

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»

Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

**Ю.А. Данилов**

## **ПРОМЫСЛОВАЯ НАВИГАЦИЯ**

Методические указания и контрольные задания  
для студентов специальности 26.05.05 «Судовождение»  
заочной формы обучения  
(2-е издание, переработанное и дополненное)

**БГАРФ**

Калининград  
Издательство БГАРФ  
2019

**УДК 656.6.052**

**Промысловая навигация:** метод. указания и контрольные задания / сост.: Ю.А. Данилов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2019. – 39 с.

Методические указания и контрольные задания составлены в соответствии с действующей программой дисциплины «Промысловая навигация», рассмотрены и одобрены кафедрой судовождения БГАРФ 13 марта 2019 г., протокол № 10.

Предназначены для студентов специальности 26.05.05 «Судовождение» БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ» заочной формы обучения.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота.

**Рецензент:** Бондарев В.А., д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры судовождения БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»

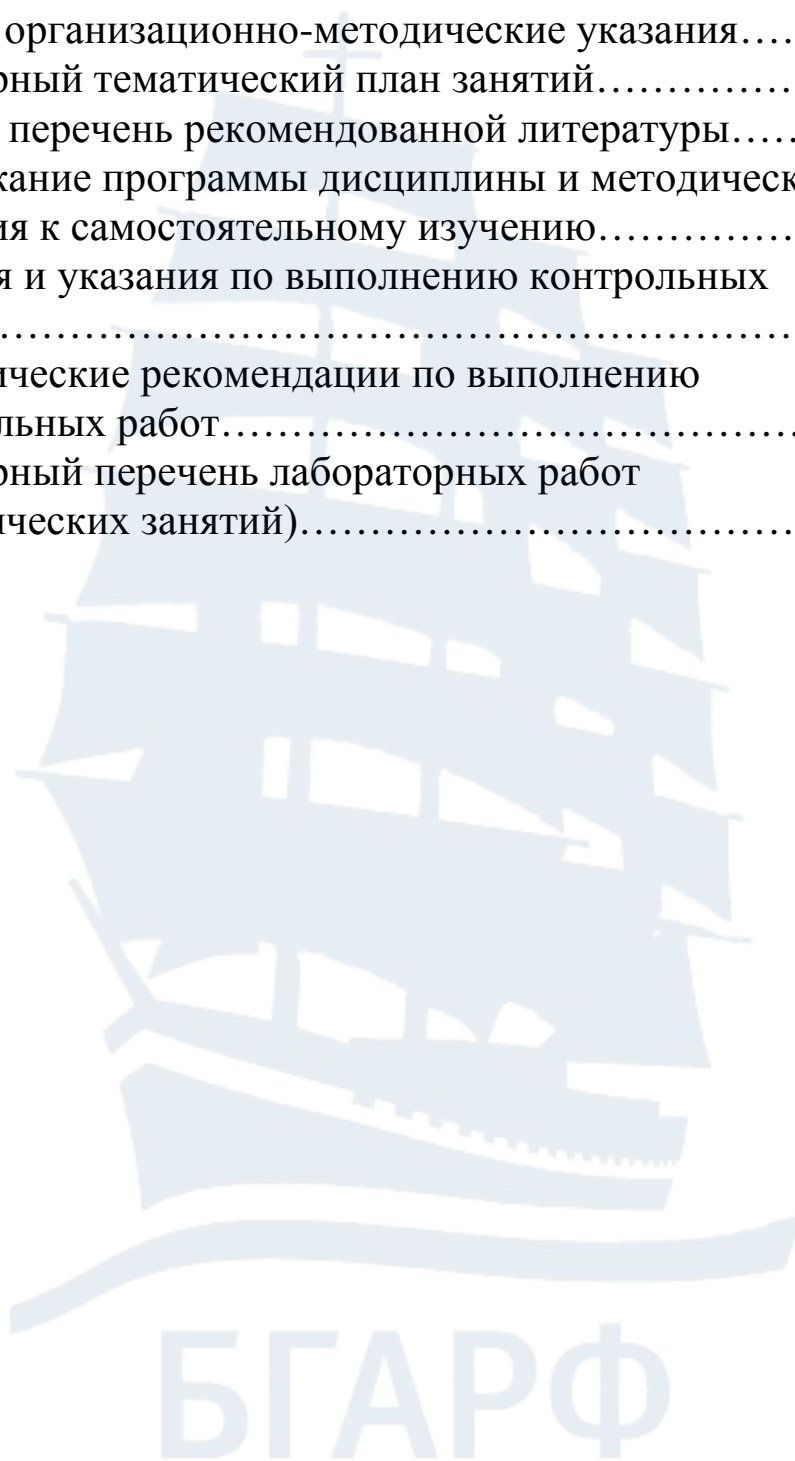


БГАРФ

© БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие организационно-методические указания.....	4
2. Примерный тематический план занятий.....	7
3. Общий перечень рекомендованной литературы.....	8
4. Содержание программы дисциплины и методические указания к самостоятельному изучению.....	9
5. Задания и указания по выполнению контрольных работ.....	17
6. Методические рекомендации по выполнению контрольных работ.....	38
7. Примерный перечень лабораторных работ (практических занятий).....	38



## 1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Учебная дисциплина «Промысловая навигация» для основного вида обучения изучается в 9-м семестре. Отчетность – зачет; виды занятий: лекции – 11 часов, практические занятия – 11 часов, самостоятельная работа – 11 часов. Для заочной формы обучения – 4 часа установочных лекций и 2 часа – практических занятий, одна контрольная работа. Отчетность – зачет: в 9-м семестре для срока обучения 6 лет 6 месяцев, в 6-м семестре для срока обучения 4 года 6 месяцев.

Судоводитель обязан обеспечить целевую эффективную работу рыболовного судна на всех стадиях промыслового рейса: подготовить промысел с участием специалистов промышленного рыболовства в техническом отношении (орудия лова, промысловые механизмы и устройства, расходуемые рыболовные материалы, квалификация промыслового персонала); в правовом отношении – изучить международные и местные условия рыболовства в планируемом районе промысла; изучить океанографические условия промысла и опыт рыболовства в заданном районе.

Умение правильно оценить навигационную обстановку и промысловую ситуацию для выработки эффективного промыслового решения зависит от понимания того, что происходит в процессе лова. Именно это определяет следующие цели и задачи дисциплины.

*Цель изучения дисциплины:*

- обоснование необходимого маневрирования рыболовного судна курсом и скоростью на всех этапах лова;
- обоснование и выбор места безопасного начала или окончания промыслового цикла;
- обоснование и оценка навигационной и промысловой безопасности на промысле.

## *Задачи изучения дисциплины «Промысловая навигация»*

Дисциплина содержит элементы теоретического описания движения судна с орудием лова, элементы приложения теории игр для решения конфликтных задач на промысле (цели рыбака и природы взаимоисключающие) и вероятностные задачи оценки навигационной и промысловой безопасности.

Дисциплина состоит из лекционного курса и практических занятий. Лекции включают в себя описание элементов движения рыболовного судна с орудием лова, теоретические основы выбора района промысла и оценки в нем навигационной и промысловой безопасности. Практические занятия содержат решение задач на основе реальных промысловых данных.

В результате изучения данной дисциплины курсант должен освоить методику выбора места для эффективного промысла, методику расчета траектории движения трала, методику обоснования замата кошелькового невода.

## *Место дисциплины в учебном процессе*

В промысловом судовождении, то есть в процессе выработки и реализации промыслового решения, необходимы обширные знания не только о технологии добычи рыбы и о море, как о среде обитания объектов лова, но и о промысловом судне, о судовождении в целом. Поэтому знания следующих учебных дисциплин необходимы в процессе изучения «Промысловой навигации»:

1. География водных путей и промысла.
2. Гидрометеорологическое обеспечение судоходства и промысла.
3. Навигация и лоция.
4. Промысловая гидроакустика и рыболокация.
5. Управление судном.
6. Теория и устройство судна.
7. Промышленное рыболовство.
8. Поиск объектов промысла.
9. Промысловое прогнозирование.
10. Безопасность мореплавания.

## *Требования к уровню знаний, умений и навыков в области промыслового судовождения*

Океаническое и морское рыболовство реализуют как двойную технологию: судовождение и лов рыбы. При этом доминирует безопасное судовождение как обеспечение безопасности мореплавания, окружающей морской среды и жизни человека на море. Но рыболовство остается доминирующим с экономических позиций, для рыболовства безопасное судовождение проявляется только как средство – часть технологии добычи рыбы, именно эта часть технологии рыболовства является критерием реализуемости лова в конкретных условиях.

При таком тесном взаимодействии технологий судоводитель должен уметь принимать эффективные промысловые решения. Основой промысловых решений являются глубокие знания методов сбора и оценки данных об условиях лова и мореплавания, умение собрать достоверные данные об условиях природы в период лова и о состоянии судна и орудия лова в процессе их взаимодействия - это этап наблюдения и сбора данных.

Собранный материал должен быть проанализирован для выявления связей условий и результатов лова – этап непосредственной подготовки промыслового решения.

В результате изучения дисциплины курсант должен получить представление о процедуре подготовки и выработки промысловых решений (действий):

- обоснование необходимого маневрирования рыболовного судна курсом и скоростью на всех этапах лова;
- обоснование и выбор места безопасного начала или окончания промыслового цикла;
- обоснование и оценка навигационной и промысловой безопасности на промысле.

Основной метод изучения данной дисциплины – это самостоятельная работа с рекомендованными учебниками и учебными пособиями, а также с навигационными морскими картами (НМК), руко-

водствами и пособиями для плавания. Необходимо соблюдать последовательность изучения материалов, указанную в примерном тематическом плане.

Студент-заочник должен выполнить контрольную работу, лабораторные работы, согласно перечня, сдать зачет.

В конце каждого задания указано следующее:

а). Перечень лабораторных работ и практических занятий, которые студент-заочник выполняет в период лабораторно-экзаменационной сессии под наблюдением преподавателя.

