Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Волжский государственный университет водного транспорта"

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б.1.О.Д27 Маневрирование и управление судном

Профиль	Судовождение на внутренних водных путях и в прибрежном плавании с правом эксплуатации судовых энергетических установок
Подразделение	Пермский филиа
	Отделение высшего образования
Специальность	26.05.05 Судовождение

1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Курсы	
		3	5
Лекции	17 Часы	9	8
Лабораторные работы	19 Часы	13	6
СРС	194 Часы	111	83
Контактная самостоятельная работа	2 Часы	2	
Лабораторная работа	2 Часы		2
Экзамен	18 Часы	9	9

2. Место дисциплины в структуре ООП

Код дисциплины	Наименование блока	Трудоемкость дисциплины, з.е.
Б1.О.27	Блок 1 Дисциплины (модули) (Обязательная часть)	7

3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лабораторные работы	СРС	Контактная самостоятельная работа	Лабораторная работа	Экзамен	Всего
1	Тема 1 Общие принципы управления судном.	0,5 Часы	0,2 Часы	5,3 Часы				6 Часы
2	Тема 2 Теоретические основы управляемости судна в различных условиях. Основы маневрирования судна; стандартные маневры судна.	0,5 Часы	0,2 Часы	10,3 Часы				11 Часы
3	Тема 3 Маневренные качества судна. Ходкость судна. Инерционные свойства судна.	1 Часы	6,6 Часы	21,4 Часы				29 Часы
4	Тема 4 Управляемость судна.	6,5 Часы	2 Часы	24,5 Часы				33 Часы
5	Тема 5 Влияние гребных винтов на маневренность судна. Управление судном на мелководье и в узкостях.	0,5 Часы	4 Часы	49,5 Часы				54 Часы
6	Тема 6 Консультирование, проверка и защита курсовой работы				2 Часы			2 Часы
7	Тема 7 Действия в аварийных ситуациях. Снятие судна с мели.	1 Часы	1 Часы	20 Часы				22 Часы
8	Тема 8 Буксировка судов морем.	2 Часы	2 Часы	14 Часы				18 Часы
9	Тема 9 Грузовые и пассажирские операции в море.	2 Часы		7 Часы				9 Часы
10	Тема 10 Плавание во льдах.	1 Часы		7 Часы				8 Часы
11	Тема 11 Управление судном при плавании в штормовых условиях	1 Часы	3 Часы	28 Часы				32 Часы
12	Тема 12 Швартовные операции; практические приемы выполнения швартовки. Стоянка судна на якорях и бочках.	1 Часы		7 Часы		2 Часы		10 Часы

4. Компетенции обучающегося, формируемые в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Формируемые компетенции			
1	Тема 1 Общие принципы управления судном.	ПК-35.(ИДК: ПК-35.3.1;ПК-35.3.2;)	ПК-10.(ИДК: ПК-10.3.1;ПК-10.3.2;ПК-10.3.3;)		
2	Тема 2 Теоретические основы управляемости судна в различных условиях. Основы маневрирования судна; стандартные маневры судна.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.3.1;ПК-10.3.2;ПК-10.3.3;)	ПК-35.(ИДК: ПК-35.3.1;ПК-35.3.2;ПК-35.3.3;)		
3	Тема 3 Маневренные качества судна. Ходкость судна. Инерционные свойства судна.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.3.1;ПК-10.3.2;ПК-10.3.3;)			

4	Тема 4 Управляемость судна.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.3.1;ПК-10.3.2;ПК-10.3.3;)			
5	Тема 5 Влияние гребных винтов на маневренность судна. Управление судном на мелководье и в узкостях.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.3.1;ПК-10.3.2;ПК-10.3.3;)			
6	Тема 6 Консультирование, проверка и защита курсовой работы	ПК-10.			
7	Тема 7 Действия в аварийных ситуациях. Снятие судна с мели.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.3.1;ПК-10.3.2;ПК-10.3.3;)			
8	Тема 8 Буксировка судов морем.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.3.1;ПК-10.3.2;ПК-10.3.3;)			
9	Тема 9 Грузовые и пассажирские операции в море.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.3.1;ПК-10.3.2;ПК-10.3.2;)			
10	Тема 10 Плавание во льдах.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.3.1;ПК-10.3.2;ПК-10.3.3;)			
11	Тема 11 Управление судном при плавании в штормовых условиях	ПК-10.(ИДК: ПК-10.3.1;ПК-10.3.2;ПК-10.3.3;)			
12	Тема 12 Швартовные операции; практические приемы выполнения швартовки. Стоянка судна на якорях и бочках.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.3.1;ПК-10.3.2;ПК-10.3.3;)			

5. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие у обучающегося следующих компетенций:

№ п/п	компетенции	Индикатор достижения		
		Знать	Уметь	Владеть
1	Способен идентифицировать опасности, опасные ситуации и сценарии их развития, воспринимать и управлять рисками, поддерживать должный уровень владения ситуацией	ОПК-6.З.1 общие принципы и алгоритмы оценки и управления риском	ОПК-6.У.1 Умеет идентифицировать опасности, оценивать риск и принимать меры по управлению риском	ОПК-6.В.1 методикой принятия решений на основе оценки риска, поддержания должного уровня владения ситуацией
2	Способен использовать средства навигационного оборудования на внутренних водных путях, речные карты и лоции	ПК-10.З.1 порядок маневрирования при приближении к лоцманской станции и посадке или высадке лоцманов с учетом погоды, состояния прилива, выбега и тормозного пути	ПК-10.У.1 маневрировать при приближении к лоцманской станции и посадке или высадке лоцманов с учетом погоды, состояния прилива, выбега и тормозного пути	ПК-10.В.1 навыками маневрирования при приближении к лоцманской станции и посадке или высадке лоцманов с учетом погоды, состояния прилива, выбега и тормозного пути
3	Способен использовать средства навигационного оборудования на внутренних водных путях, речные карты и лоции	ПК-10.З.2 особенности управления судном при плавании в реках, эстуариях и стесненных водах с учетом влияния течения, ветра и стесненных вод на судно	ПК-10.У.2 управлять судном при плавании в реках, эстуариях и стесненных водах с учетом влияния течения, ветра и стесненных вод на судно	ПК-10.В.2 навыками управления судном при плавании в реках, эстуариях и стесненных водах с учетом влияния течения, ветра и стесненных вод на судно
4	Способен использовать средства навигационного оборудования на внутренних водных путях, речные карты и лоции	ПК-10.З.3 взаимодействие между проходящими судами, а также взаимодействие собственного судна с близлежащими берегами (канальный эффект)	ПК-10.У.3 взаимодействие между проходящими судами, а также взаимодействие собственного судна с близлежащими берегами (канальный эффект)	ПК-10.В.3 навыками учета взаимодействия между проходящими судами, а также взаимодействие собственного судна с близлежащими берегами (канальный эффект)
5	Способен руководить обеспечением безопасности членов экипажа судна и пассажиров, эксплуатационного состояния спасательных средств и устройств, противопожарной системы и других систем безопасности	ПК-35.З.1 процедуры, которые необходимо выполнять при спасании людей на море, при оказании помощи терпящему бедствие судну, при аварии, произошедшей в порту	ПК-35.У.1 использовать процедуры, которые необходимо выполнять при спасании людей на море, при оказании помощи терпящему бедствие судну, при аварии, произошедшей в порту	ПК-35.В.1 навыками использования процедур, которые необходимо выполнять при спасании людей на море, при оказании помощи терпящему бедствие судну, при аварии, произошедшей в порту
6	Способен руководить обеспечением безопасности членов экипажа судна и пассажиров, эксплуатационного состояния спасательных средств и устройств, противопожарной системы и других систем безопасности	ПК-35.З.2 первоначальные действия после столкновения или посадки на мель; первоначальную оценка повреждений и борьбу за живучесть;	ПК-35.У.2 выполнять первоначальные действия после столкновения или посадки на мель; первоначальную оценка повреждений и борьбу за живучесть;	ПК-35.В.2 навыками выполнения первоначальных действия после столкновения или посадки на мель; первоначальную оценка повреждений и борьбу за живучесть;
7	Способен руководить обеспечением безопасности членов экипажа судна и пассажиров, эксплуатационного состояния спасательных средств и устройств, противопожарной системы и других систем безопасности	ПК-35.З.3 первоначальные действия после столкновения или посадки на мель; первоначальную оценка повреждений и борьбу за живучесть;	ПК-35.У.3 выполнять первоначальные действия после столкновения или посадки на мель; первоначальную оценка повреждений и борьбу за живучесть;	ПК-35.В.3 навыками выполнения первоначальных действия после столкновения или посадки на мель; первоначальную оценка повреждений и борьбу за живучесть;
8	Способен безопасно выполнять обычные маневры курсом и скоростью судна, обеспечивая безопасность плавания судна	ПК-9.З.1 влияния водоизмещения, осадки, дифферента, скорости и запаса воды под килем на диаметр циркуляции и тормозной путь судна	ПК-9.У.1 учитывать влияния водоизмещения, осадки, дифферента, скорости и запаса воды под килем на диаметр циркуляции и тормозной путь судна	ПК-9.В.1 навыками учета влияния водоизмещения, осадки, дифферента, скорости и запаса воды под килем на диаметр циркуляции и тормозной путь судна

