

DOI: 10.24143/2073-5529-2019-1-38-45  
УДК 639.2.081.117

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ КОШЕЛЬКОВОГО И РАЗНОГЛУБИННОГО ТРАЛОВОГО ЛОВА

*А. В. Мельников, Н. В. Прямухина, А. Н. Назармамедов,  
Дон Куаме Рафаел, А. Б. Ахмеджанова*

*Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, Российская Федерация*

Эффективная работа судов добывающего флота рыбной промышленности в большой степени зависит от уровня автоматизации процессов лова. Развитие и совершенствование технологий разноглубинного тралового лова и кошелькового лова как наиболее перспективных видов промысла будут осуществляться в направлении создания автоматизированных систем тралового и кошелькового лова. Опыт разработки и применения таких систем на промысле свидетельствует о повышении эффективности лова. Автоматизация процессов кошелькового и разноглубинного тралового лова позволяет сократить расходы на проведение промысла за счет сокращения проловов, которые в настоящее время (например для кошелькового лова) могут достигать 50 % от числа всех заметов. Технология кошелькового и разноглубинного тралового лова характеризуется сложным взаимодействием экипажа с технологическим объектом управления, в состав которого входят кошельковый невод или трал, судно, оснащенное промысловыми механизмами, навигационной и рыбопоисковой аппаратурой. Процесс кошелькового и разноглубинного тралового лова состоит из нескольких этапов, большинство из которых для своей автоматизации требуют обработки большого потока входящей информации и выдачи управляющих воздействий в короткий промежуток времени. Необходимо также учитывать динамику движения судна на этом этапе. Оптимизировать процесс управления судном и ликвидировать разрыв между количеством информации и возможностью ее использования могут автоматизированные системы управления процессами лова.

**Ключевые слова:** автоматизация процессов, судно, кошельковый лов, разноглубинный траловый лов, промыслово-навигационный комплекс, датчики информации, автоматизированная система управления процессами лова.

**Для цитирования:** Мельников А. В., Прямухина Н. В., Назармамедов А. Н., Дон Куаме Рафаел, Ахмеджанова А. Б. Перспективы развития автоматизированных систем управления процессами кошелькового и разноглубинного тралового лова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 1. С. 38–45. DOI: 10.24143/2073-5529-2019-1-38-45.

### Введение

Автоматизация процессов кошелькового и разноглубинного тралового лова и автоматизированное наведение орудия лова на косяк рыбы на основе использования промыслово-навигационных комплексов позволяют повысить эффективность добычи рыбы и сократить расходы на эксплуатацию добывающего флота за счет сокращения проловов. Автоматизация процессов, помимо создания алгоритмов лова, предусматривает определение характеристик необходимых датчиков навигационной и промысловой информации, а также перспективных направлений автоматизации процессов прицельного лова. Некоторые из этих вопросов рассмотрены в ряде работ В. Е. Ольховского [1, 2] и других ученых [3–5].

*Цель нашей работы* – определение направлений развития автоматизированных промыслово-навигационных комплексов, характеристик устройств автоматического управления глубиной хода трала и автоматизации процессов маневрирования на промысле кошельковым неводом.

### Процессы прицельного облова косяков разноглубинным тралом и кошельковым неводом

Разработка проблемы автоматизации процессов тралового лова должна начинаться с математического описания всех этапов прицельного облова. При прицельном облове пелагических рыб решается задача наведения движущегося трала на подвижный косяк рыбы в трехмерном пространстве.

Задача оптимального наведения трала – это определение такой его траектории с учетом перемещения косяка рыбы, при которой обеспечивается максимально эффективный облов косяка.

При прицельном разноглубинном траловом лове необходимо обнаружить и распознать косяк рыбы, определить глубину его погружения, направление и скорость горизонтального перемещения, затем рассчитать курс траления, обеспечивающий вывод трала в точку его встречи с косяком в горизонтальной плоскости, а также выведение трала на необходимую глубину хода для облова косяка. При этом следует учитывать специфику тралового лова, заключающуюся в том, что судно и трал представляют собой единую, неразрывно связанную ваерами систему, в которой в процессе выполнения промысловых маневров наблюдается существенное влияние элементов системы друг на друга.