б). Номер контрольной работы, которая включает в себя ряд задач, номера которых выбирают по таблицам. Номер строки таблицы соответствует предпоследней цифре зачетной книжки, номер столбца – соответствует последней цифре зачетной книжки студента.

## 2. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ

Номер, наименование разделов и тем программы	Всего по дневной форме обучения, часы	По заочной форме обучения	
		лекции, часы	практические занятия, часы
Введение	8		
Район промысла, как район особых условий плавания	8	1	
Выбор места поисков и лова	6		
Задачи промыслового маневрирования при траловом лове: траектория движения трала, скорость судна на постановке трала, наведение трала на объект лова в вертикальной и горизонтальной плоскостях	11	1	
Расчет курсов и маневрирование на лове кошельковым неводом	4		
Дрифтерный промысел. Курсы постановки порядка сетей и расчеты дрейфа судна с порядком	4		

Номер, наименование разделов и тем программы	Всего по дневной форме обучения, часы	По заочной форме обучения	
		лекции, часы	практиче- ские заня- тия, часы
Оценка вероятности навигацион- ной и промысловой безопасности в промысловой группе	9	2	2
Всего часов	50	4	2

### 3. ОБЩИЙ ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная

1. Данилов, Ю.А. Промысловое судовождение: учебное пособие. – М.: МОРКНИГА, 2011. – 464 с.

#### Дополнительная

2. Данилов Ю.А., Букатый В.М., Долгов А.Н., Зинченко В.П., Сыротюк А.П., Стригин А.Г. Рыбопромысловый тренажер РПТ-2000: учебное пособие для курсантов специальности 240200 «Судовождение». – Калининград: БГАРФ, 2000. – 171 с.

3. Карапузов А.И. Безопасность маневрирования судов при совместном траловом промысле. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 128 с.

4. Наставление по организации штурманской службы на морских судах флота рыбной промышленности СССР. – Л.: Транспорт, 1987. – 136 с.

5. Устав службы на судах рыбопромыслового флота Российской Федерации. – М.: Изд. ВНИРО, 1996. – 125 с.

6. Справочник капитана промыслового судна / Под ред. В.Д. Ширяева. – М.: Агропромиздат, 1990. – 683 с.



7. Условные знаки морских карт и карт внутренних водных путей N 9025. – Л.: ГУНИО, 1985. – 64 с.

8. Навигационные руководства, пособия, таблицы.

9. МППСС-72.

10. Правила совместного плавания и промысла судов флота рыбной промышленности СССР. – СПб.: Транспорт, 1973. – 22 с.

11. Соловьев А.А. Теоретические принципы обеспечения безопасного маневрирования судна при прицельном траловом лове. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – СПб., 1999. – 43 с.

12. Соловьев А.А. Безопасность мореплавания в условиях совместного промысла. – Мурманск: Книжное издательство, 2006. – 192 с.

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ**

##### **Введение**

Характеристика разделов дисциплины. Связь дисциплины с вопросами рыболовства. Некоторые представления об особенностях промыслового судовождения.

*Литература:* [1, с. 7-84].

##### ***Тема 1. Район промысла как район особых условий плавания***

Промысловые задачи судоводителя рыболовного судна. Промысловая прокладка и ее особенности. Район промысла, как комплекс условий, определяющих характер целевых промысловых действий. Географическое положение района промысла. Объекты промысла. Состав промысловой группы. Направления движения промысловых судов в группе. Средняя скорость промысловых судов

в группе. Плотность промысловой группы рыболовных судов. Интенсивность движения судов в промысловой группе. Сводка данных по району промысла.

### *Методические указания*

Предметом промыслового судовождения является обоснование и разработка методов наведения на облавливаемые объекты (скопления и косяки рыбы) буксируемого судном орудия лова или методов обмета косяка на основе изучения динамики движения сложной системы «судно – орудие лова». Промысловое судовождение охватывает широкий круг вопросов, включающих в себя методы навигации и маневрирования рыболовного судна с орудием лова и без него на всех этапах промыслового цикла.

При изучении вопросов темы необходимо обратить внимание на задачи, решаемые промысловым судовождением, особенности промысловой прокладки и организацию промысла в конкретном данном районе Мирового океана. Особенное внимание необходимо уделить зависимости промысловых действий, промысловых решений от абиотических и биотических характеристик района промысла.

*Литература:* [1, с. 107-122].

### *Вопросы для самопроверки*

1. Перечислите основные задачи промыслового судовождения.
2. Каким образом промысловый район ограничивает судовождение на промысле?
3. Каким образом судовождение ограничивает промысловые действия?
4. Каким образом проявляются ограничения судовождения от промыслового объекта?
5. В чем заключаются особенности промысловой прокладки?

## *Тема 2. Выбор места поисков и лова*

Элементы теории игр в задачах промысла и поиска и разведки объектов лова. Учет удаленности районов и возможного вылова. Учет возможного смещения косяка. Выбор способов поиска.

### *Методические указания*

Поиски объектов лова как комплекс исследований и работ для обнаружения объектов лова и промысловая разведка как комплекс исследований и работ для качественной и количественной оценки обнаруженных скоплений рыбы представляют собой чрезвычайно важную область деятельности промыслового судоводителя. Поэтому важно освоить методы использования различных данных для выбора как самих поисковых решений (где и как искать объекты промысла), так и для использования результатов разведки (где и как ловить).

*Литература:* [1, с.123-148].

### *Вопросы для самопроверки*

1. Что называют поисками объектов промысла?
2. Что называют разведкой объектов промысла?
3. Основные принципы промысловой разведки рыбы
4. Какие поисковые и разведывательные работы выполняет практически каждое промысловое судно?
5. Какие решения позволяют обосновать и выбрать поисковые действия?

БГАРФ

### *Тема 3. Задачи промыслового маневрирования при траловом лове: траектория движения трала, скорость судна на постановке трала, наведение трала на объект лова в вертикальной и горизонтальной плоскостях*

Траектория трала в горизонтальной плоскости после поворота судна и способы ее построения. Определение элементов движения косяка рыбы, способы сближения судна с подвижным косяком рыбы.

Промысловые курсы при разноглубинном траловом лове. Курс сближения, курс забега, курс траления. Расчет курсов траления с учетом траектории трала после поворота судна. Особенности облова быстроподвижных и малоподвижных косяков. Учет гидрометеорологических условий. Использование таблиц и номограмм на промысле.

Выбор промысловых курсов и маневрирование на донном траловом промысле в зависимости от характера облавливаемых скоплений рыбы, рельефа дна и гидрометеорологических условий в районе промысла. Выбор курсов траления при совместной работе в группе промысловых судов. Поворот судна с буксируемым тралом. Прицельное донное траление. Определение и прокладка контуров скопления рыбы, направления его перемещения. Учет расстояния, проходимого судном при травлении ваеров и отстояния трала от судна. Расчет «забега» на постановку трала и травление ваеров.

#### *Методические указания*

Траектория движения трала зависит от многих факторов: траектории движения судна, длины ваеров, конструкции и настройки трала и траловых досок, изменения гидродинамических характеристик трала во времени, поэтому для обработки промыслово-навигационных данных за математическую модель траектории трала принимают трактрису прямой линии, которую затем аппроксимируют математическими выражениями курсовых углов с судна на трал в зависимости от известных или легко измеряемых величин

(изменение курса при повороте  $\Delta K$ , длина вытравленных ваеров  $L$ , пройденное после поворота расстояние  $S$ ).

При изучении вопросов сближения судна с быстроподвижным косяком пелагических рыб и определении элементов горизонтального перемещения косяка необходимо уделить особое внимание графическим методам решения в истинном и относительном движении. Необходимо иметь представление о ситуациях, с которыми сталкиваются промысловики при облове различных по поведению и распределению косяков рыбы: облов локальных малоподвижных косяков рыбы, расположенных в толще воды на достаточном удалении от грунта и в придонных слоях воды, облов разреженных малоподвижных скоплений рыбы в толще воды и вблизи от грунта, облов быстроподвижных косяков рыбы. Изучая вопросы выбора курсов при работе разноглубинным тралом следует рассмотреть методы сближения с косяками, методы наведения трала на косяк с учетом траектории движения трала, выбор курса траления после поворота судна.

При изучении вопросов донного траления необходимо четко представлять методику выбора курсов траления в зависимости от грунтов, рельефа и течений, зависимость курсов и скорости траления от плотности и протяженности скопления рыбы; выбор места и момента постановки и выборки трала с учетом отставания трала от судна. Необходимо знать особенности навигационного обеспечения донного и придонного тралового лова, методику определения и оценки скорости траления.

*Литература:* [1, с. 177-189]; [2, с. 36-62]; [3]; [5]; [6, с. 440-460]; [9]; [10].

### *Вопросы для самопроверки*

1. Напишите уравнение трактрисы прямой линии при движении судна с постоянной скоростью, с переменной скоростью, дайте его анализ.

2. Какими способами можно определить элементы горизонтального перемещения косяка рыбы?
3. Как осуществляется сближение вплотную с центром плотности (ядром) косяка быстроподвижных пелагических рыб на прямых курсах и по кривой погони?
4. Какие проблемы решают на курсах сближения, забега?
5. Что определяет позицию (место) постановки трала?
6. Какие задачи решают на курсах траления при облове быстроподвижных косяков рыбы?
7. Как определить угол дрейфа в процессе траления?
8. В чем сущность прицельного донного траления?
9. Как производится выбор курсов траления в зависимости от характера облавливаемых косяков, рельефа дна, гидрометеорологических условий?
10. Как осуществляют выбор курсов траления при совместной работе в группе судов?
11. Как определить длину (расстояние) забега для постановки трала?
12. Как и каким маневром курсом обеспечивают обход тралом подводного препятствия?
13. В чем особенности навигационного обеспечения донного и придонного тралового лова?
14. Как определить скорость траулера, буксирующего трал?