9	Способен безопасно выполнять обычные маневры курсом и скоростью судна, обеспечивая безопасность плавания судна	ПК-9.З.2 влияние ветра и течения на управляемость судна	ПК-9.У.2 учитывать влияние ветра и течения на управление судном	ПК-9.В.2 обладает навыками учата влияния ветра и течения на управление судном
10	Способен безопасно выполнять обычные маневры курсом и скоростью судна, обеспечивая безопасность плавания судна	ПК-9.З.3 порядок выполнения маневра и процедуры при спасании человека за бортом, постановки на якорь и швартовке	ПК-9.У.3 выполнять маневры и процедуры при спасании человека за бортом,постановке судна на якорь и швартовке	ПК-9.В.3 обладает навыками выполнения маневра при спасании человека за бортом, постановк судна на якорь и швартовке

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие у обучающегося следующих требуемых Международной конвенцией о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года стандартов компетентности:

№ п/п	Таблица	Функция	Сфера компетентности
1		A-II/1-1. Судовождение на уровне эксплуатации	A-II/1-1.9. Маневрирование судна
2		A-II/2-1. Судовождение на уровне управления	A-II/2-1.9. Действия при авариях, возникающих во время плавания
3		A-II/2-1. Судовождение на уровне управления	A-II/2-1.10. Маневрирование и управление судном в любых условиях

6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение программы

6.1 Помещения и оборудование

№ п/п	Вид помещений	Оснащение помещений	№ помещений
1	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	оборудование и технические средства обучения (Парты (47 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.) (568) Стол рабочий (20 ед.); стул (35 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.) (571))	568,571
2	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду университета	462

6.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование
1	Microsoft Office Professional Plus 2016 (Договор №44/109-15 от 28.12.2015 (бессрочно))
2	Microsoft Office ProPlus 2013 (Договор №44/59-18 от 09.04.2018 (бессрочно))

6.3 Карта обеспеченности печатными и(или) электронными изданиями и электронными образовательными ресурсами

№ п/п	Наименование источника	Год издания	Ресурс	Количество экземпляров
1	Крайнова, В.В. Методические указания по организации и выполнению внеаудиторной (самостоятельной) работы [Электронный ресурс] : для преподавателей и студ.по направлениям подготовки (спец.) высш.и сред.проф.образования / В. В. Крайнова ; ВГУВТ. - Н.Новгород, 2018. - 1 текст/файл. - Авторский вариант. – Режим доступа: http://94.100.87.24:8080/MarcWeb/Tmp/f15520.pdf	2 018	Электронный ресурс	0
2	Клементьев, А.Н.;Основы управления судном;учеб.пособие для студ.очн.и заочн.обучения спец.180403.65;Клементьев, А.Н.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 015	Электронный ресурс	0
3	Клементьев, А.Н.;Маневрирование и управление судном;метод.указания к выполн.курс.работы (спец.26.05.05);Клементьев, А.Н.Токарев, П.Н.Хвостов, Р.С.-Н.Новгород,ВГУВТ; <null> ;	2 017	Текст	48
4	Клементьев, А.Н.;Маневрирование и управление судном;метод.указания к выполн.курс.работы (спец.26.05.05);Клементьев, А.Н.Токарев, П.Н.Хвостов, Р.С.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 017	Электронный ресурс	0
5	Шарлай, Г.Н.;Маневрирование и управление морским судном;учеб.пособие;Шарлай, Г.Н.-М.,Моркнига; URL: https://www.morkniga.ru/library/read/00-00008142/ ;<null>	2 015	Электронный ресурс	0
6	Агарков, С.А.;Теоретические аспекты швартовки к борту судна, стоящего на якоре;монография;Агарков, С.А.Пашенцев, С.В.Юдин, Ю.И.-М.,Моркнига; URL: https://www.morkniga.ru/library/read/00-01005991/ ;<null>	2 015	Электронный ресурс	0

7	Осокин, М.В.;Маневрирование и управление судном;справочное пособие для студентов судоводительского факультета по выполнению лабораторных работ;Осокин, М.В.-Н.Новгород,ВГУВТ; <null> ;	2 021	Текст	50
8	Домнин, А.В.;Маневрирование и управление судном;лабораторный практикум для студентов судоводительского факультета;Домнин, А.В.Клементьев, А.Н.Токарев, П.Н.Хвостов, Р.С.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 021	Электронный ресурс	0
9	Сирота, А.К.;Маневрирование и управление судном;учебно-методическое пособие по написанию и защите курсовой работы;Сирота, А.К.Тимофеев, В.К.-Калининград,<null>; URL: https://e.lanbook.com/book/216410 (дата обращения: 29.03.2023). - Режим доступа: для авториз.пользователей ;<null>	2 019	Электронный ресурс	0
10	Хвостов, Р.С.;Организация образовательного процесса при реализации конвенционной подготовки и самостоятельной работы курсантов;справочное пособие для курсантов: [по направлению подготовки 26.05.05];Хвостов, Р.С.-Н.Новгород,ВГУВТ; <null> ;	2 023	Текст	50
11	Терехов, В.П.;Радиолокационное обеспечение предупреждения столкновений судов;методическое пособие для студентов: [по направлению подготовки 26.05.05];Терехов, В.П.-Н.Новгород,ВГУВТ; <null> ;	2 023	Текст	50

Программа предусматривает возможность применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.
Электронная информационно-образовательная среда университета с возможностью доступа к информационно- телекоммуникационной сети "Интернет" - Режим доступа: http://www.eios.vsuwt.ru/.

6.4 Современные профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование
1	Статистический сборник: Транспорт в России- Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1136983505312
2	Центральная база статистических данных - Режим доступа: http://cbsd.gks.ru/

6.5 Информационные справочные системы

№ п/п	Наименование
1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru (договор от 02.02.2015 г.)
2	Справочная правовая система «Гарант» - Режим доступа: http://www.garant.ru (договор 62/16 от 01.09.2016 г. - бессрочный)
3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru (договор от 02.02.2015 г.)
4	Справочная правовая система «Гарант» - Режим доступа: http://www.garant.ru (договор 62/16 от 01.09.2016 г. - бессрочный)

7. Оценочные и методические материалы

Оценочные и методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, являются приложением к программе.

№ п/п	Индикатор достижения компетенций	Сфера компетентности (МК ПДНВ)	Контролируемые разделы (темы)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения		Процедура оценивания	Критерии оценивания результата обучения и шкала оценивания			
							2	3	4	5
				Вид контроля	Форма контроля		не зачтено	зачтено		
1	ОПК-6.З.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-10.З.1, ПК-10.У.1, ПК-10.В.1, ПК-10.З.2, ПК-10.У.2, ПК-10.В.2, ПК-10.З.3, ПК-10.У.3, ПК-10.В.3, ПК-35.З.1, ПК-35.У.1, ПК-35.В.1, ПК-35.З.2, ПК-35.У.2, ПК-35.В.2, ПК-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,ПК-9.З.2,ПК-9.У.2,ПК-9.В.2, ПК-9.З.3,ПК-9.У.3,ПК-9.В.3	A-II/1-1.9.,A-II/2-1.9.,-II/2-1.10.	1,2,3,4,5,6	Текущий контроль	Лабораторная работа	Работы выполняются в течение семестра	Работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно	Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы, если в ходе проведения опыта, измерений, вычислений и наблюдений были допущены ошибки	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; но допускает несколько недочетов, оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил в основном на все контрольные вопросы	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил на все контрольные вопросы

2	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-10.3.1, ПК-10.У.1, ПК-10.В.1, ПК-10.3.2, ПК-10.У.2, ПК-10.В.2, ПК-10.3.3, ПК-10.У.3, ПК-10.В.3, ПК-35.3.1, ПК-35.У.1, ПК-35.В.1, ПК-35.3.2, ПК-35.У.2, ПК-35.В.2, ПК-9.3.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,ПК-9.3.2,ПК-9.У.2,ПК-9.В.2, ПК-9.3.3,ПК-9.У.3,ПК-9.В.3	А-II/1-1.9.,А-II/2-1.9.,А-II/2-1.10.	1,2,3,4,5,6	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	Выбрать правильный ответ	0-49% правильных ответов	50-69% правильных ответов	70-89% правильных ответов	90-100% правильных ответов
3	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-10.3.1, ПК-10.У.1, ПК-10.В.1, ПК-10.3.2, ПК-10.У.2, ПК-10.В.2, ПК-10.3.3, ПК-10.У.3, ПК-10.В.3, ПК-35.3.1, ПК-35.У.1, ПК-35.В.1, ПК-35.3.2, ПК-35.У.2, ПК-35.В.2, ПК-9.3.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,ПК-9.3.2,ПК-9.У.2,ПК-9.В.2, ПК-9.3.3,ПК-9.У.3,ПК-9.В.3	А-II/1-1.9.,А-II/2-1.9.,-II/2-1.10.	1,2,3,4,5,6	Промежуточная аттестация	Курсовая работа	Курсовая работа выполняются по заданиям, выдаваемым индивидуально. Оценка выставляется в процессе защиты проекта	Работа не выполнена или содержание не соответствует заданию, допущены грубые теоретические ошибки; обучающийся не может защитить свои решения, допускает грубые фактические ошибки при ответах на поставленные вопросы или не отвечает на них	Работа выполнена правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов; обучающийся усвоил только основные разделы теоретического материала; на вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки, неуверенно защищает свою точку зрения	Работа выполнена в полном объеме; проработаны все разделы содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; обучающийся твердо владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно; на большинство вопросов даны правильные ответы, защищает свою точку зрения достаточно обоснованно	Работа выполнена в полном объеме; работа отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; обучающийся свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании; на все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения

4	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-10.3.1, ПК-10.У.1, ПК-10.В.1, ПК-10.3.2, ПК-10.У.2, ПК-10.В.2, ПК-10.3.3, ПК-10.У.3, ПК-10.В.3, ПК-35.3.1, ПК-35.У.1, ПК-35.В.1, ПК-35.3.2, ПК-35.У.2, ПК-35.В.2, ПК-9.3.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,ПК-9.З.2,ПК-9.У.2,ПК-9.В.2, ПК-9.3.3,ПК-9.У.3,ПК-9.В.3	А-II/1-1.9.,А-II/2-1.9.,-II/2-1.10.	1,2,3,4,5,6	Промежуточная аттестация	Экзамен	37 экзаменационных билета по 2 вопроса, время подготовки 20 минут	Незнание или непонимание обучающимся основного материала; на большую часть вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов	Знания имеют фрагментарный характер, отличаются поверхностностью и малой содержательностью; содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные вопросы билета; нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала	Знания имеют достаточный содержательный уровень, однако отличаются слабой структурированностью; раскрыто содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы; недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета	Знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; обучающийся свободно владеет научными понятиями; логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; обучающийся демонстрирует умение вести диалог и вступать в научную дискуссию
5	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-10.3.1, ПК-10.У.1, ПК-10.В.1, ПК-10.3.2, ПК-10.У.2, ПК-10.В.2, ПК-10.3.3, ПК-10.У.3, ПК-10.В.3, ПК-35.3.1, ПК-35.У.1, ПК-35.В.1, ПК-35.3.2, ПК-35.У.2, ПК-35.В.2, ПК-9.3.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,ПК-9.З.2,ПК-9.У.2,ПК-9.В.2, ПК-9.3.3,ПК-9.У.3,ПК-9.В.3	А-II/1-1.9.,А-II/2-1.9.,-II/2-1.10.	7,8,9,10,11,12	Текущий контроль	Лабораторная работа	Работы выполняются в течение семестра	Работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно	Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы, если в ходе проведения опыта, измерений, вычислений и наблюдений были допущены ошибки	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; но допускает несколько недочетов, оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил в основном на все контрольные вопросы	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил на все контрольные вопросы

6	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-10.3.1, ПК-10.У.1, ПК-10.В.1, ПК-10.3.2, ПК-10.У.2, ПК-10.В.2, ПК-10.3.3, ПК-10.У.3, ПК-10.В.3, ПК-35.3.1, ПК-35.У.1, ПК-35.В.1, ПК-35.3.2, ПК-35.У.2, ПК-35.В.2, ПК-9.3.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,ПК-9.3.2,ПК-9.У.2,ПК-9.В.2, ПК-9.3.3,ПК-9.У.3,ПК-9.В.3	А-II/1-1.9.,А-II/2-1.9.,А-II/2-1.10.	7,8,9,10,11,12	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	Выбрать правильный ответ	0-49% правильных ответов	50-69% правильных ответов	70-89% правильных ответов	90-100% правильных ответов
7	ОПК-6.3.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-10.3.1, ПК-10.У.1, ПК-10.В.1, ПК-10.3.2, ПК-10.У.2, ПК-10.В.2, ПК-10.3.3, ПК-10.У.3, ПК-10.В.3, ПК-35.3.1, ПК-35.У.1, ПК-35.В.1, ПК-35.3.2, ПК-35.У.2, ПК-35.В.2, ПК-9.3.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,ПК-9.3.2,ПК-9.У.2,ПК-9.В.2, ПК-9.3.3,ПК-9.У.3,ПК-9.В.3	А-II/1-1.9.,А-II/2-1.9.,А-II/2-1.10.	7,8,9,10,11,12	Промежуточная аттестация	Экзамен	28 экзаменационных билета по 2 вопроса, время подготовки 20 минут	Незнание или непонимание обучающимся основного материала; на большую часть вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов	Знания имеют фрагментарный характер, отличаются поверхностностью и малой содержательностью; содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные вопросы билета; нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала	Знания имеют достаточный содержательный уровень, однако отличаются слабой структурированностью; раскрыто содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы; недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета	Знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; обучающийся свободно владеет научными понятиями; логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; обучающийся демонстрирует умение вести диалог и вступать в научную дискуссию

Итоговые тестовые задания по дисциплине

по дисциплине: «Маневрирование и управление судном» специальности 26.05.05 Судовождение, образовательная программа «Судовождение на морских и внутренних водных путях»

Оцениваемые компетенции:

ОПК-6. Способен идентифицировать опасности, опасные ситуации и сценарии их развития, воспринимать и управлять рисками, поддерживать должный уровень владения ситуацией

ПК-10. Способен маневрировать и управлять судном в любых условиях

ПК-35. Способен обеспечить действия при авариях, возникающих во время плавания

ПК-9. Способе н безопасно выполнять обычные маневры курсом и скоростью судна, обеспечивая безопасность плавания судна

Наименование лабораторной работы	Задания для лабораторных работ	Вопросы к защите лабораторных работ
Лабораторная работа № 1 «Определение времени пути переходных режимов движения судна»	В практике маневрирования применяются два вида переходных режимов движения судна: переход с более высокого режима движения на более низкий и наоборот с более низкого режима на более высокий. Согласно установленной градации ходов судна производится переход с полного переднего хода на средний и малый ход и с малого на средний и полный ход. При определении режимов устанавливается раздельно частота вращения винта для водоизмещения судна в грузу и в балласте. Скорости хода промежуточных режимов по отношению к скорости полного хода. Порядок выполнения лабораторной работы 1. Определяются скорости среднего, малого и самого малого ходов по отношению к скорости полного хода v_0. Скорость из км/ч переводиться в м/с. 2. По формуле (11.6) определяется сопротивление R для каждого режима движения судна.	1.Каковы цель и порядок выполнения данной работы? 2.В чем заключается разница массы и водоизмещения судна? 3.В каких единицах измеряется водоизмещение судна? 4.Какой физический смысл коэффициента присоединенных масс? 5.Как называется движение судна при остановленных движителях? 6.До какого значения скорости условно сохраняется управляемость судна?

	3. По формуле (11.5) определяется масса судна и присоединенная масса судна при прямолинейном движении, определяемая по формуле (3.12). 4. По формулам (11.2-11.3) и (11.7-11.8) определяются значения $t_{\text{п}}$, $t'_{\text{п}}$ и $S_{\text{п}}$, $S'_{\text{п}}$ переходных режимов по заданию преподавателя.	
Лабораторная работа № 2 «Определение параметров движения судна при действии ветра»	Задача о влиянии ветра на параметры движения судна сводится к отысканию условий, при которых у судна при его прямолинейном движении может наступить потеря управляемости. Для этого необходимо установить зависимость угла ветрового дрейфа и потребного угла перекладки рулевого органа от скорости движения судна, скорости и направления действия ветра. По данным таблицы строится график зависимости $\alpha_{\text{в}} = f(q_w, W)$ (см. рис.1). По графикам определяется опасное направление ветра $q_w^{\text{оп}}$ (соответствующее максимальному значению $\alpha_{\text{в}}$), для которого рассчитывается угол ветрового дрейфа при трех режимах движения (см. рис.2). Результаты расчетов требуемого угла перекладки рулевого органа в зависимости от силы и направления ветра сводятся в табл.2 аналогичную табл.1.	1. Что такое кажущийся ветер? 2. Как измерить скорость и направление кажущегося ветра на судне? 3. В чем отличие приводящегося к ветру и уваливающегося по ветру судна? 4. Что такое ветровой угол дрейфа? 5. Как определить ветровой дрейф на движущемся судне? 6. Оцените границы потери управляемости судов при ветре? 7. На какие параметры движения судов оказывает влияние ветер? 8. Как оценивается возможность проводки судна через ограниченный по ширине участок пути при ветре?
Лабораторная работа № 3 «Расчет действительной скорости движения судна в канале и на мелководье»	Расчет скорости движения судна в канале Результаты расчетов представить в виде таблицы или графической форме $S_{\text{т}} = f(v)$, $S_{\text{т}} = f(t)$ для полного, среднего и малого хода.	1.Почему происходит падение скорости движения в канале и на мелководье? 2.К чему приводит не соблюдение безопасной скорости судна на мелководных участках водных путей?