Разработка автоматизированных систем тралового лова должна базироваться на выводах и рекомендациях, представленных в виде алгоритмов обработки промыслово-навигационной информации и алгоритмов наведения устья трала на ядро подвижного косяка в трехмерном пространстве.

Процесс лова подвижных косяков пелагических рыб *разноглубинным тралом* можно разделить на следующие этапы: обнаружение, распознавание, выделение условного центра плотности и установление промысловой значимости косяка, определение глубины погружения, направления и скорости горизонтального перемещения косяка; наведение трала на глубину погружения косяка с учетом инерционных качеств трала и обеспечение устойчивости его движения на этой глубине с оптимальным раскрытием; вывод судна на рекомендованный курс траления, расчет времени следования этим курсом и курсового угла на трал на момент его встречи с ядром подвижного косяка с учетом динамики системы «судно – доски – трал» и воздействия внешних факторов; корректировка глубины погружения трала или курса траления по информации от установленных на трале приборов контроля параметров трала.

Процесс облова подвижных косяков *кошельковым неводом* в общем случае можно разделить на шесть последовательных по времени этапов: обнаружение и распознавание косяка, определение его размеров, центра плотности и установление промысловой значимости; определение глубины погружения косяка с учетом рефракции звукового луча в морской среде; определение вектора скорости горизонтального перемещения косяка; выход судна в начальную позицию замета невода; маневрирование судна переменными курсами на криволинейном участке траектории замета невода; возвращение судна в начальную позицию замета для стягивания невода и его кошелькования. Первые три этапа являются общими для разноглубинного тралового и кошелькового лова рыбы, а остальные – специфическими для кошелькового лова.

Алгоритм перспективной автоматизированной системы управления курсом судна при замете невода должен удовлетворять следующим требованиям:

- исходя из длины имеющегося на судне невода обеспечить его замет без перекрытий и с минимально необходимыми «воротами»;
- с учетом скорости горизонтального перемещения косяка и длины невода обеспечить наибольшую площадь замета;
- исключить опасность сближения судна с внешней кромкой косяка на расстояние реакции рыбы на судовые шумы [1];
- обеспечить замет невода таким образом, чтобы ко времени возвращения судна в начальную позицию замета косяк не успел уйти из зоны облова;
- учитывать маневренные качества судна при его движении по криволинейному участку траектории замета невода.

#### **Автоматизированные промыслово-навигационные комплексы**

На добывающих судах используются автоматизированные промыслово-навигационные комплексы различной сложности. Основным элементом такого комплекса является визуальный индикатор, на котором в динамике отображается картина обобщенной промыслово-навигационной обстановки: экран для отображения поступающей информации; планшет, на котором производится графическая запись, отображающая динамическую картину промыслово-навигационной обстановки с той или иной степенью подробности и точности.

С помощью визуального индикатора создается информационная модель промыслово-навигационной обстановки, которая удовлетворяет общим требованиям, предъявляемым к такого рода

моделям: адекватное отображение действительности, позволяющее оператору быстро и правильно воспринимать необходимую информацию или ситуацию в целом, а также решение задачи управления с минимальной затратой времени.

Развитие информационных промыслово-навигационных комплексов идет по пути создания новых датчиков промысловой информации для полной автоматизации съема и ввода в вычислительное устройство информации, повышения наглядности, создаваемой средствами отображения информационной модели промыслово-навигационной обстановки.

Примером автоматизированного информационного промыслово-навигационного комплекса может служить разработанная норвежской фирмой Simrad система, известная под названием Display CD и предназначенная для автоматизации замата кошелькового невода. Эта система включает в себя визуальный электронный индикатор, многовибраторную сканирующую гидроакустическую станцию с режимом автоматического сопровождения цели, лаг, гирокомпас и специализированную электронно-цифровую вычислительную машину (ЭЦВМ), которая обрабатывает поступающую информацию. На экране электронного индикатора в реальном времени отображаются траектория косяка и траектория судна при замате невода. Кроме того, вектором, исходящим из середины отметки косяка, указываются скорость и направление его горизонтального перемещения. Никаких рекомендаций по выбору начальной позиции постановки невода и управлению курсом судна в процессе замата эта система не вырабатывает.