#### ***Тема 4. Расчет курсов и маневрирование на лове кошельковым неводом***

Современная тактика лова рыбы кошельковым неводом, связи конструкции невода и ограничений маневрирования судна на лову. Выбор позиции для сближения с косяком рыбы. Обоснование курса сближения с косяком рыбы и выход судна в точку отдачи невода. Траектория замета кошелькового невода в различных условиях: на постоянном расстоянии от центра плотности косяка, на постоянных курсовых углах, при различных сочетаниях направления ветра,

течения, скорости и направления движения косяка рыбы. Кольцевание и выборка невода

### *Методические указания*

Облов подвижных пелагических косяков рыбы кошельковым неводом осуществляют при маневрировании на постоянном расстоянии, на постоянном курсовом угле на ядро косяка или по сложным траекториям с учетом направления движения косяка и сочетаний направления ветра и течения. Выбор точки и курса сближения с косяком, точки и курса отдачи невода определяется последующими операциями кошелькового лова: закрытием «ворот» невода, кольцеванием, выборкой невода, управляемостью сейнера в процессе этих промысловых операций.

*Литература:* [1, с. 299-345]; [2, с. 62-75]; [5]; [6, с. 461-469]; [9]; [10].

### *Вопросы для самопроверки*

1. Какова современная тактика лова кошельковым неводом?
2. Каким требованиям должно удовлетворять маневрирование судна на лове кошельковым неводом?
3. Как выбрать точку и курс выхода в точку отдачи невода?
4. Как выбрать точку отдачи невода?
5. В каком положении относительно ветра и течения должен быть закончен замет невода?

### ***Тема 5. Дрифтерный промысел. Курсы постановки порядка сетей и расчеты дрейфа судна с порядком***

Выбор места и направления выметки дрифтерного порядка сетей. Определение скорости и направления ветрового дрейфа судна с порядком сетей. Определение скорости и направления дрейфа судна с сетным порядком под действием ветра и течения.

## *Методические указания*

Необходимо освоить методы выбора места постановки дрейферного порядка сетей исходя из условия прогнозируемого распределения гидрологических, метеорологических и промысловых характеристик района, возможности использования данных о промысле других судов. Изучить методику расчета скорости и направления дрейфа судна с порядком сетей.

*Литература:* [1, с. 4-60]; [4]; [10].

### *Вопросы для самопроверки*

1. Какими принципами нужно руководствоваться при постановке дрейферного порядка?
2. Как определить допустимое количество сетей в порядке?
3. Какими правилами следует руководствоваться при определении исходной позиции постановки порядка?
4. Перечислите способы определения скорости и направления дрейфа судна с порядком сетей.
5. Какие данные необходимы для постановки порядка?

### ***Тема 6. Оценка вероятности навигационной и промысловой безопасности в промысловой группе***

Вероятность навигационной безопасности судна на лову в промысловой группе. Вероятность промысловой безопасности орудия лова. Риск промысловой безопасности в промысловой группе. Вероятность встреч траулеров в промысловой группе. Предельное количество траулеров в промысловой группе по условию навигационной безопасности.



## *Методические указания*

Безопасность промысла должна быть обеспечена в условиях скопления рыболовных судов (обычно разнотипных), т.е. в условиях высокой интенсивности мореплавания при чрезвычайно разнообразном маневрировании этих судов. В данном случае рассматриваются вероятностные оценки безопасного расстояния при расхождении судов с орудиями лова: безопасное расхождение судов, безопасное расхождение тралов. Нужно освоить понятие и расчет риска промысловой безопасности, пути повышения полезности промыслового риска.

*Литература:* [1, с. 149-176].

### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие факторы определяют навигационную безопасность судна в промысловой группе?
2. Какие факторы определяют промысловую безопасность в промысловой группе?
3. Как оценить риск промысловой безопасности?
4. Как оценить вероятность встреч траулеров в промысловой группе?

## **5. ЗАДАНИЯ И УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

Контрольная работа включает в себя два задания:

1. Исследование траектории движения судна с разноглубинным тралом и траектории движения трала;
2. Оценка вероятности навигационной и промысловой безопасности в промысловой группе.

## ЗАДАНИЕ № 1

### НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

#### **Исследование траектории движения судна с разноглубинным тралом и траектории движения трала**

##### *Учебная цель*

Исследование траектории движения судна с разноглубинным тралом и траектории движения трала.

##### *Методические указания*

Траектория движения трала зависит от многих факторов: траектории судна, длины ваеров, конструкции трала и траловых досок, изменения гидродинамических характеристик трала во времени, поэтому для обработки промыслово-навигационных данных за математическую модель траектории трала принимают трактрису прямой линии, которую затем аппроксимируют математическими выражениями курсовых углов с судна на трал в функции известных или легко измеряемых величин (изменение курса при повороте  $\Delta K$ , длина вытравленных ваеров  $L$ , пройденное после поворота расстояние  $S$ ).

При изучении вопросов сближения судна с быстроподвижным косяком пелагических рыб и определении элементов горизонтального перемещения косяка необходимо уделить особое внимание графическим методам решения в истинном и относительном движении. Необходимо иметь представление о ситуациях, с которыми сталкиваются промысловики при облове различных по поведению и распределению косяков рыбы: облов локальных малоподвижных косяков рыбы, расположенных в толще воды на достаточном удалении от грунта и в придонных слоях воды; облов разреженных малоподвижных скоплений рыбы в толще воды и вблизи от грунта; облов быстроподвижных косяков рыбы. Изучая вопросы выбора курсов при работе разноглубинным тралом следует рассмотреть мето-

ды сближения с косяками, методы наведения трала на косяк с учетом траектории движения трала, выбор курса траления после поворота судна.

*Литература:* [1, с. 231-240].

### ЗАДАНИЕ 1.1

#### **Исследование траектории движения судна с разноглубинным тралом и траектории движения трала**

*(варианты задания по табл. 1)*

1. По заданному углу отворота  $\Delta K$  и горизонтальному отстоянию трала от точки подвеса  $L$  найти расстояние  $S$ , которое пройдет судно пока курсовой угол трала  $q_T$  достигнет заданной величины, и отклонение трала от линии курса  $h$  на этот момент. Выполнить графическое построение траектории прямой линии.

Таблица 1

#### Задание 1.1

За- да- ние	Пара- метр, размер- ность	В а р и а н т ы														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	$\Delta K^\circ$	20	30	40	50	60	20	30	40	50	60	20	30	40	50	60
	$q_T^\circ$	179	178	177	176	175	174	173	172	171	170	169	168	167	166	165
	$L, \text{ м}$	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000

## ЗАДАНИЕ 1.2

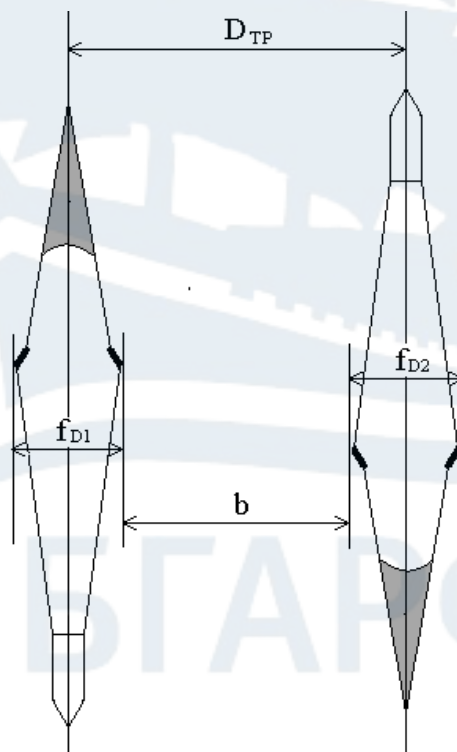
### *Маневрирование судна с тралом на промысле*

Допущения:

1. Направление движения судов с тралами установлено руководством района промысла.
2. Заданы генеральные взаимно противоположные курсы траления.
3. Течение отсутствует.

1). При движении траулеров с тралами на параллельных курсах зона опасного сближения – это полоса, ширина которой зависит от расстояния между распорными траловыми досками  $f_{d1}$  и  $f_{d2}$ , расходящихся судов и некоторого расстояния  $b$  между досками расходящихся тралов. Ширина полосы безопасности определится полусуммой раскрытий тралов по доскам и заданной величиной  $b$

$$D_{TP} = 0,5(f_{d1} + f_{d2}) + b. \quad (1)$$



*Рис. 1. Ширина полосы безопасности тралов при расхождении траулеров на параллельных курсах*

2). Дистанция кратчайшего сближения судов  $D_K$  должна быть достаточной для обеспечения расстояния  $b$  для исключения сцепления траловой доски и сетной части расходящихся тралов. С учетом движения тралов со скоростями  $v_1$  – скорость своего судна;  $v_2$  – скорость чужого судна, дистанцию кратчайшего сближения можно рассчитать по выражению, рис. 2

$$D_K = \frac{(L_1 + 0,5 \frac{f_d}{2} + b)V_2 - L_{B1}V_1}{V_2}, \quad (2)$$

где  $L_1 = L_{B1} + L_{K1} + b$  сумма горизонтальных проекций ваеров, кабелей и сетной части трала первого судна  $f_{d2}$  и  $L_{B2}$  раскрытие по траловым доскам и длина горизонтальной проекции ваеров второго судна. В случае одинаковых скоростей и длины ваеров встречных судов расчет кратчайшего расстояния упрощается.