		3.Что такое скоростная просадка, которая возникает при движении в канале и по мелководью? 4.Какие внешние факторы показывают, что судно приближается к мелководью?
Лабораторная работа № 4 «Определение параметров экстренного торможения судна на глубокой воде»	Процесс экстренного торможения состоит из 2-х периодов: первый – от подачи команды до начала работы движителей на задний ход; второй – от начала работы движителей на задний ход до полной остановки судна. Результаты расчетов представить в виде таблицы или графической форме $S_т = f(v)$, $S_т = f(t)$ для полного, среднего и малого хода.	1.Когда в практике судовождения применяется «экстренное торможение»? 2.Как производится экстренное торможение? 3.От каких параметров судна зависит путь и время торможения?
Лабораторная работа № 5 «Расчет инерционных характеристик судна в канале»	Расчет пути и времени разгона, выбега и активного торможения Результаты расчетов представляются в виде таблиц или в графической форме $S_р = f(t)$; $S_в = f(t)$; $S_т = f(t)$ для заданных условий и режима работы движителей. Текущие значения скорости и пути рассчитываются с интервалом времени 30 сек	1.Какие инерционные характеристики судов вы знаете. 2.Что такое «выбег»? 3.В чем разница между активным и пассивным торможением? 4.Почему в канале для предотвращения столкновения судов применимо только экстренное торможение?

Приложение: методические материалы/рекомендации.

Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»

Кафедра судовождения и безопасности судоходства

МАНЕВРИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ СУДНОМ

Методические указания
к выполнению лабораторных работ
для обучающихся очного и заочного обучения
специальности 26.05.05 «Судовождение»

Составители: А.В. Домнин, А.Н. Клементьев, П.Н. Токарев,
Р.С. Хвостов

Нижний Новгород
Издательство ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
2021

УДК 656.6.052
М 23

Р е ц е н з е н т:
М.В. Осокин – к.т.н., доцент, капитан

Маневрирование и управление судном: методические указания к выполнению лабораторных работ : [по направлению подготовки 26.05.05 «Судовождение», квалификация «инженер-судоводитель»] / А.В. Домнин, А.Н. Клементьев, П.Н. Токарев, Р.С. Хвостов,. – Нижний Новгород : ВГУВТ, 2021. – 65 с. Текст (визуальный) : непосредственный.

Настоящие методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по закреплению и углублению теоретических знаний по управлению судами в различных условиях плавания в соответствии с программами дисциплин: «Маневрирование и управление судном», «Судовождение по внутренним водным путям» и «Безопасность судоходства на внутренних водных путях».

Методические указания составлены в соответствии с требованиями модельного курса ИМО 7.03 и требованиями таблиц A-II/1, A-II/2 Кодекса ПДНВ.

Для студентов специальности 26.05.05 «Судовождение» очного и заочного обучения.

Работа рекомендована к изданию на заседании кафедры судовождения и безопасности судоходства. Протокол № 11 от 21.05.2021г.

© ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2021

Лабораторная работа №1

«Определение параметров движения судна при действии ветра»

Задача о влиянии ветра на параметры движения судна сводится к отысканию условий, при которых у судна при его прямолинейном движении может наступить потеря управляемости. Для этого необходимо установить зависимость угла ветрового дрейфа и потребного угла перекладки рулевого органа от скорости движения судна, скорости и направления действия ветра.

Угол ветрового дрейфа $\alpha_в$ рассчитывается по формуле:

$$\alpha_в = -A + \sqrt{A^2 + Б\left(\frac{W}{v_0}\right)^2 c_{yв}\left(\bar{l}_в + \bar{l}_к\right)}, \quad (1.1)$$

где W – скорость кажущегося ветра, м/с;

v_0 – скорость судна, м/с;

$$A = \frac{c_{21}\bar{l}_к + c_{31}}{2c_{23}\bar{l}_к}; \quad (1.2)$$

$$Б = \frac{\rho_в S_п}{c_{23}\bar{l}_к \rho S_0}; \quad (1.3)$$

$S_п$ – площадь проекции надводной поверхности судна на ДП, $м^2$;

ρ – плотность воды, ρ=1,0 $т/м^3$;

S_0 – площадь погруженной части диаметрального батокса, $м^2$;

$$S_0 = LT\sigma_д; \quad (1.4)$$

L – длина судна, м;

T – осадка судна, м;

$\sigma_д$ – коэффициент полноты диаметрального батокса;

$\bar{l}_в$ – относительное плечо ветровой силы:

$$\bar{l}_в = 0{,}25 + \frac{l_п}{L} - \frac{q_w}{360^0}. \quad (1.5)$$

Здесь q_w – направление кажущегося ветра, град.;

$l_п$ – отстояние центра парусности от центра масс судна, м;

$\rho_в$ – плотность воздуха, $\rho_в = 0{,}122 \cdot 10^{-2}$ $т/м^3$;

$\bar{l}_к$ – относительное отстояние ДРК от центра масс судна.

$$\bar{l}_к = \frac{l_к}{L}; \quad (1.6)$$

$\bar{l}_к = 0{,}47$ – для одиночных судов;

$\bar{l}_к = 0{,}52 \div 0{,}55$ – для толкаемых составов.

При практических расчетах без существенного влияния на точность результатов величину коэффициента аэродинамической силы можно принимать:

для грузовых судов

$$c_{yв} = 1{,}20 \sin q_w, \quad (1.7)$$

для пассажирских судов

$$c_{ув} = (0{,}735 + 1{,}12\frac{H}{B})\sin q_w, \tag{1.8}$$

где B – ширина судна, м;

H – возвышение пассажирской надстройки над ватерлинией, м;

для порожних толкаемых составов

$$c_{ув} = c_{ув_1}\sin q_w + c_{ув_2}\sin 5q_w . \tag{1.9}$$

Здесь

$$c_{ув_1} = 0{,}0389 + 0{,}868\bar{h}_в ;\ \bar{h}_в = \frac{H_б}{B},$$

$H_б$ – высота надводного борта барж, м;

$$c_{ув_2} = 0{,}0143 - 0{,}827\,\bar{H}_б - 0{,}0568\,\bar{B} .$$

$$\bar{H}_б = \frac{H_б}{L+B};\ \bar{B} = \frac{B}{L}.$$

Гидродинамические коэффициенты корпуса судна определяются по следующим формулам:

речных пассажирских судов:

$$c_{21} = 3{,}14\left(\frac{T}{L}\right)\left(\frac{0{,}63}{\bar{\varphi}}\right)^{5/2}\left(\frac{L}{6B}\right)^{1/3} - 0{,}032 ; \tag{1.10}$$

$$c_{23} = 1{,}35\left(\frac{T}{B}\right)^{1/2}\left(\frac{0{,}63}{\bar{\varphi}}\right)^{3/2} - 0{,}029 ; \tag{1.11}$$

$$c_{31} = 1{,}67\left(\frac{T}{L}\right) - 0{,}56\bar{\varphi} + 0{,}43 . \tag{1.12}$$

$\bar{\varphi}$ – коэффициент продольной остроты судна, $\bar{\varphi} = \delta/\beta$;

δ – коэффициент полноты водоизмещения;

β – коэффициент полноты мидель-шпангоута;

для грузовых судов и судов смешанного «река-море» плавания:

$$c_{21} = 3{,}14\left(\frac{T}{L}\right); \tag{1.13}$$

$$c_{23} = 0{,}020\left(\frac{B}{T}\right)^2 - 0{,}24\left(\frac{B}{T}\right) + 13{,}0\left(\frac{T}{L}\right) + 0{,}024\left(\frac{L}{T}\right); \tag{1.14}$$

$$c_{31} = \left[5{,}8\left(\frac{T}{L}\right) + 0{,}084\right](1{,}25 - \bar{\sigma}_к). \tag{1.15}$$

$\bar{\sigma}_к$ – коэффициент полноты кормовой части диаметрального батокса .

Величина угла ветрового дрейфа рассчитывается при значениях q_w = 30^0, 60^0, 90^0, 120^0, 150^0 при скоростях кажущегося ветра W = 5, 10, 15, 20 м/с.

Результаты расчетов $\alpha_в$ сводятся в табл.1.

Таблица 1

Угол ветрового дрейфа судна

Угол	Режим движения	Скорость движения	При скорости кажущегося ветра, м/с			
			5	10	15	20
30	полный	$v = v_0$				
60	полный					
90	полный					
120	полный					
150	полный					

$q_w^{\text{оп}}$	малый	$v = 0{,}5v_0$				
	средний	$v = 0{,}75v_0$				
	полный	$v = v_0$				

По данным таблицы строится график зависимости $\alpha_{\text{в}} = f(q_w, W)$ (см. рис.1).

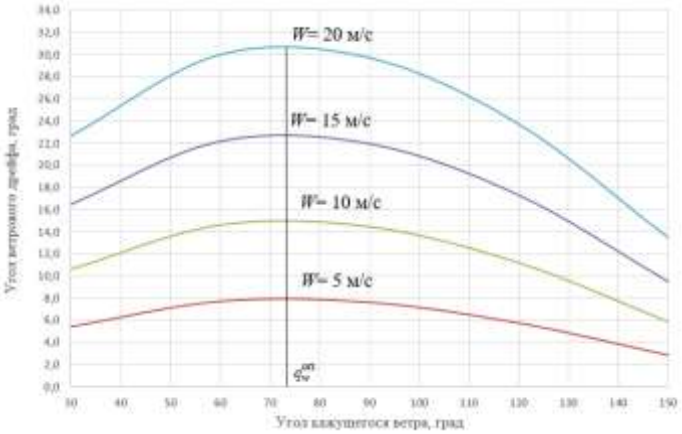


Рис.1. Зависимость угла ветрового дрейфа от направления и скорости кажущегося ветра

По графикам определяется опасное направление ветра $q_w^{\text{оп}}$ (соответствующее максимальному значению $\alpha_{\text{в}}$), для которого рассчитывается угол ветрового дрейфа при трех режимах движения (см. рис.2).