Разрабатываемый нами информационно-управляющий промыслово-навигационный комплекс также собирает информацию, обрабатывает ее и результаты обработки воспроизводит в естественно-наглядной форме, удобной для восприятия судоводителем. Кроме того, он подготавливает данные для решения задач управления судном, а также обеспечивает автоматическое или полуавтоматическое решение некоторых задач управления, таких как стабилизация движения судна по данной территории или наведение разноглубинного трала на подвижный косяк в плоскости горизонта и по глубине.

В такой информационно-управляющий комплекс входят отдельные замкнутые подсистемы автоматического регулирования, осуществляющие связь аппаратуры комплекса с некоторыми органами управления судном и промысловыми механизмами: рулевой установкой, главной энергетической установкой, винтом регулируемого шага, траловой лебедкой.

Дальнейшее развитие такого рода комплексов будет идти по пути усиления связей аппаратуры комплекса, в частности ЭЦВМ, с органами управления судном и орудиями лова, что позволит расширить круг решаемых задач управления.

Автоматизированный управляющий промыслово-навигационный комплекс, помимо сбора информации, ее обработки и индикации результатов в форме, удобной для восприятия судоводителем, должен полностью выполнять функции управления в соответствии с заданной программой и критериями качества и оптимальности управления. Оптимизация управления будет осуществляться автоматически.

Разрабатываемый комплекс представляет собой самонастраивающуюся соответственно изменяющимся условиям плавания и промысла систему. На судоводителя будет возлагаться только контроль над работой комплекса, с возможностью непосредственного участия в управлении лишь в случае возникновения непредвиденных ситуаций.

### **Характеристика датчиков навигационной и промысловой информации**

На современном добывающем судне имеется большое количество различных измерительных приборов, которые являются датчиками информации. Эта информация необходима для обеспечения возможности эффективного управления судном, промысловыми механизмами, орудиями лова и технологическим оборудованием.

Для решения задач автоматизации процессов промыслового судовождения и маневрирования судна с орудиями лова используются главным образом датчики навигационной и промысловой информации.

Датчиками *навигационной информации* являются курсоуказатели и лаги, используемые для счисления пути судна; визуальные, астрономические, радиотехнические приборы, системы и устройства, предназначенные для определения места судна по результатам измерений навигационных параметров; гидрометеорологические [2, 3] приборы, используемые для учета влияния ветра, течения и других гидрометеорологических факторов на перемещение судна относительно воды и относительно земли.

К датчикам *промысловой информации* относятся эхолоты и гидролокаторы, используемые для определения глубины погружения, вида, размеров и плотности косяка; приборы контроля орудий лова, используемые для определения вертикального и горизонтального раскрытия трала, глубины его хода относительно грунта и водной поверхности, положения трала относительно скоплений рыбы, степени наполнения трала и глубины погружения нижней подборы, предназначенные для определения температуры, солености и плотности морской воды на глубине погружения орудий лова; указатели длины и натяжения ваеров.

В качестве датчиков курса на современных добывающих судах применяются, как правило, гироскопические компасы.

К датчикам скорости добывающих судов предъявляются особые требования, т. к. они должны обеспечить высокую точность показаний на малых скоростях траления. Обычные гидродинамические лаги не удовлетворяют этим требованиям. В последнее время на добывающих судах все большее распространение получают чувствительные индикационные лаги-дрейфомеры. Лаг такого типа измеряет две составляющие скорости судна относительно воды – продольную и поперечную, – по которым затем определяют модуль вектора скорости судна относительно воды и угол дрейфа. С помощью лага-дрейфомера может быть учтено боковое перемещение судна не только под действием ветра, но и под действием боковой составляющей натяжения ваеров.