$$D_K = L_{T1} + L_{K1} + b + 0,5 f_{d2}. \quad (3)$$

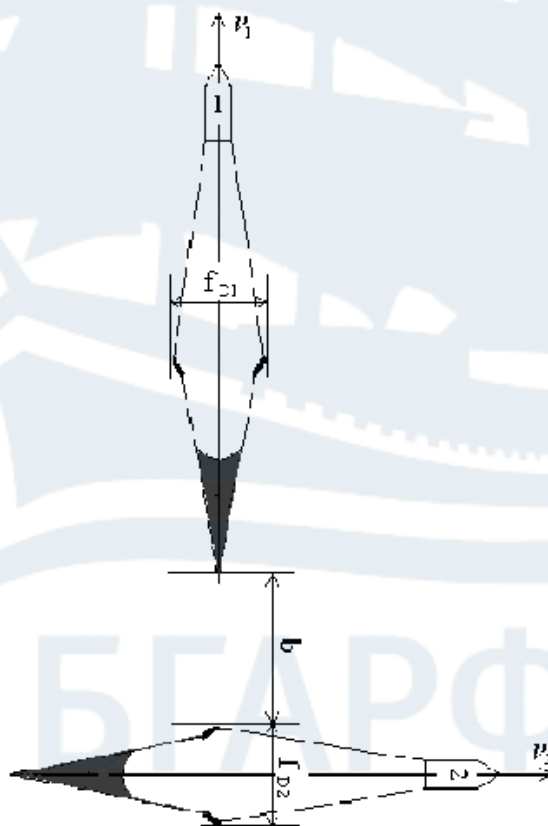


Рис. 2. Пересечение по корме курса судна буксирующего трал с другим судном с тралом в конечной стадии

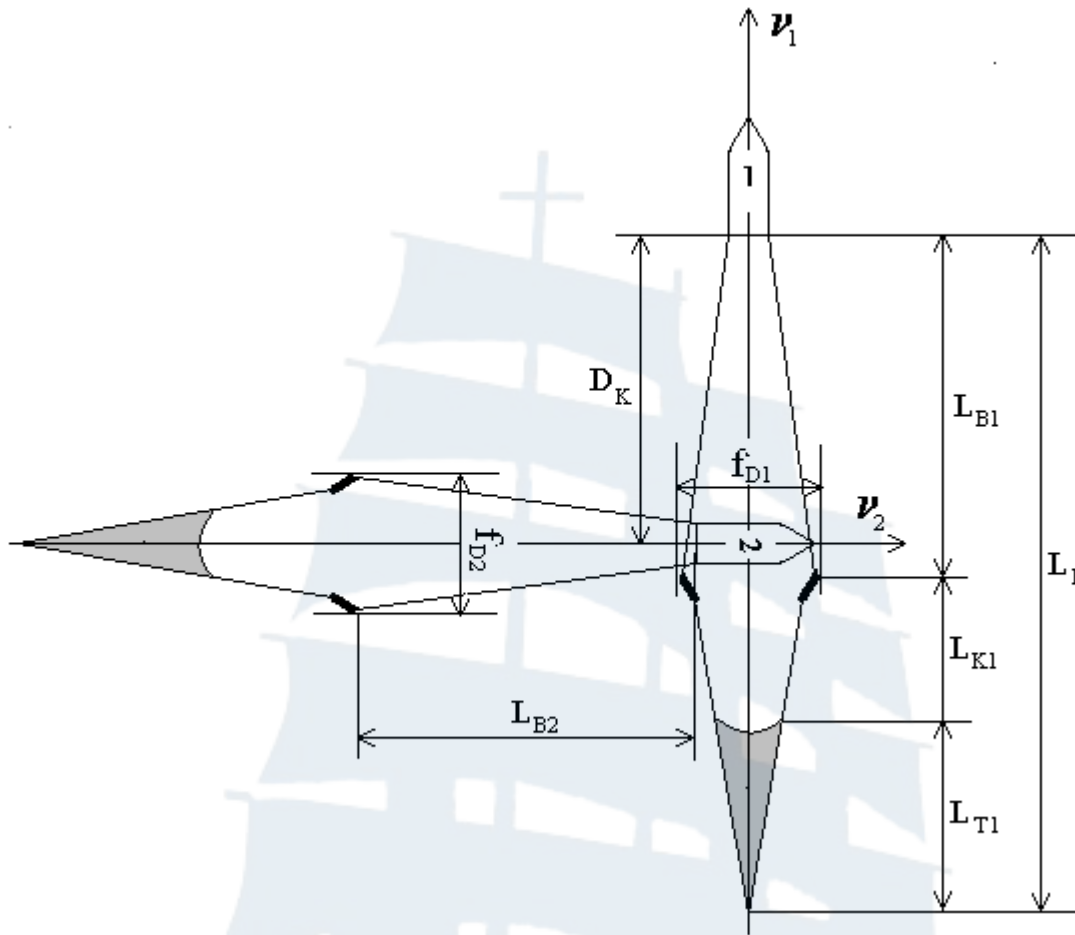


Рис. 3. Схема определения минимальной дистанции пересечения курса судна с тралом другим судном с тралом

3). В соответствии с п. 2.15 ПСПП-72, суда, следующие прямо или почти прямо друг на друга с тралами, должны уклониться вправо так, чтобы траверзное расстояние между ними в момент расхождения было не менее 2 кб и следовать после расхождения таким образом, исключить возможность сцепления орудий лова, схема расхождения показана на рис. 4.

Необходимая дистанция маневрирования  $D_H$  зависит от расстояния  $S_1$ , проходимого судном «1» в направлении первоначального курса при выполнении маневра координат за время  $t_1$ , необходимое для бокового смещения, равного  $D_{TR}$ ; расстояния  $S_2$ , которое судно «1» пройдет за время  $t_2$  после смещения судна на  $D_{TR}$  для приведения своего трала в ДП; расстояния  $S_3$ , проходимое судном «2» за время  $(t_1 + t_2)$ .

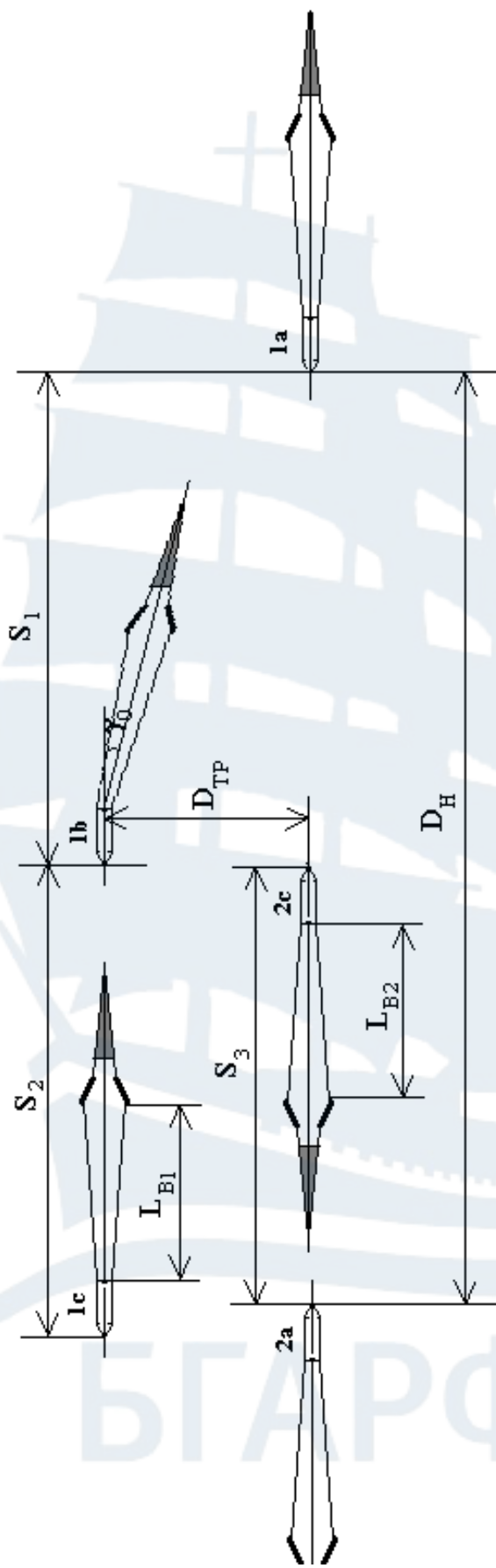


Рис. 4. Расхождение судов, следующих на встречных курсах

Отклонение ваеров от ДП при отвороте вправо в начале маневра составляет  $\gamma_0$ , в дальнейшем при выходе на первоначальный курс отклонение ваеров уменьшается по закону

$$\gamma = \gamma_0 \exp\left(-\frac{S_2}{L_{B1}}\right). \quad (4)$$

Полагая конечное значение  $\gamma = 1^\circ$  получим

$$S_2 = L_{B1} \ln \gamma_0, \quad (5)$$

соответственно

$$t_2 = \frac{L_{B1} \ln \gamma_0}{v_2}. \quad (6)$$

Окончательно минимально необходимое расстояние  $D_H$  для выполнения маневра координат

$$D_H = S_1 + L_{B1} \ln \gamma_0 + v_2 (t_1 + t_2) + b - (L_{B1} + L_{B2}). \quad (7)$$

### *Пример расчета*

Задано:  $D_{TP} = 2$  кб,

$$\gamma_0 = 20^\circ = 0,35 \text{ рад},$$

$$v_1 = 5,0 \text{ уз}, v_2 = 4,5 \text{ уз},$$

$$L_{B1} = 800 \text{ м}, L_{B2} = 1000 \text{ м},$$

$$f_d = 150 \text{ м}, b = 200 \text{ м},$$

$$S_1 \sin \gamma_0 = D_{TP}; S_1 = 1082 \text{ м},$$

$$t_1 = 1082/2,5 = 433 \text{ с},$$

по выражению (6)  $t_2 = \frac{800 \times 1,05}{2,25} = 336 \text{ с},$

$$D_H = 1082 + 2400 + 1730 + 150 - 1800 = 3562 \text{ м}.$$

### *ЗАДАЧА 1.2.1*

Рассчитать допустимую дистанцию траверзного кратчайшего сближения двух траулеров с тралами на параллельных курсах  $D_{TP}$ , дистанцию допустимого сближения тралов на пересекающихся курсах  $D_K$ , необходимое расстояние для выполнения поворота координат встречных траулеров  $D_H$ .