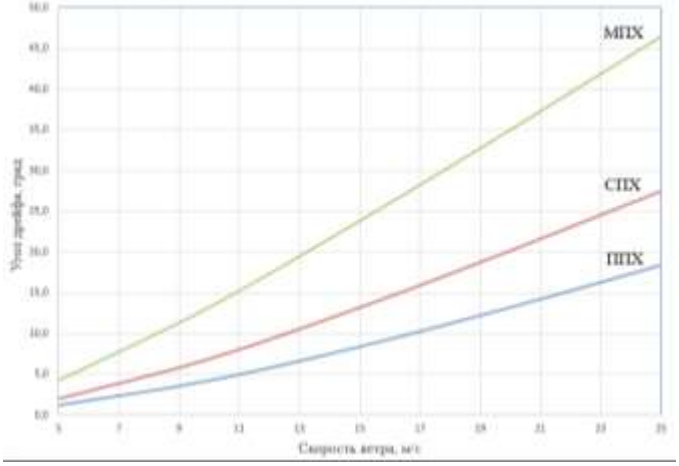


Рис.2. Зависимость угла ветрового дрейфа от направления и скорости кажущегося ветра опасного направления при трех режимах работы движителей

Полученные зависимости могут быть использованы также при оценке возможности прохождения судном прямолинейных участков ограниченной ширины. С этой целью необходимо определить «допустимый» угол дрейфа по формуле:

$$\alpha_{\text{в}}^{\text{доп}} = \arcsin\frac{B_{\text{сх}} - B}{L}. \qquad (1.16)$$

Здесь $B_{\text{сх}}$ – ширина судового хода (в работе принять $B_{\text{сх}}$ = 45 м).

Угол перекладки рулевого органа $\alpha_{\text{р(н)}}$, необходимый для поддержания прямолинейного движения судна, можно определить по выражениям:

$$\alpha_{\text{р(н)}} = D\left(\frac{W}{v_0}\right)^2 c_{\text{ув}}\bar{l}_{\text{в}} + C\alpha_{\text{в}}, \qquad (1.17)$$

а) для судов, оборудованных комплексом «винт-поворотная насадка» коэффициенты D и C находятся по выражениям:

$$D = \frac{\rho_{в} S_{п}}{\bar{k}_{н} \bar{l}_{к} \rho S_{0}}; \tag{1.18}$$

$$C = \chi_{н} - \frac{c_{31}}{\bar{k}_{н} \bar{l}_{к}}; \tag{1.19}$$

где

$$\chi_{н} = \chi_{к} \frac{\mu'_{н} + 2\beta_{н}\left[1 + \frac{v_{ан}}{v_{e}}\right]}{\mu'_{н} + 2\beta_{н}\left[1 + \frac{v_{ан}}{v_{e}}\right]^{2}}. \tag{1.20}$$

$$\mu'_{н} = \frac{12\bar{l}_{н}}{1 + 1{,}56\bar{l}_{н}}; \tag{1.21}$$

$$v_{e} = \varphi_{к} v_{0}; \tag{1.22}$$

v_{e} – скорость подтекания воды к комплексу «винт-поворотная насадка», м/с;

$\chi_{к}$, $\varphi_{к}$ – коэффициенты взаимодействия комплекса «винт-поворотная насадка» с корпусом судна ($\chi_{к}$, $\varphi_{к}$ = 0,95);

$\bar{l}_{н} = \frac{l_{н}}{D_{в}}$ – относительная длина насадки $\bar{l}_{н}$=0,8÷0,9;

$\beta_{н}$ – коэффициент расширения насадки, $\beta_{н}$=1,0÷1,15.

Аксиальная скорость комплекса «винт-насадка» определяется по выражению:

$$v_{ан} = \left(\frac{v_{рн}}{2}\right)\left(1 - 0{,}0125\sigma_{к}\right)\left(\sqrt{1 + \frac{2\sigma_{к}}{\beta_{н}}} - 1\right). \tag{1.23}$$

Коэффициент нагрузки комплекса «винт-насадка» по упору определяется следующим образом:

$$\sigma_{к} = \frac{P_{в}}{\frac{\rho}{2} v_{рн}^{2} S_{н} z_{в}}. \tag{1.24}$$

Здесь $P_{в}$ – упор винта, кН.

$$P_{в} = \frac{P_{e}}{1 - t_{з}}; \tag{1.25}$$

$t_{з}$ – коэффициент засасывания, $t_{з}$=0,2;

P_{e} – полезная тяга равная общему сопротивлению корпуса судна на полном ходу, кН.

$$P_{e} = R_{0};$$

$z_{в}$ – число винтов, ед.;

$S_{н}$ – площадь диска насадки, м^{2};

$$S_{н} = \frac{\pi D_{в}^{2}}{4};$$

$D_{в}$ – диаметр винта, м.

Скорость потока обтекания ДРК с учетом попутного потока:

$$v_{\text{рн}} = v_0\left(1 - c_f \Psi\right), \tag{1.26}$$

Ψ – коэффициент попутного потока в месте расположения движительно-рулевого комплекса:

$$\Psi = 0{,}11 + \frac{0{,}16}{x}\delta^x \sqrt{\frac{\sqrt[3]{\delta LBT}}{D_{\text{в}}}}; \tag{1.27}$$

δ – коэффициент полноты водоизмещения, ед.;

x – коэффициент, для бортовых винтов $x = 2$, для винта в ДП $x = 1$;

c_f – поправочный коэффициент, учитывающий изменение попутного потока. $c_f = 0{,}6$ – для винтов расположенных по бортам; $c_f = 0{,}7$ – для винтов расположенных в ДП.

Коэффициент гидродинамических сил действующих на насадки определятся по выражению:

$$\bar{k}_{\text{н}} = \frac{k_{\text{н}}}{S_0}; \tag{1.28}$$

$$k_{\text{н}} = \mu_{\text{н}} S_{\text{н}} \varphi_{\text{к}}^2 z_{\text{в}}. \tag{1.29}$$

Величина градиента подъемной силы насадки определяется по формуле:

$$\mu_{\text{н}} = \mu'_{\text{н}} + 2\beta_{\text{н}}\left[1 + \frac{v_{\text{ан}}}{v_e}\right]^2; \tag{1.30}$$

б) для судов с рулями:

$$B = \frac{\rho_{\text{в}} S_{\text{п}}}{\bar{k}_{\text{р}} \bar{l}_{\text{к}} \rho S_0}; \tag{1.31}$$

$$C = \frac{1}{r_v} - \frac{c_{31}}{\bar{k}_{\text{р}} \bar{l}_{\text{к}}}, \tag{1.32}$$

где $\bar{k}_{\text{р}} = \frac{k_{\text{р}}}{S_0}$ – коэффициент гидродинамических сил, действующих на рули:

$$k_{\text{р}} = \mu_{\text{р}} S_{\text{р}} r_v^2 z_{\text{р}}; \tag{1.33}$$

$z_{\text{р}}$ – число рулей, ед.;

$S_{\text{р}}$ – площадь руля, м^2;

$$S_{\text{р}} = \frac{\sum S_{\text{р}}}{z_{\text{р}}},\ \sum S_{\text{р}} = \xi LT;$$

ξ – коэффициент, принимаемый при определении площади пера руля; ξ = 0,020–0,070 для пассажирских и грузовых самоходных судов. Из двух величин для расчета следует выбирать наименьшую, т. е. $\xi = 0{,}020$;

$\sum S_{\text{р}}$ – общая площадь рулей, м^2;

$\mu_{\text{р}}$ – градиент коэффициента подъемной силы руля, определяемый по формуле:

$$\mu_{\text{р}} = \frac{2\pi}{1 + \frac{2{,}2}{\bar{\lambda}_{\text{р}}^{2/3}}}. \tag{1.34}$$

Здесь $\bar{\lambda}_{\text{р}}$ – относительное удлинение руля.

$$\bar{\lambda}_{\text{р}} = \frac{h_{\text{р}}}{l_{\text{р}}} = \frac{h_{\text{р}}^2}{S_{\text{р}}};$$

$$h_{\text{р}} = (1{,}2 \div 1{,}3) D_{\text{в}},$$

$l_{\text{р}}$ – длина пера руля, м;

$h_{\text{р}}$ – высота пера руля, м;

Высота пера руля должна удовлетворять условию $h_{\text{р}} \le 0{,}8T$.

Коэффициент влияния корпуса и винта на скорость потока, обтекающего руль:

$$r_v = (1 - \Psi)\left[1 + \chi\left(1 - 0{,}0125\,\sigma_{\text{р}}\right)\left(\sqrt{1 + \sigma_{\text{р}}} - 1\right)\right], \qquad (1.35)$$

где

$$\chi = \frac{1}{2}\left[1 + \frac{2\chi_{\text{в}}}{D_{\text{в}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{2\chi_{\text{в}}}{D_{\text{в}}}\right)^2}}\right], \qquad (1.36)$$

$\chi_{\text{в}}$ – коэффициент, учитывающий расстояние от плоскости диска винта до центра давления на рули $\chi_{\text{в}} = 0{,}94$.