### Характеристика устройств автоматического управления глубиной хода трала

Рассмотрим устройства для автоматического управления глубиной хода трала при облове косяков, расположенных в толще воды.

При наведении трала по глубине на косяк, расположенный в толще воды, целесообразно освободить судоводителя от участия в выполнении маневра по подъему или опусканию разноглубинного трала, т. е. использовать управляющую автоматизированную систему. С точки зрения безопасности орудий лова подобная автоматизация вызывает затруднения, но позволяет судоводителю значительно больше внимания уделять решению других задач промысла.

Использование специальных навесных устройств, создающих дополнительные гидродинамические силы или изменяющих угол атаки досок, затруднено из-за сложности технической реализации и необходимости наличия кабельного канала для подвода энергии к этим устройствам, что обуславливает малую надежность их работы. Поэтому в практике промысла подъем или опускание трала осуществляют изменением длины ваеров или скорости траления либо одновременным маневром ваерами и скоростью.

В существующих автоматизированных системах изменение глубины хода трала осуществляется путем изменения длины ваеров. Обобщенная схема этой системы изображена на рис. 1.

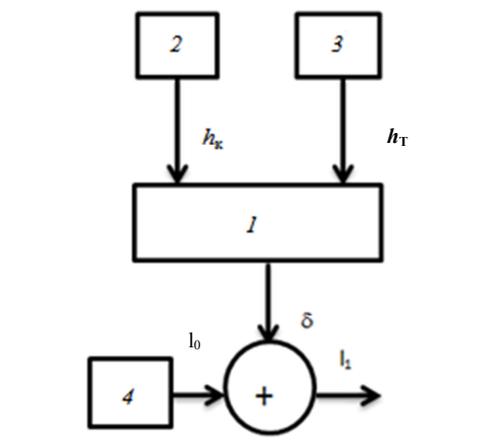


Рис. 1. Обобщенная схема системы автоматического управления глубиной хода трала:

1 – контрольный блок; 2 – эхолот; 3 – прибор контроля глубины хода трала;

4 – датчик длины вытравливания ваеров;  $\delta$  – сигнал рассогласования;

$h_k$  – глубина погружения косяка;  $h_T$  – глубина хода трала

Для подъема или опускания трала длина ваеров непрерывно изменяется до тех пор, пока глубина хода трала не достигнет заданного значения, о чем свидетельствуют показания специального контрольного блока 1. Кроме контрольного блока в эту систему входят также эхолот 2, прибор контроля глубины хода трала 3 и датчик длины вытравления ваеров 4.

По разности глубин косяка и трала в контрольном блоке вырабатывается сигнал рассогласования  $\delta$ :

$$\delta = \rho_1 (h_k - h_t),$$

где  $\rho_1$  – коэффициент, зависящий от выбора электрических масштабов;  $h_k$  – глубина погружения косяка;  $h_t$  – глубина хода трала. Электрический сигнал  $\delta$  алгебраически суммируется с сигналом  $1_0$ , пропорциональным длине вытравления ваеров. Результирующий сигнал  $1_1 = \delta + 1_0$  подается на исполнительные механизмы траловой лебедки для изменения длины ваеров с целью подъема или опускания трала. Инерционные качества трала в этом случае не учитываются, поэтому при дальнейшем опускании или подъеме трала ниже или выше глубины погружения косяка вновь начинается выборка или траление ваеров. Это приводит к неустойчивому движению трала по глубине, уменьшению его раскрытия и снижению уловистости, либо трал вообще проходит мимо косяка. Для устранения этого недостатка перспективно было бы использовать пропорционально-интегрально-дифференцирующее регулирование в системе «длина вытравленного ваера – глубина хода трала» с целью получения необходимых точности и качества переходного процесса.