Варианты условий в табл. 2.



Таблица 2

## Условия расхождения судов с тралами

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
$\gamma_0$	20	25	30	15	20	25	30	15
$L_{CO_1}$ , м	100	90	100	90	100	90	100	90
$L_{CO_2}$ м	100	100	90	100	90	100	90	100
$L_{B1}$ м	400	450	500	550	600	650	700	750
$L_{B2}$ м	600	550	500	450	400	450	500	550
$L_K$ м	150	160	170	180	190	200	150	160
$L_T$ м	350	400	450	350	400	45	350	400
$D_{TP,KB}$	2	2,5	2	2,5	3	3	3	3
$b$ , м	180	200	220	240	260	280	300	320
$f_d$ , м	150	160	170	180	190	200	150	160
$V_{1,y3}$	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2
$V_{2,y3}$	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	4,5	4,7

Вариант	9	10	11	12	13	14	15
$\gamma_0$	20	25	30	15	20	25	30
$L_{CO_1}$ , м	100	90	100	90	100	90	100
$L_{CO_2}$ м	90	100	90	100	90	100	90
$L_{B1}$ м	800	850	900	950	1000	800	900
$L_{B2}$ м	600	650	700	750	800	850	900
$L_K$ м	170	180	190	200	170	180	190
$L_T$ м	450	350	400	450	350	400	450
$D_{TP,KB}$	3	3,5	3,5	3	3,5	3	3
$b$ , м	340	360	380	400	420	440	460
$f_d$ , м	170	180	190	200	150	160	170
$V_{1,y3}$	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	6,0
$V_{2,y3}$	4,9	5,1	5,3	5,5	5,4	5,6	5,8

### ЗАДАНИЕ 1.3

#### ***Оценка влияния течения на движение трала и вероятностная оценка безопасного расхождения тралов***

В условиях движения трала в районе действия течения, не совпадающего с направлением траления, траловые доски работают не симметрично. При тралении на встречных курсовых углах течения фактический угол атаки набегающего потока траловой доски, находящейся ниже по потоку, возрастает, соответственно увеличиваются коэффициенты распорной силы и силы сопротивления доски; фактический угол атаки набегающего потока траловой доски, находящейся выше по потоку, уменьшается, соответственно уменьшаются коэффициенты распорной силы и силы сопротивления доски. В результате трал смещается в сторону направления течения из-за разности в распорной силе траловых досок. Разница в сопротивлении траловых досок ведет к их движению на разной глубине, трал движется с креном – возможен перекося устья трала, поскольку статические устройства раскрытия устья трала создают силы направленные вертикально, гидродинамический щиток на верхней подборе ориентирован креном трала.

Результирующая скорость траления и течения  $V_P$

$$V_P = \sqrt{V_T^2 + V_C^2 - 2V_TV_C \times \cos(180 - x)}, \quad (1)$$

где  $V_T$  – скорость течения;  $V_C$  – скорость траления;  $x$  – угол между направлением траления и течения.

Величину изменения угла атаки траловой доски на течении  $\beta$  рассчитывают по формуле синусов, рис. 5.

$$\sin \beta = \frac{V_T \sin(180-x)}{V_P}. \quad (2)$$

Задавая настроечный угол атаки траловых досок  $\alpha$  и исправляя его величиной  $\beta$  получим с графиков зависимости гидродинамических характеристик траловых досок, рис. 2, уточненные значения  $C_X$  и  $C_Y$  траловых досок.

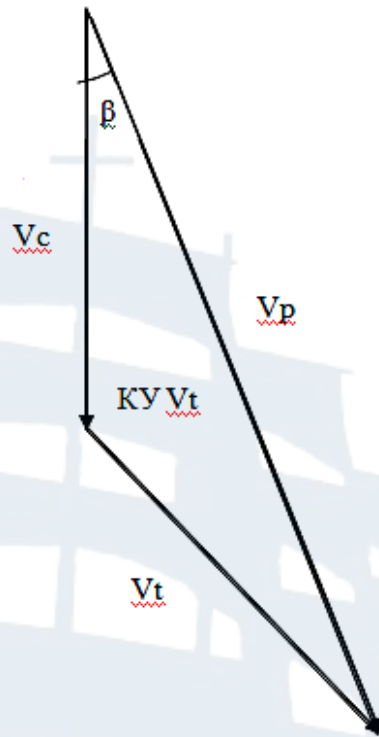


Рис. 5. Векторная диаграмма сложения скоростей

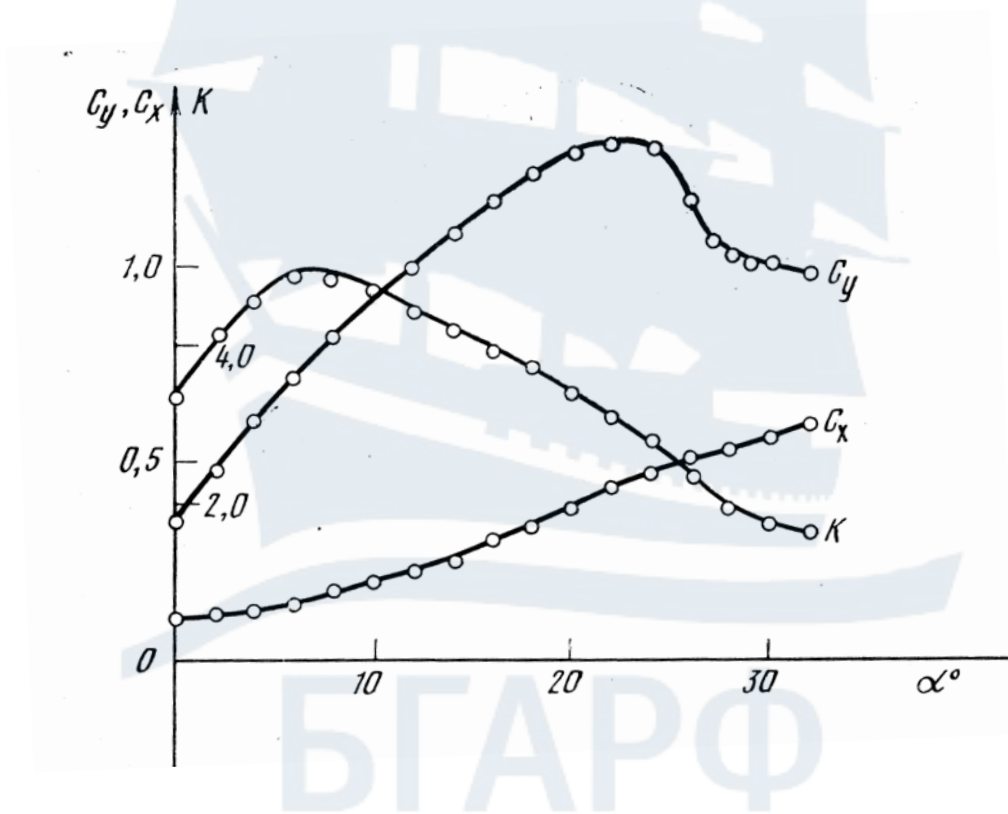


Рис. 6. Гидродинамические характеристики прямоугольной крыловидной траловой доски

Расчеты различия в  $C_y$  показывают величины до  $20 \div 30\%$ , следовательно можно предполагать, что траловая доска может находиться правее или левее линии пути судна не на половину раскрытия трала по доскам ( $2x/2$ ), как это принято у д-ра техн. наук Соловьёва А.А., а с учетом  $\Delta C_y$  – несколько дальше. Тогда смещение составит

$$b = x + \Delta C_y \% \times l_T, \quad (3)$$

что необходимо учитывать в расчетах зон безопасности траулера в дополнение к методике А.А.Соловьёва,  $l_T$  – горизонтальное раскрытие трала.

Различия коэффициентов сопротивления  $C_x$  траловых досок также очень значительны – от 0,1 до 0,5, при  $\alpha = 18^\circ$   $C_x = 0,32$ . Следовательно сопротивление траловых досок  $R_x$  может существенно различаться. Разность сопротивления траловых досок может компенсировать разная глубина их движения, т.е. трал должен двигаться с креном в сторону доски с меньшей распорной силой и меньшим сопротивлением (в сторону набегающего потока).

На рис. 6–13 показаны гидродинамические характеристики нескольких, применяемых траловых досок.

### *Задача 1.3.1*

Рассчитать различие в распорной силе  $\Delta C_y\%$  и силе сопротивления  $\Delta C_x\%$  траловых досок двух встречных траулеров для траления в зоне действия течения для следующих условий. Рассчитать возможное смещение трала судна на встречном течении.

Курсовой угол встречного течения

$$20^\circ < \text{КУ}_{\text{встр}} < 70^\circ;$$

курсвой угол попутного течения

$$110^\circ < \text{КУ}_{\text{поп}} < 160^\circ.$$

Тип траловой доски задан в табл. 3, там же указан настроечный угол  $\alpha$  атаки доски.