Коэффициент нагрузки винта по упору определяется следующим образом:

$$\sigma_{\text{р}} = \frac{P_{\text{в}}}{\frac{\rho}{2} v_{\text{р}1}^2 F_{\text{в}} z_{\text{в}}}, \qquad (1.37)$$

где $F_{\text{в}}$ – площадь диска винта, м^2;

$$F_{\text{в}} = \frac{\pi D_{\text{в}}^2}{4}.$$

Скорость потока обтекания руля с учетом попутного потока, определяется по выражению:

$$v_{\text{р}1} = v_0(1 - \Psi). \qquad (1.38)$$

Результаты расчетов требуемого угла перекладки рулевого органа в зависимости от силы и направления ветра сводятся в табл.2 аналогичную табл.1.

По данным таблицы строится график зависимости потребного угла перекладки рулевого органа (см. рис. 3, рис.4).

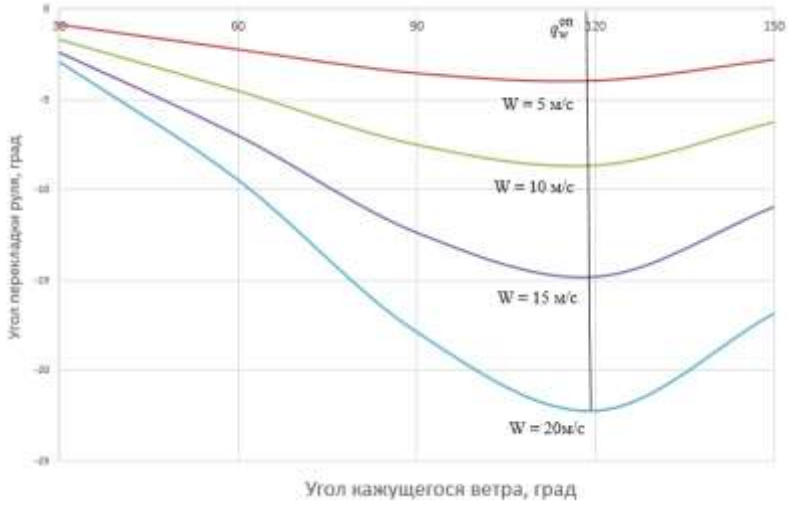


Рис.3. Зависимость угла перекладки руля от направления
и скорости кажущегося ветра

По графику определяется опасное направление ветра по углу перекладки рулевого органа и рассчитывается потребный угол перекладки при трех режимах движения.

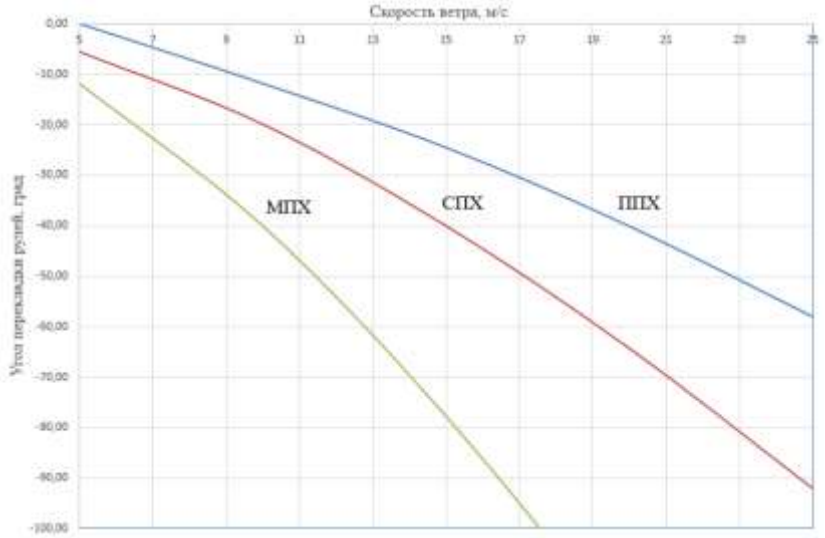


Рис.4. Зависимость угла перекладки руля от направления
и скорости кажущегося ветра опасного направления при трех режимах работы
движителей

Контрольные вопросы к лабораторной работе №1

1. Что такое кажущийся ветер?
2. Как измерить скорость и направление кажущегося ветра на судне?
3. В чем отличие приводящегося к ветру и уваливающегося по ветру судна?
4. Что такое ветровой угол дрейфа?
5. Как определить ветровой дрейф на движущемся судне?
6. Оцените границы потери управляемости судов при ветре?
7. На какие параметры движения судов оказывает влияние ветер?
8. Как оценивается возможность проводки судна через ограниченный по ширине участок пути при ветре?

Лабораторная работа № 2

«Привально-отвальные маневры судна»

Основным критерием безопасности выполнения маневра привала судна к причалу в условиях ветра является предельно допустимое значение скорости истинного ветра в районе расположения причала, при которой возможен безударный привал судна (см. рис.2.1.).

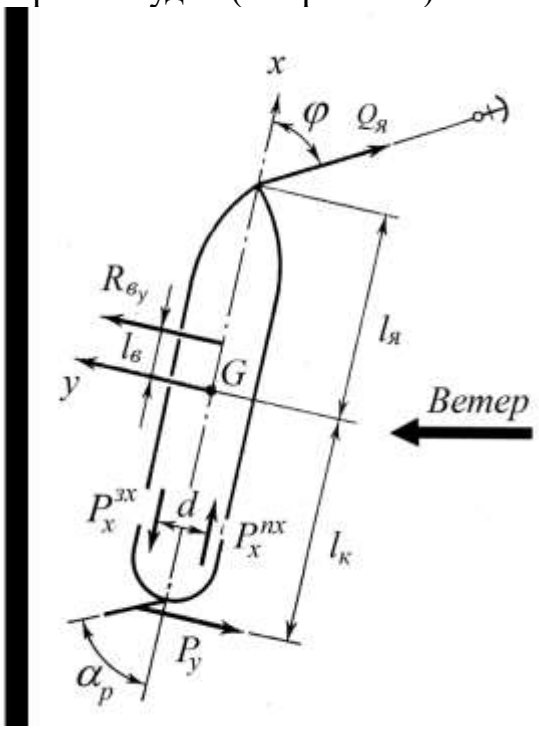


Рис.2.1. Схема сил, действующих на судно при привале в навальный ветер

Она может быть определена по выражению (2.1):

$$U = 1{,}3\sqrt{\frac{P_y + \frac{M_{дв}}{L}}{S_п \rho_в \sin q_v \left(0{,}25 - \bar{l}_в + \frac{q_v}{2\pi}\right)}}, \qquad (2.1)$$

где q_v – угол между направлением ветра и диаметральной плоскостью судна;

P_y – боковая составляющая рулевой силы определяется по выражениям, кН:

на насадках

$$P_{y_н} = P_{шв} \frac{tg\alpha_н}{1{,}00 + 1{,}65\alpha_н^2} \qquad (2.2)$$

на рулях

$$P_{y_р} = 0{,}288\,\mu_р \frac{l_р}{D_в} P_{шв}\alpha_р \qquad (2.3)$$

$M_{дв}$ – момент движителей, работающих «враздрай», кН·м:

$$M_{дв} = \left(P_в^{пх} + P_в^{зх}\right)\frac{d}{2}, \qquad (2.4)$$

где $P_{\text{в}}^{\text{пх}}$, $P_{\text{в}}^{\text{зх}}$ – продольные составляющие рулевой силы для переднего и заднего хода, кН;

d – расстояние между винтами, м;

Расчетные выражения для величин в формулах (2.2), (2.3) приведены в лабораторной работе №1.

Упор винтов на швартовых $P_{\text{шв}}$ определяется по выражению, кН:

$$P_{\text{шв}} = 9{,}74\frac{k_{\text{р}}N_{\text{р}}}{k_{\text{м}}n_0D_{\text{в}}}, \qquad (2.5)$$

где $k_{\text{р}}$, $k_{\text{м}}$ – соответственно коэффициент упора и коэффициент момента в зависимости от шагового отношения $H_{\text{в}}/D_{\text{в}}$ (определяются по рис. Приложения 2);

$N_{\text{р}}$ – мощность, подводимая к винтам, $N_{\text{р}} = 0{,}95N_e$ (N_e – общая мощность СЭУ), кВт;

n_0 – номинальная частота вращения движителей, об/мин.

Коэффициент $k_{\text{р}}$ снимается отдельно для переднего и заднего хода и соответственно этому определяется $P_{\text{шв}}^{\text{пх}}$ и $P_{\text{шв}}^{\text{зх}}$.

Если привал судна выполняется с использованием якоря, то потребная длина якорной цепи при отдаче одного якоря, отданного с внешнего борта, определяют по формуле:

$$l_{\text{ц}} = H_{\text{кл}}\sqrt{\frac{2{,}3Q_{\text{я}}}{H_{\text{кл}}m_{\text{ц}}}+1}, \qquad (2.6)$$

где $H_{\text{кл}}$ – высота якорного клюза на грунтом, м;

$Q_{\text{я}}$ – держащая сила якоря, кН;

$m_{\text{ц}}$ – масса 1 погонного метра якорной цепи, кг.

Вес погонного метра якорной цепи находится по выражению

$$m_{\text{ц}} = 0{,}023d_{\text{ц}}^2, \qquad (2.7)$$

где $d_{\text{ц}}$ – калибр якорной цепи, мм.