#### **Автоматизация процессов маневрирования на промысле кошельковым неводом**

В связи с широким применением на добывающих судах рыбопоисковой аппаратуры замет невода в настоящее время осуществляют только по обнаруженным гидролокатором косякам рыбы. В процессе замета непрерывно определяют направления и расстояния до передней (левой) кромки косяка и замет невода осуществляют таким образом, чтобы исключить опасность сближения судна с передней кромкой на расстояние, с которого косяк начинает реагировать на судовые шумы. Нужно отметить, что современная практика кошелькового лова учитывает в первую очередь направление движения косяка и влияние гидрометеорологических факторов на выбор начальной позиции замета невода. Между тем внедрение на судах подруливающих устройств и лагов-дрейфомеров позволяет практически исключить влияние ветра, волнения и натяжения неводов на траекторию замета.

Подруливающее устройство устраняет опасность втягивания судна в невод или намотки невода на винт в процессе кошелькования под влиянием ветра и волнения. Лаги-дрейфомеры определяют направление и скорость перемещения судна относительно водной поверхности под влиянием судовых двигателей, ветра и натяжения невода. Влияние ветра и натяжения невода может быть учтено непрерывным вводом в курс судна поправки на дрейф.

Наиболее сложным фактором, трудно поддающимся учету, является поведение косяка в зоне облова, которое зависит от видового и размерного состава рыбы, ее биологического состояния и времени года. В общем случае поведение косяка можно учесть правильным выбором начальной позиции замета по курсовому углу и расстоянию до ядра косяка [4, 5].

В качестве примера одной из зависимостей, присутствующих в модели системы автоматизированного управления кошельковым ловом, можно привести график зависимости длины кошельковых неводов  $LH$ , м, для лова каспийской кильки от отношения скорости рыбы к скорости судна  $kv$  для различных значений величины упреждения  $L_y$  (рис. 2).

Существующая система автоматизированного информационного промыслово-навигационного комплекса Display CD имеет три режима работы: относительное движение, истинное движение и истинное движение с автосопровождением цели.

*Режим относительного движения* является режимом поиска. Символ судна располагается неподвижно в центре экрана индикатора и ориентирован носом вверх. Он заканчивается отрезком линии курса. Длина этого отрезка и цифра рядом определяют размер зоны поиска. При движении судна высвечиваются контуры обнаруженных косяков, которые смещаются вниз по экрану. Для ориентировки на экране специальными отметками указывается диапазон дальности обнаруженных косяков с помощью гидроакустической станции.

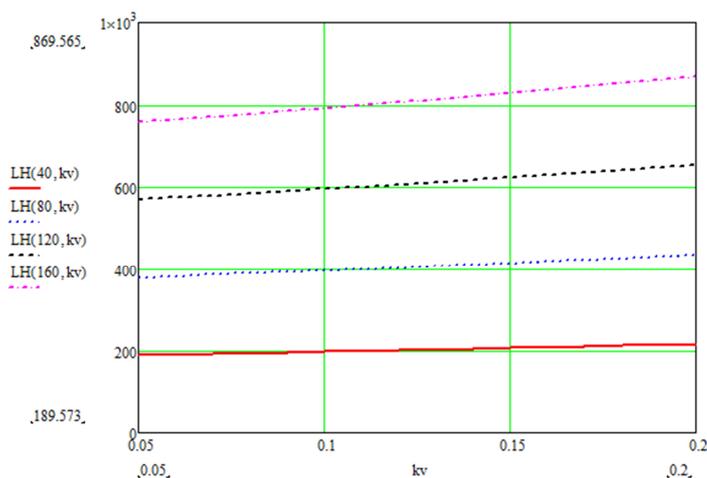


Рис. 2. График зависимости длины кошельковых неводов  $LH$ , м, для лова каспийской кильки от отношения скорости рыбы к скорости судна  $kv$  для величины упреждения  $L_y = (40, 80, 120, 160)$  м

*Режим истинного движения* используется для выхода на позицию начала замета невода. В этом режиме символ судна движется по экрану в соответствии с маневрами судна. На экране отображается также траектория судна за последние 10 мин.