Исходные данные задания 3.1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Траловая доска*	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	106	11	8	9	11
$\alpha$ настройка	30	25	28	18	35	30	25	28	18	35	30	25	28	18	35
$K_{УВСТР}$	20	30	40	50	60	70	25	30	35	40	45	50	55	60	65
$K_{УПОП}$	160	150	140	130	120	110	155	150	145	140	135	130	125	120	115
$L_{В1}$	600	700	800	900	1000	650	700	750	800	850	900	950	1000	800	1000
$L_{В2}$	600	700	800	900	1000	600	600	700	750	800	850	900	950	900	900
$b$	120	130	140	150	160	130	140	150	160	170	180	190	200	200	200
$K_C$	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0	1,1
$m_d$	0,010	0,015	0,020	0,010	0,015	0,020	0,010	0,015	0,020	0,010	0,015	0,020	0,010	0,015	0,020
Расстояние ***	$D, X, \Sigma L_B$	$D, X, \Sigma L_B$	$D, X, \Sigma L_B$	$D, X, \Sigma L_B$	$D, X, \Sigma L_B$	$D, X, \Sigma L_B$	$D, X, \Sigma L_B$	$D, X, \Sigma L_B$	$D, X, \Sigma L_B$	$D, X, \Sigma L_B$	$D, X, \Sigma L_B$	$D, X, \Sigma L_B$	$D, X, \Sigma L_B$	$D, X, \Sigma L_B$	$D, X, \Sigma L_B$
$V_C$	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
$V_T$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
$l_T$	130	140	150	160	170	180	130	140	150	160	170	180	130	140	150

\* В строке указан номер рисунка с графиком гидродинамических характеристик траловой доски:

Рис. 7. Зависимости гидродинамических коэффициентов  $C_y$ ,  $C_x$  и  $k$  от угла атаки  $\alpha$  траловой доски «Русская тройка»

Рис. 8. Гидродинамические характеристики прямоугольной V-образной траловой доски конструкции ЦПКТБ.

Рис. 9. Гидродинамические характеристики круглой сферической траловой доски ( $\lambda=1,25$ ;  $\bar{f}=13,5\%$ ).

Рис. 10. Гидродинамические характеристики сферической траловой доски ( $\lambda=1,25$ ;  $\bar{f}=13,5\%$ ).

Рис. 11. Прямоугольная распорная траловая доска цилиндрического профиля «Алсея», площадью  $9 \text{ м}^2$ ,  $\lambda = 2,3$

\*\* Использовать расчетные значения  $D_H$ , «X» по результатам решения 1-й и 2-й задач, в третьей задаче принять удвоенное значение суммы длин ваеров двух судов,  $f_d$  – по 2-й задаче. ( $X_1 = D_{TP}$ ;  $X_2 = D_{KP}$ ;  $X_3 = D_{TP} - f_d$ )

### Траловая доска «Русская тройка»

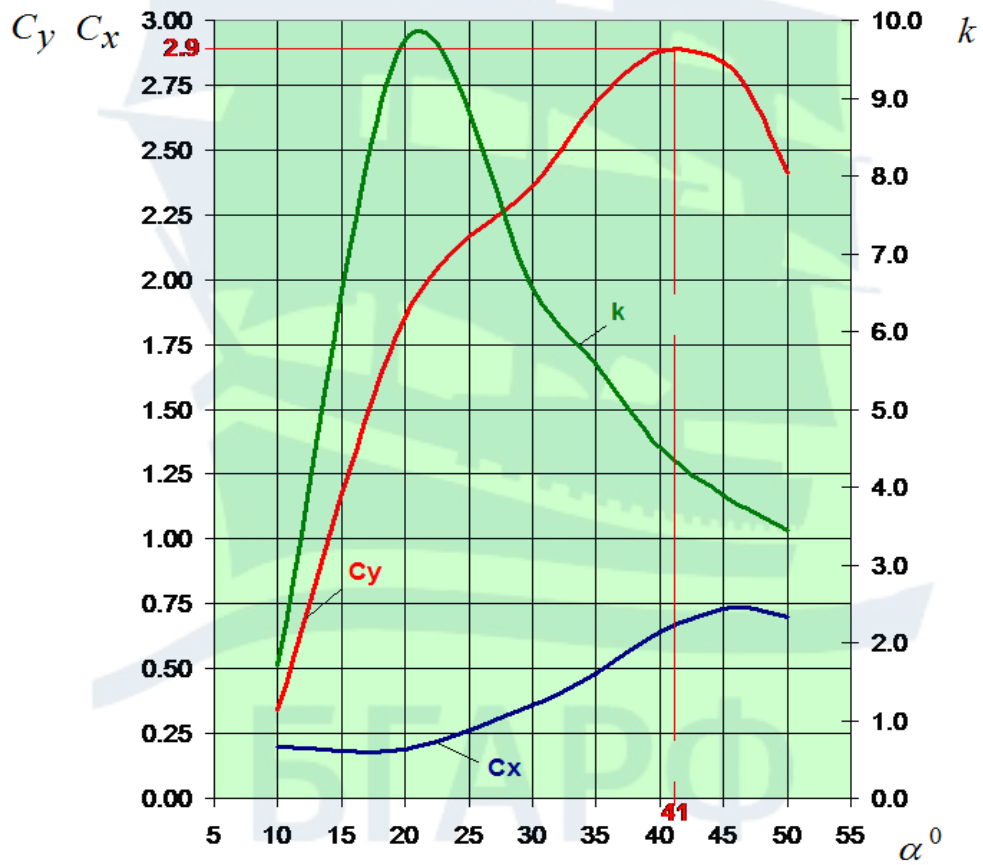
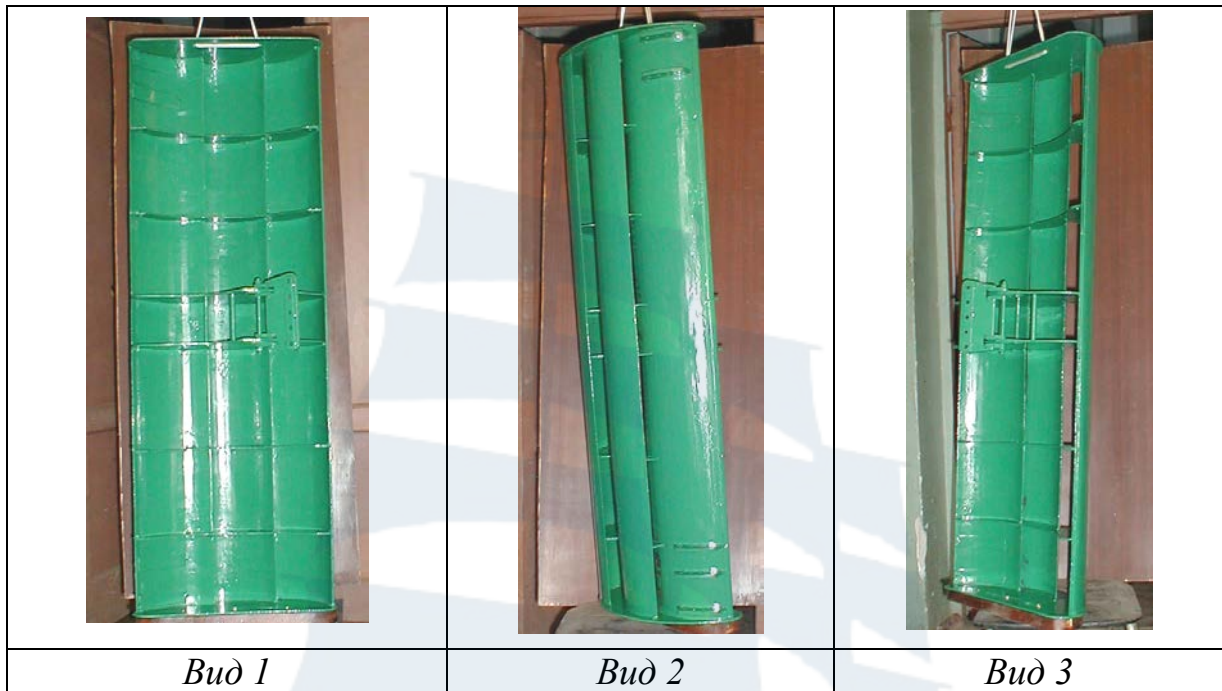


Рис. 7. Зависимости гидродинамических коэффициентов  $C_y$ ,  $C_x$  и  $k$  от угла атаки  $\alpha$  траловой доски «Русская тройка»