Держащая сила якоря $Q_{\text{я}}$ определяется по выражению:

$$Q_{\text{я}} = 9{,}81km_{\text{я}}. \qquad (2.8)$$

Здесь k – коэффициент держащей силы якоря (табл.2.1);

$m_{\text{я}}$ – масса якоря, кг

Таблица 2.1

Значения коэффициентов держащей силы якоря

Тип якоря	Тип грунта		
	илистый	песчаный	каменистый
Адмиралтейский	2,2	3,0	3,0
Холла	2,2	1,5	2,8
Матросова	12,0	8,0	-

Расстояние от места отдачи якоря до причала, обеспечивающее безопасный привал судна, может быть определено по формуле:

$$l_{\text{пр}} = \frac{0{,}435\left(l_{\text{ц}}^2 - H_{\text{к}}^2\right)}{H_{\text{к}}} Arcth\left(1 + \frac{2{,}3H_{\text{к}}^2}{l_{\text{ц}}^2 - H_{\text{к}}^2}\right). \quad (2.9)$$

При этом следует иметь в виду, что моменты сил, действующих на судно при отвале, берутся не относительно ЦМ судна, а относительно точки O контакта судна с причалом (см. рис. 2.2) $\bar{l}_0 = l_0 / L$.

Тогда предельную скорость ветра U при которой возможен отвал судна от причала в навальный ветер (см.рис.2.2) можно определить по формуле, м/с:

$$U = 1{,}3\sqrt{\frac{\sum M_{\text{с}}}{S_{\text{п}}\rho_{\text{в}} L \sin q_v\left(0{,}75 + \bar{l}_{\text{п}} - \bar{l}_0 - \frac{q_v}{2\pi}\right)}}. \quad (2.10)$$

Отвал судна от причала в навальный ветер может быть обеспечен, если будет соблюдаться следующие условие:

$$\sum M_{\text{с}} \geq M_{\text{в}}, \quad (2.11)$$

где $\sum M_{\text{с}}$ – суммарный вращающий момент от применения различных судовых технических средств, действующих на судне при отвале;

$M_{\text{в}}$ – момент от воздействия силы ветра.

Момент от воздействия силы ветра определяется по выражению:

$$M_{\text{в}} = \frac{1{,}2S_{\text{п}}\rho_{\text{в}}}{2U^2 L \sin q_v\left(0{,}75 + \bar{l}_{\text{п}} - \bar{l}_0 - \frac{q_v}{2\pi}\right)}, \quad (2.12)$$

Моменты судовых сил, действующих при отвале, определяются следующим образом.

Момент от перекладки органа управления:

$$M_{\text{р}} = P_y l_0, \quad (2.13)$$

где l_0 – отстояние органа управления от точки O, обычно $l_0 = (0{,}05 \div 0{,}1)L$.

Момент от натяжения якорной цепи при работе брашпиля:

$$M_{\text{я}} = \left(0{,}7Q_{\text{б}} - 9{,}81H_{\text{к}}m_{\text{ц}}\right)l_{\text{я}} \sin\varphi, \quad (2.14)$$

где $Q_{\text{б}}$ – усилие, развиваемое носовым брашпилем, кН причем

$$l_{\text{я}} = L - l_0, \quad (2.15)$$

или по приближенной формуле

$$M_{\text{я}} = Q_{\text{я}} l_{\text{я}}. \quad (2.16)$$

Момент от работы подруливающего устройства:

$$M_{\text{пу}} = P_{\text{н}} l_{\text{пу}}, \quad (2.17)$$

где $P_{\text{н}}$ – упор подруливающего устройства, кН;

$l_{\text{пу}}$ – плечо упора подруливающего устройства, причем

$$l_{\text{пу}} \approx L - l_0. \quad (2.18)$$

Момент от силы тяги вспомогательного буксировщика:

$$M_{\text{б}} = F_{\text{г}}\left(L - l_0\right)\sin\varphi_{\text{б}}, \quad (2.19)$$

где $F_{\text{г}}$ – сила тяги на гаке вспомогательного буксировщика, кН.

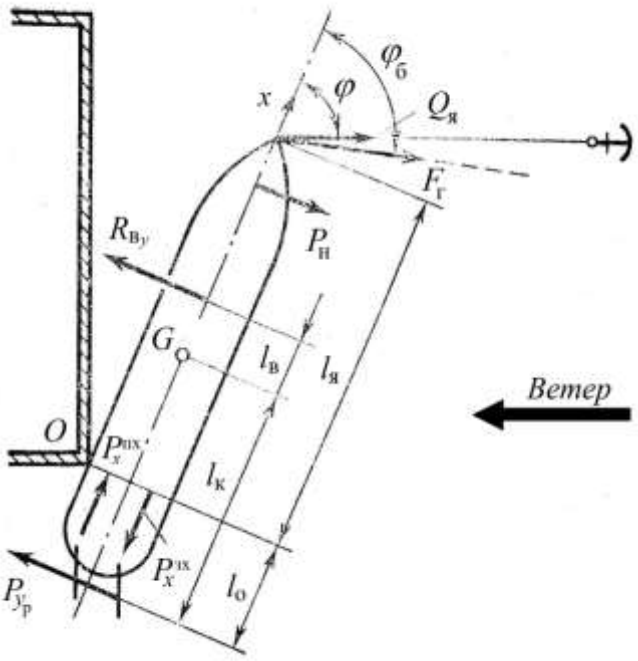


Рис.2.1. Схема сил, действующих на судно при отвале в навальный ветер

Расчеты произвести при направлениях ветра $q_v = 30^0, 60^0, 90^0, 120^0, 150^0$ и трех режимах работы движителей $n_0 =$(МХ; СрХ; ПХ).

Результаты оформить в виде графика (см. рис.2.3) зависимости скорости ветра от его направления и режима работы движителей $U = f(q_v; n_0)$.

Определить потребную длину вытравленной якорной цепи и расстояние от причала до места отдачи якоря при выполнении маневра привала в условиях сильного навального ветра.

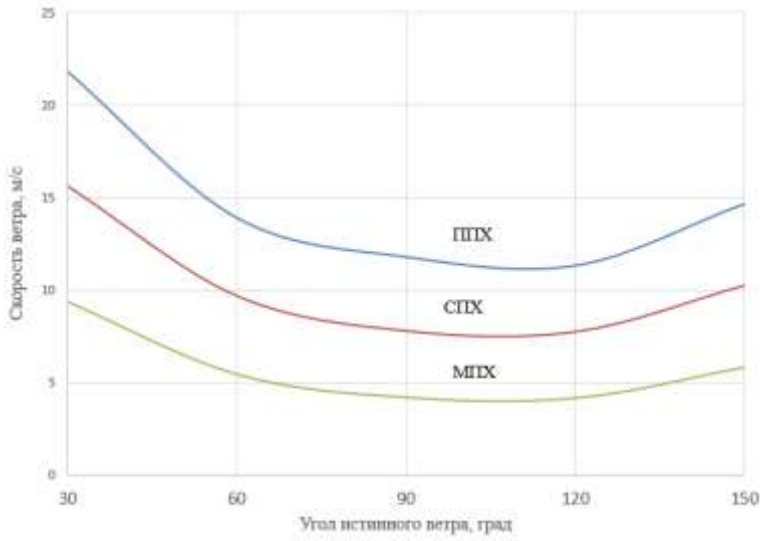


Рис. 2.3. Предельная скорость ветра при которой возможен отвал судна от причала

Контрольные вопросы к лабораторной работе №2

1. Оцените влияние скорости ветра на безопасность подхода к причалу.

2. Нарисуйте схему перекладки рулей (насадок) при подходе к причалу без ветра.

3. Нарисуйте схему перекладки рулей (насадок) при подходе к причалу в навальный ветер.

4. Нарисуйте схему перекладки рулей (насадок) при подходе к причалу в отвальный ветер.

5. Покажите на схеме положение раздельно перекладывающихся насадок при маневре подхода к причалу при навальном ветре.

6. Покажите на схеме положение раздельно перекладывающихся насадок при маневре подхода к причалу при отвальном ветре.

7. Может ли судно обеспечить движение лагом в условиях ветра?

Лабораторная работа №3

«Расчет параметров движения судна на повороте реки»

Основными критериями безопасной проводки судна на повороте являются: скорость движения, ширина занимаемой ходовой полосы, допустимый угол дрейфа и необходимый угол перекладки рулевого органа.

Угол дрейфа на повороте определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{-A_2 + \sqrt{A_2^2 + 4A_1A_3\overline{\omega}}}{2A_1}, \qquad (3.1)$$

где $A_1 = c_{23}\bar{l}_к$; (3.2)

$A_2 = c_{21}\bar{l}_к + c_{31} + c_{24}\overline{\omega}\bar{l}_к$; (3.3)

$A_3 = m_1\bar{l}_к\left(1 + {}^{2v_т}\!/\!_{v}\right) - c_{32} - c_{22}\bar{l}_к$; (3.4)

v – скорость судна, м/с;

$v_т$ – скорость течения, м/с (Знак «+» перед $v_т$ соответствует движению судна по течению, рассматривая движение против течения, следует изменить знак на обратный);

m_1 – безразмерная масса судна, определяемая по выражению:

$$m_1 = \frac{2V}{S_0L} \qquad (3.5)$$

V – объемное водоизмещение судна, $м^3$;

$\bar{l}_к$ – относительное отстояние ДРК от центра тяжести судна.