*В режиме истинного движения с автосопровождением цели* осуществляется замет невода. На экране индикатора отображаются также диапазон дальности обнаружения косяков с помощью гидроакустической станции, контур обваливаемого косяка, траектория судна, масштабная линия курса. Кроме того, в этом режиме вектором, исходящим из середины отметки косяка, указывается скорость и направление его горизонтального перемещения по данным гидроакустической информации, обработанной на ЭЦВМ. Концевой буй невода, отмечающий начало замета, маркируется на изображении траектории судна специальной отметкой – небольшим квадратным символом. В левой части экрана на шкале глубин вертикальной линией указывается протяженность косяка по глубине.

Наблюдая за показаниями визуального электронного индикатора, оператор приблизительно зрительно оценивает промысловую ситуацию и, руководствуясь личным опытом и интуицией, выполняет замет невода, подавая голосом команды на руль для управления курсами судна. Вследствие быстротечности кошелькового лова управление судном только по показаниям визуального индикатора часто заканчивается заметом невода с большими «воротами», через которые уходит рыба, либо с перекрытиями, когда возникает опасность аварии невода при кошельковании. Таким образом, система Display CD представляет собой чисто информационный промыслово-навигационный комплекс и, как всякий комплекс такого типа, не дает судоводителю никаких рекомендаций по выбору начальной позиции замета невода и не решает задачу автоматического управления курсом судна при замете по программе, реализующей тот или иной алгоритм.

Разрабатываемый нами информационно-управляющий промыслово-навигационный комплекс позволит устранить многие недостатки системы Display CD. Он позволит подготовить данные для решения задач управления судном, обеспечить автоматическое или полуавтоматическое решение задач стабилизации движения судна по рассчитанной траектории или наведение разноглубинного трала на подвижный косяк в горизонтальной плоскости и по глубине.

### Заключение

В работе рассмотрены вопросы применения и пути совершенствования существующих автоматизированных систем управления процессами кошелькового и разноглубинного тралового лова.

В частности, описана автоматизированная система, которая служит для изменения глубины хода трала путем изменения длины ваеров, показаны ее недостатки и предложены пути их устранения. Рассмотрена автоматизированная система Display CD, предназначенная для автоматизации

процессов замета кошелькового невода с тремя режимами работы, включающая режимы относительного движения, истинного движения и истинного движения с автосопровождением. Предложен вариант совершенствования этой системы.

Работы, связанные с автоматизацией процессов кошелькового и разноглубинного тралового лова, позволяют повысить эффективность добычи рыбы, а следовательно, являются перспективными для рыбного хозяйства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ольховский В. Е., Яковлев В. И., Меньшиков В. И.* Математическое обеспечение автоматизации тралового кошелькового лова. М.: Пищ. пром-сть, 1980. 167 с.
2. *Ольховский В. Е.* Навигация и промысловая навигация: учеб. для вузов. М.: Пищ. пром-сть, 1979. 544 с.
3. *Карпенко В. П., Торбан С. С.* Механизация и автоматизация процессов промышленного рыболовства: учеб. для вузов. М.: Агропромиздат, 1990. 464 с.
4. *Мельников В. Н.* Биотехнические основы промышленного рыболовства. М.: Пищ. пром-сть, 1983. 216 с.
5. *Мельников В. Н.* Рыбохозяйственная кибернетика. Основы управления рыбохозяйственными процессами: моногр. Астрахань: Изд-во АГТУ, 1980. 309 с.

Статья поступила в редакцию 23.06.2018

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Мельников Александр Викторович** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; г-р техн. наук, профессор; профессор кафедры аквакультуры и рыболовства; alex\_meln@list.ru.

**Прямухина Нина Владимировна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. биол. наук, доцент; доцент кафедры аквакультуры и рыболовства; ninafishwom@mail.ru.

**Назармамедов Аллаберды Назармамедович** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры аквакультуры и рыболовства; allashka93@mail.ru.

**Дон Куаме Рафаел** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры аквакультуры и рыболовства; donkouameraphael@hotmail.fr.

