но и экологически безопасно. Учитывая, что строительство нескольких (4-5) береговых карт-отстойников необходимо независимо от схемы работ, что применяемая техника очень производительная и не затратна при обслуживании, экономическая целесообразность, не вызывает сомнений.

Все работы и услуги связанные с приобретением и переоборудованием МЦС, выбором мест для проектирования и строительства береговых карт-отстойников могут быть выполнены в г. Астрахани.

### Заключение

Изложенные аргументы и оценки показывают, что предложенная схема работы СЗС и МЦС более эффективна, чем ныне существующая. Достигается это за счет более полного использования производительности СЗС по количеству вынимаемого грунта, сокращения возвратной заносимости канала и, соответственно, объемов работ. Передача работы по транспортировке пульпы с СЗС, на МЦС, как показывают расчеты, целесообразна даже при введении промежуточной операции перегрузки. Дополнительная выгода от сокращения ущерба окружающей среде, сокращения объема работ, использования в хозяйственной

деятельности изъятых грунтов и др. будет несравненно больше и быстро окупят расходы, связанные с приобретением, дооборудованием, ремонтом и эксплуатацией МЦС.

21 октября 2015 г. при российском правительстве прошло заседание президиума Морской коллегии. Обсуждали готовность Волго-Каспийского морского судоходного канала к выводу крупногабаритных объектов. По мнению главы Астраханской области Александра Жилкина, который выступил на коллегии, необходимо в первую очередь обратить внимание на проблему дноуглубления канала. По словам губернатора, состояние ВКМСК во многом определит российские перспективы в развитии грузопотоков на Каспийском море, сообщает «Русская планета» со ссылкой на персональный сайт губернатора Астраханской области.

#### Список литературы

1. Бухарицин П.И., Арманский А.Г. Современная характеристика и основные направления реконструкции Волго-Каспийского судоходного канала // Материалы Первой Международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений» (16-18 февраля 2005 г., Астрахань). – Астрахань, 2005. – С. 16–18.
2. Бухарицин П.И., Арманский А.Г. Современные гидрологические и геоморфологические процессы в Волго-Каспийском канале // Материалы Международной научно-практической конференции «Мелиорация малых водотоков, нерестилищ дельты р. Волги и Волго-Ахтубинской поймы». – Астрахань, 2007. – С. 277–280.
3. Русанов Н.В., П.И. Бухарицин, А.Г., Беззубиков Л.Г. Рекомендации по изменению технологии и выбору технических средств для проведения дноуглубительных работ на Волго-Каспийском морском судоходном канале // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Том IV. Коллективная монография под редакцией: д. ф.-м. н., профессора Керимова И.А. д. г.н., профессора Широковой В.А. Грозный, Академия наук Чеченской Республики, 2015. – С. 250–255.