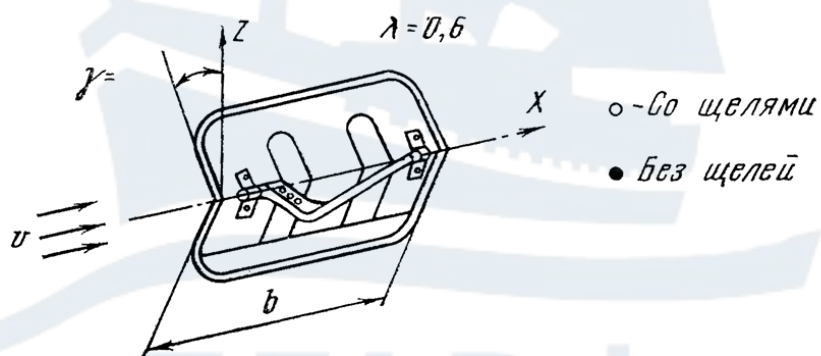
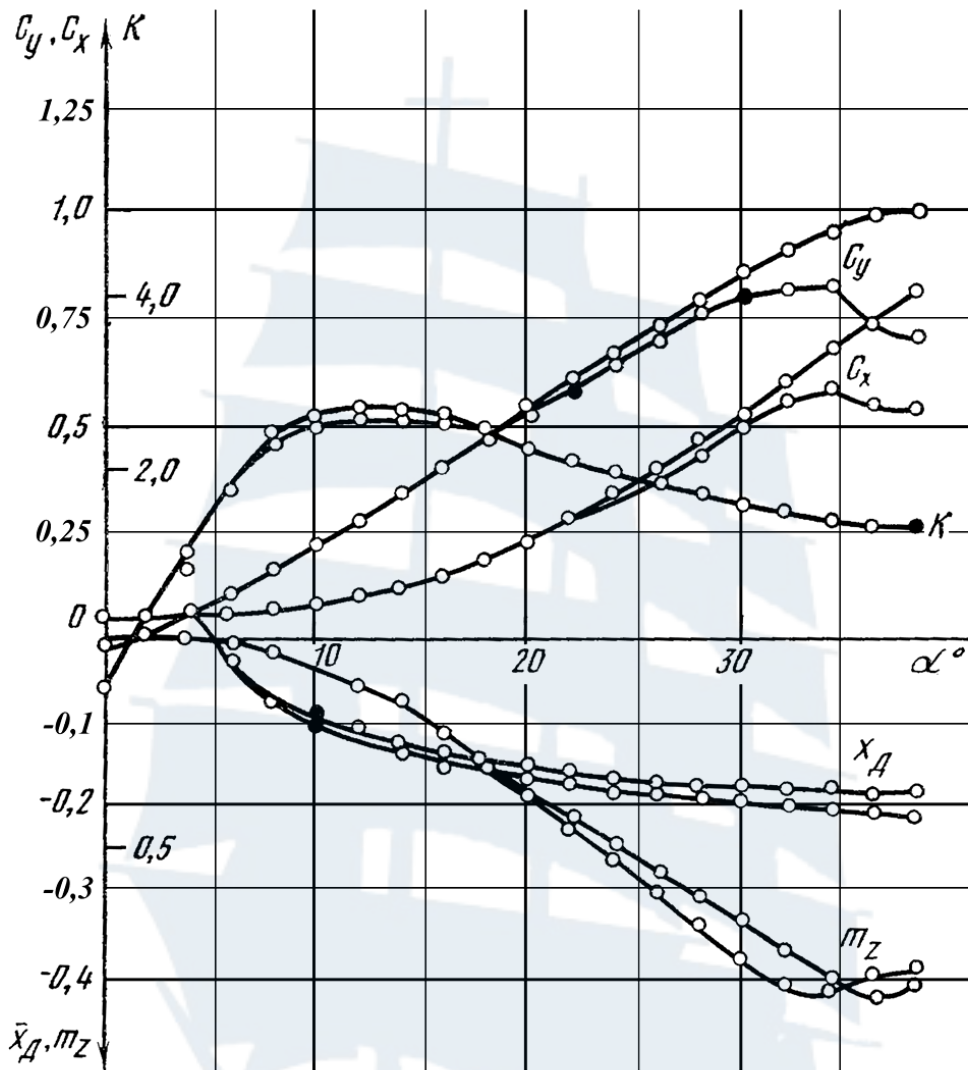
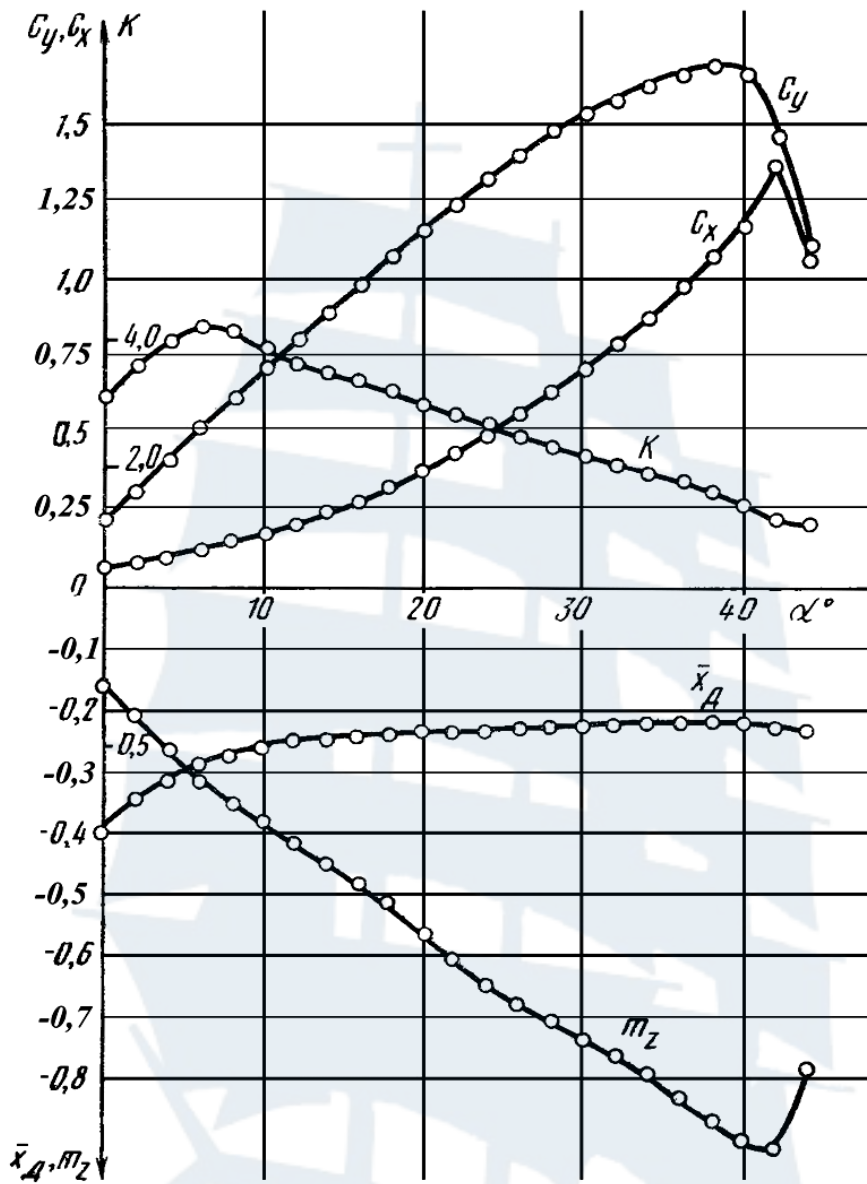


Рис. 8. Гидродинамические характеристики прямоугольной V-образной траловой доски конструкции ЦПКТБ



$\lambda = 1,25; \bar{f} = 13,5\%$

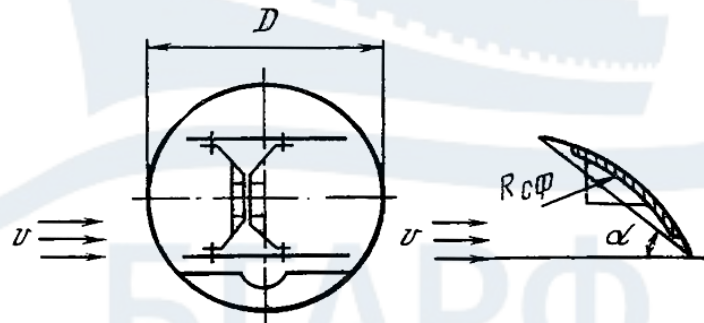
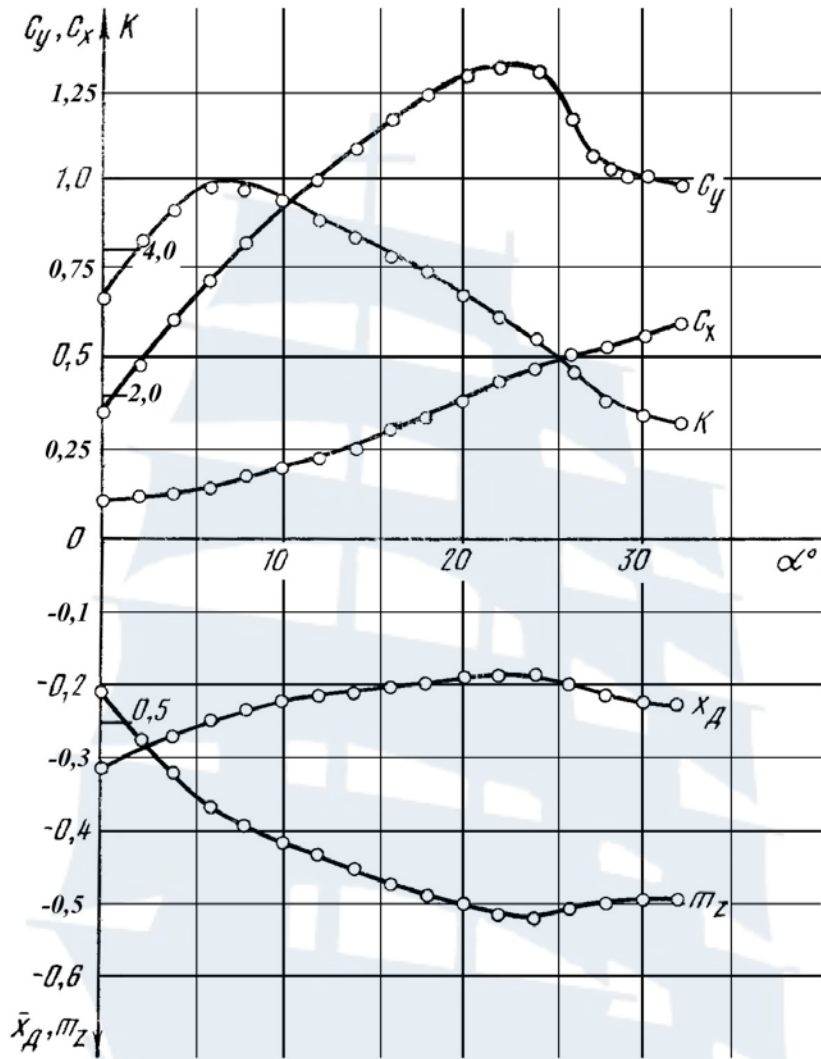


Рис. 9. Гидродинамические характеристики круглой сферической траловой доски ( $\lambda = 1,25; \bar{f} = 13,5\%$ )