**Ахмеджанова Алия Баймуратовна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; лаборант кафедры аквакультуры и рыболовства; aliyaakhmed14@gmail.com.



#### PROSPECTS OF DEVELOPING AUTOMATED SYSTEMS OF CONTROL OVER OF PURSE SEINING AND MID-WATER TRAWLING PROCESSES

*A. V. Melnikov, N. V. Pryamukhina, A. N. Nazarmamedov,  
Don Kuame Rafael, A. B. Akhmedzhanova*

*Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, Russian Federation*

**Abstract.** The article describes efficient operation of catching vessels, which mostly depends on their automation level. Development and improvement of technologies of mid-water trawl fishing and purse seining will be oriented to form automated systems for these very promising fishery methods. The experience of the development and operation of such systems in the fleet proves the increased productivity of the quality of work. Automated processes of mid-water trawling and purse seining will help to shorten operation costs of catching vessels due to decreasing the number of catch failures that reach 50% at present. Purse seine trawling and deep-sea trawling are characterized by a complex interaction of the crew with a technological control facility that includes

a purse seine or trawl, a ship equipped with fishing gear, navigation and fish retrieval equipment. The process of purse seining and mid-water trawling consists of several stages, most of which require processing a large flow of input information, issuing commands in a short period of time, and taking into account dynamics of vessel maneuvering, as well. The resulting misalignment of these factors becomes a great number of catch failures and damages of fishing gear. Microprocessor systems with low cost and great functional flexibility can optimize the process of vessel operation control and close the gap between the amount of information and possibility to use it. The development of microprocessors has great opportunities due to creating the automated technical process management system.

**Key words:** process automation, vessel, purse seining, mid-water trawling, fishery-navigation complex, data sensors, automated technical process management system.

**For citation:** Melnikov A. V., Pryamukhina N. V., Nazarmamedov A. N., Don Kuame Rafael, Akhmedzhanova A. B. Prospects of developing automated systems of control over of purse seining and mid-water trawling processes. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2019;1:38-45. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2019-1-38-45.

#### REFERENCES

1. Ol'khovskii V. E., Iakovlev V. I., Men'shikov V. I. *Matematischeskoe obespechenie avtomatizatsii tralovogo koshel'kovogo lova* [Mathematical software of automated process of seine-net trawling]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1980. 167 p.
2. Ol'khovskii V. E. *Navigatsiia i promyslovaia navigatsiia: uchebnik dlia vuzov* [Navigation and fishery navigation: textbook for universities]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1979. 544 p.
3. Karpenko V. P., Torban S. S. *Mekhanizatsiia i avtomatizatsiia protsessov promyshlennogo rybolovstva: uchebnik dlia vuzov* [Mechanization and automation of industrial fishery processes]. Moscow, Agropromizdat, 1990. 464 p.
4. Mel'nikov V. N. *Biotehnicheskie osnovy promyshlennogo rybolovstva* [Biotechnical grounds of commercial fishing]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1983. 216 p.
5. Mel'nikov V. N. *Rybokhoziaistvennaia kibernetika. Osnovy upravleniia rybokhoziaistvennymi protsessami: monografiia* [Fishery cybernetics. Principles of fishery processes management]. Astrakhan', Izd-vo AGTU, 1980. 309 p.

The article submitted to the editors 23.06.2018

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Melnikov Alexandr Viktorovich** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of Aquaculture and Industrial Fishery; alex\_meln@list.ru.

**Pryamukhina Nina Vladimirovna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Biology, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Aquaculture and Industrial Fishery; ninafishwom@mail.ru.

**Nazarmamedov Allaberdy Nazarmamedovich** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department of Aquaculture and Industrial Fishery; allashka93@mail.ru.

**Don Kuame Rafael** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department of Aquaculture and Industrial Fishery; donkouameraphael@hotmail.fr.

**Akhmedzhanova Aliya Baimuratovna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Laboratory Assistant of the Department of Aquaculture and Fishery; aliyaakhmed14@gmail.com.