$\lambda = 1,65 ; \bar{F} = 0,10$

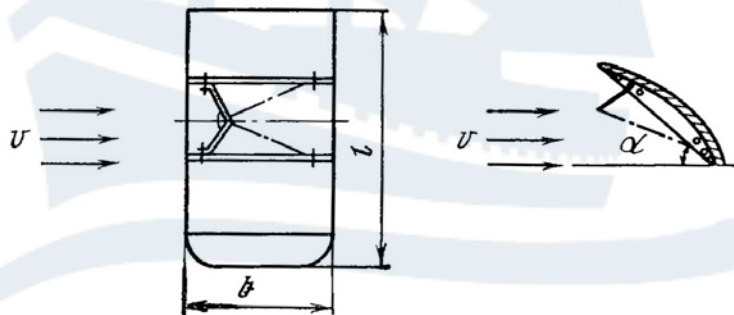
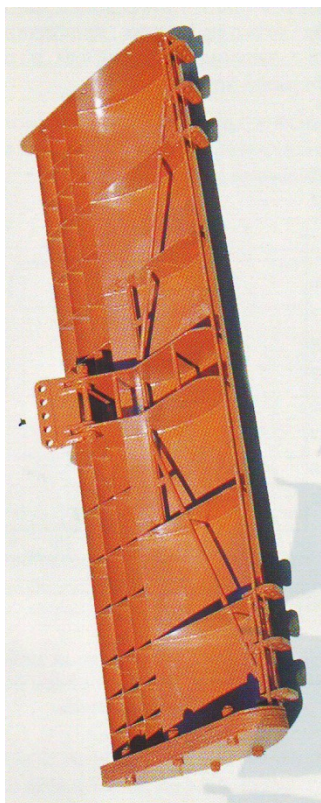


Рис. 10. Гидродинамические характеристики сферической траловой доски ( $\lambda=1,25; \bar{f}=13,5\%$ )



БГАРФ

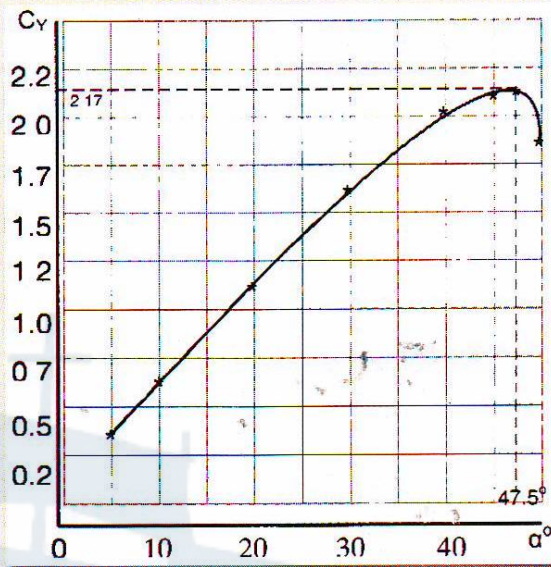


График зависимости коэффициента распорной силы от угла атаки

Рис. 11. Прямоугольная распорная траловая доска цилиндрического профиля «Алсея», площадью  $9 \text{ м}^2$ ,  $\lambda = 2,3$

## ЗАДАНИЕ № 2

### НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

#### Оценка вероятности навигационной и промысловой безопасности в промысловой группе

##### Учебная цель

Закрепление навыков вероятностных расчетов оценки навигационной безопасности судна и безопасности трала при ведении промысла в группе траулеров.

##### Методические указания

Безопасность промысла должна быть обеспечена в условиях скопления рыболовных судов (обычно разнотипных), т.е. в условиях высокой интенсивности мореплавания при чрезвычайно разнообразном маневрировании этих судов. В данном случае рассматриваются вероятностные оценки безопасного расстояния при расхождении судов буксирующих тралы: безопасное расхождение судов, безопасное расхождение тралов. Нужно освоить понятие и расчет риска промысловой безопасности, пути повышения полезности промыслового риска.

Литература: [1, гл. 6, с. 121-136]; [МТ-75].

## ЗАДАНИЕ 2.1

(варианты задания по табл. 2)

1. Выполнить расчет навигационной безопасности траулера в промысловой группе.
2. Выполнить расчет безопасного расхождения тралов, сравнить результат с рекомендацией ПСПП.
3. Рассчитать вероятность встреч траулеров в промысловой группе.
4. Рассчитать предельное количество траулеров в промысловой группе по условию навигационной безопасности.

Принятые обозначения: длина судна  $L_C$ , длина ваеров  $L_B$ , длина кабелей  $L_K$ , длина трала  $l_T$ , горизонтальное раскрытие трала  $l_r$ , СКП обсервации  $M_0$ , коэффициент точности счисления  $k_C$ , кратчайшее расстояние при расхождении судов  $D$ , скорость траления  $V_{тр}$ , отношение полуосей эллипса  $e = 1$ , расстояние между встречными судами  $S$ , площадь района  $S_{П}$ , угол атаки кабеля  $\alpha^{\circ}_K$ .

БГАРФ

## Исходные данные задания 2

Параметр, размерность	В а р и а н т														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$L_C$ , м	90	100	110	90	100	110	90	100	110	80	90	100	110	100	110
$L_B$ , м	600	700	800	900	1000	1100	700	800	900	1000	1100	1200	1100	1000	1200
$L_K$ , м	100	150	100	150	150	200	200	100	150	100	150	200	150	100	200
$l_T$ , м	250	300	350	350	300	400	300	350	400	250	300	400	400	350	400
$l_{T_1}$ , м	100	110	120	130	100	150	110	130	150	100	120	150	140	130	150
$M_0$ , м	0,1	0,15	0,2	0,1	0,15	0,2	0,1	0,15	0,2	0,1	0,15	0,2	0,1	0,15	0,2
$k_C$ , безразм	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0	1,1
$D$ , кВт	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0
$V_{тр}$ , уз	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	5,5	5,0	4,5	5,0	5,5	5,0	5,5	6,0	5,5	5,0
$S_2$ , мили	1,3	1,4	1,5	1,6	1,5	1,4	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
$S_{П, кв.}$ мили	25	30	35	40	35	30	25	30	35	40	35	30	25	30	35
$\alpha^\circ_K$	5	6	7	8	9	8	7	6	5	6	7	8	9	8	7

## **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В период учебных сессий и в межсессионный период студент-заочник выполняет ряд лабораторных работ (навигационных прокладок), расчетов и графических построений в соответствии с учебным планом и программой учебной дисциплины. Методика решения всех задач, предусмотренных программой, подробно изложена в учебниках и Руководствах /1, МТ2000/. Конкретные указания по каждой теме приведены в четвертом разделе данных методических указаний. Эти указания не исключают самостоятельную работу студента с другими учебниками и пособиями, как по «Навигации и лоции», так и по другим профессиональным дисциплинам, поскольку все профессиональные дисциплины охватывают достаточно много общих проблем.

При оформлении контрольных навигационных прокладок и соответствующих им записей (аналог вахтенного журнала) студент обязан руководствоваться «Наставлением штурманской службы рыбаков 86» или НШС 89.

## **7. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ (ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ)**

### **Наименование лабораторных работ**

1. Настройка разноглубинного трала.
2. Определение раскрытия трала и его горизонта хода при постоянной длине ваеров для заданного диапазона скорости.
3. Расчет гидродинамических характеристик траловых досок с учетом течения.
4. Расчеты: безопасное расхождение судов и орудий лова при совместном промысле в группе судов.
5. Расчет поворота координат для безопасного расхождения судов с талами на параллельных курсах.
6. Определение раскрытия трала и его горизонта хода при переменной длине ваеров для заданного диапазона скорости.
7. Оценка скорости подъема и погружения трала при измене-

нии скорости траления и длины ваеров. Оценка скорости траления ваеров.

8. Оценка маневренных качеств траулера при движении с тралом.
9. Оценка маневренных качеств сейнера на замете невода.

Таблица

### ТРЕНАЖЕРНЫЙ ЦИКЛ лабораторных работ в команде

№ п/п	Тема	Содержание работы
1.	Постановка разноглубинного трала и наведение трала на неподвижный объект лова	Оценка навигационной и промысловой ситуации. Выбор позиции судна на постановку трала. Расчет необходимой длины ваеров с учетом скорости течения. Тренировка на выход судна в заданную позицию, постановку трала, выведение трала на расчетный горизонт, корректировка курса судна при наведении трала на косяк рыбы
2.	Наведение трала на подвижный объект лова	Определение параметров движения косяка рыбы. Расчет упреждения и курса прицельного траления. Управление движением судна и трала – работа в команде на тренажере
3.	Наведение трала на объект лова с учетом течения	Определение параметров движения косяка рыбы. Расчет курса траления и длины ваеров с учетом течения. Управление движением судна и трала – работа в команде на тренажере
4.	Наведение трала на подвижный объект лова с учетом течения	Определение параметров движения косяка рыбы. Расчет курса траления и длины ваеров с учетом течения. Управление движением судна и трала – работа в команде на тренажере
5.	Замет кошелькового невода на неподвижный и малоподвижный объект лова	Выбор позиции и курса начала сближения с косяком рыбы и выведение в нее судна. Выход судна в ТОН и замет невода
6.	Замет кошелькового невода на подвижный объект лова с учетом течения.	Выбор позиции и курса начала сближения с косяком рыбы и выведение в неё судна. Выход судна в ТОН и замет невода.



**Юрий Аронович Данилов**

## **ПРОМЫСЛОВАЯ НАВИГАЦИЯ**

Методические указания и контрольные задания  
для студентов специальности 26.05.05 «Судовождение»  
заочной формы обучения  
(2-е издание, переработанное и дополненное)

---

*Ведущий редактор О.В. Напалкова  
Младший редактор Г.В. Деркач*

*Лицензия № 021350 от 28.06.99.*

*Компьютерное редактирование  
И.В. Леонова*

*Печать офсетная.*

*Подписано в печать 20.06.2019 г.  
Усл. печ. л.2,3. Уч.-изд. л. 2,1.*

*Формат 60 x 90 1/16.*

*Заказ № 1503. Тираж 10 экз.*

Доступ к архиву публикации и условия доступа к нему:  
<http://bgarf.ru/academy/biblioteka/elektronnyj-katalog/>

**БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»**

*Издательство БГАРФ,  
член Издательско-полиграфической ассоциации высших учебных заведений  
236029, Калининград, ул. Молодежная, 6.*