$\bar{l}_к = 0{,}47$ – для одиночных судов;

$\bar{l}_к = 0{,}52 \div 0{,}55$ – для толкаемых составов.

$c_{21}, c_{22}, c_{23}, c_{24}, c_{31}, c_{32}$ – гидродинамические коэффициенты корпуса судна определяемые по следующим формулам:

для речных пассажирских судов:

$$c_{21} = 3{,}14\left(\frac{T}{L}\right)\left(\frac{0{,}63}{\overline{\varphi}}\right)^{5/2}\left(\frac{L}{6B}\right)^{1/3} - 0{,}032\,; \tag{3.6}$$

$$c_{22} = -2k_1\delta\left(\frac{B}{L}\right); \tag{3.7}$$

$$c_{23} = 1{,}35\left(\frac{T}{B}\right)^{1/2}\left(\frac{0{,}63}{\overline{\varphi}}\right)^{3/2} - 0{,}029\,; \tag{3.8}$$

$$c_{24} = 0\,; \tag{3.9}$$

$$c_{31} = 1{,}67\left(\frac{T}{L}\right) - 0{,}56\overline{\varphi} + 0{,}43\,; \tag{3.10}$$

$$c_{32} = -\left[0{,}44\left(\frac{T}{L}\right) + 0{,}0375\right], \tag{3.11}$$

где $\overline{\varphi}$ – коэффициент продольной остроты судна, $\overline{\varphi} = \delta/\beta$;

δ – коэффициент полноты водоизмещения;

β – коэффициент полноты мидель-шпангоута;

k_1 – коэффициент присоединенных масс, определяемый по формуле:

$$k_1 = \frac{2T}{L}\left[0{,}18 + 2{,}88\left(\frac{B}{L}\right)^2\right](0{,}624 + 0{,}72\delta). \tag{3.12}$$

для грузовых судов и судов смешанного «река-море» плавания:

$$c_{21} = 3{,}14\left(\frac{T}{L}\right); \tag{3.13}$$

$$c_{22} = 0{,}020 + 0{,}37\,(1-\overline{\sigma}_{\text{к}}) - 12\,(1-\overline{\sigma}_{\text{к}})^2\,; \tag{3.14}$$

$$c_{23} = 0{,}020\left(\frac{B}{T}\right)^2 - 0{,}24\left(\frac{B}{T}\right) + 13{,}0\left(\frac{T}{L}\right) + 0{,}024\left(\frac{L}{T}\right); \tag{3.15}$$

$$c_{24} = 0{,}12 + 1{,}2\,(1-\overline{\sigma}_{\text{к}})\,; \tag{3.16}$$

$$c_{31} = \left[5{,}8\left(\frac{T}{L}\right) + 0{,}084\right](1{,}25 - \overline{\sigma}_{\text{к}}); \tag{3.17}$$

$$c_{32} = -\left[15{,}0\left(\frac{B}{T}\right) - 37{,}5\right]^{-1}, \tag{3.18}$$

где $\overline{\sigma}_{\text{к}}$ – коэффициент полноты кормовой части диаметрального батокса.

Потребный угол перекладки рулевого органа для обеспечения движения судна на повороте реки находится по выражению:

$$\alpha_{\text{р(н)}} = A_5\alpha + A_6\overline{\omega}\,. \tag{3.19}$$

для судов, оборудованных рулями:

$$A_5 = -\left(\frac{c_{31}}{\overline{k}_{\text{р}}\overline{l}_{\text{к}}} - \frac{1}{r_v}\right); \tag{3.20}$$

$$A_6 = \left(\frac{\overline{l}_{\text{к}}}{r_v} - \frac{c_{32}}{\overline{k}_{\text{р}}\overline{l}_{\text{к}}}\right). \tag{3.21}$$

для судов, оборудованных поворотными насадками

$$A_5 = -\left(\frac{c_{31}}{\overline{k}_{\text{н}}\overline{l}_{\text{к}}} - \chi_{\text{н}}\right), \tag{3.22}$$

$$A_6 = \left(\chi_н \bar{l}_к - \frac{c_{32}}{\bar{k}_н \bar{l}_к} \right). \qquad (3.23)$$

Расчетные выражения для r_v, $\bar{k}_р$, $\chi_н$, $\bar{k}_н$ приведены в лабораторной работе №1.

Значение расчетной величины безразмерной угловой скорости в формулах (3.1), (3.3) и (3.19) находится как

$$\bar{\omega} = 0{,}95L / R, \qquad (3.24)$$

где R – радиус поворота, м.

Параметры движения судна по корме следующие:

$$tg\alpha_к = tg\alpha + \frac{l_к}{R\cos\alpha}; \qquad (3.25)$$

$$R_к = R\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha_к}. \qquad (3.26)$$

Отстояние точки поворота от кормы

$$x_{п.п.} = R_к \sin\alpha_к. \qquad (3.27)$$

Ширина ходовой полосы при прохождении судном поворота определяется таким образом:

при $x_{п.п.} > L$

$$b = R_к\left(1 - \frac{\cos\alpha_к}{\cos\alpha_ф}\right) + \frac{B}{2}; \qquad (3.28)$$

при $x_{п.п.} < L$

$$b = R_к(1 - \cos\alpha_к) + \frac{B}{2}. \qquad (3.29)$$

Здесь $\alpha_ф$ – угол дрейфа по форштевню судна, причем

$$\alpha_ф = arctg\left[tg\alpha_к - \frac{L}{R_к \cos\alpha_к} \right] \qquad (3.30)$$

Расчеты произвести при R = 500, 1000, 1500 м; $v = v_0$; $v = 0{,}75v_0$; $v = 0{,}5v_0$.

По результатам расчетов построить зависимости $\alpha = f(R_{сх})$; $b = f(\alpha)$; $\alpha_{р(н)} = f(\alpha)$.

Проанализировать полученные результаты.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №3

1. Как влияет скорость движения на угол дрейфа при прохождении криволинейного участка?
2. Влияет ли скорость движения судна на повороте на ширину ходовой полосы, занимаемой судном?
3. Какое влияние на параметры движения судна на повороте оказывает течение?
4. Как оценить совместное влияние ветра и течения на параметры движения судна при прохождении криволинейного участка?
5. Как влияет длина судна на ширину ходовой полосы, занимаемой судном на повороте?

Лабораторная работы №4

«Определение безопасных параметров движения судов
в каналах»

Для обеспечения безопасности судоходства практический интерес представляют следующие задачи:

1. Определение безопасной скорости одиночного судна, км/ч

$$v_{без} = a(1-n_к)\cdot(1-\frac{T}{H_к})^{0,25}, \qquad (4.1)$$

где $a = 24$ – для судов в балласте;

$a = 17$ – для судов в грузу;

T – осадка судна, м;

$H_к$ – глубина в канале, м;

$n_к = \frac{\Omega_\chi}{\Omega_к}$ – коэффициент стеснения живого сечения канала корпусом судна;

Ω_χ – площадь погруженной части мидель-шпангоута судна, $м^2$

$$\Omega_\chi = \beta BT;$$

$\Omega_к$ – площадь живого сечения канала, $м^2$

$$\Omega_к = \frac{B_п + B_д}{2} H_к;$$

$B_п$ – ширина канала по поверхности воды, м;

$B_д$ – ширина канала по дну, м.

Расчеты провести при $\frac{T}{H_к}$ = 0,5; 0,6; 0,7; 0,8.

Построить зависимость $v_{без} = f\left(\frac{T}{H_к}; n_к\right)$.

2. Определение безопасной скорости
и безопасного траверзного расстояния при расхождении судов

В этом случае при определении безопасной скорости коэффициент стеснения следует рассчитывать по формуле:

$$n_к = \frac{\Omega_{\chi_1} + \Omega_{\chi_2}}{\Omega_0}, \qquad (4.2)$$

где Ω_{χ_2} – площадь погруженной части мидель-шпангоута встречного судна, $м^2$

.

Величина безопасного траверзного расстояния при этом определяется по выражению, м:

$$\Delta b = \frac{A\Omega_{\chi_1} + (\Omega_{\chi_1} + \Omega_{\chi_2}) \cdot (A - v_{\text{без}}^{\text{р}})}{2H_K \cdot (A - v_{\text{без}}^{\text{р}})} - \frac{B_1 + B_2}{2}. \qquad (4.3)$$

Здесь $A = a\left(1 - \frac{T}{H_{\text{к}}}\right)^{0,25}$.

Расчеты провести при $\frac{T}{H_{\text{к}}}$=0,5; 0,6; 0,7; 0,8. В качестве встречного судна принять судно, аналогичное заданному. По результатам расчета построить зависимость $\Delta b = f\left(\frac{T}{H_{\text{к}}}; v_{\text{без}}^{\text{р}}\right)$.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №4

1. Как изменяется безопасная скорость одиночного судна в канале в зависимости от осадки в грузу и балласте?
2. Какие параметры канала влияют на безопасную скорость одиночного судна?
3. Как определить запас глубины под днищем одиночного самоходного судна?
4. Как влияет запас глубины под днищем одиночного самоходного судна на безопасную скорость в канале?
5. Как влияет запас глубины под днищем при расхождении судов в канале?
6. Дайте определение понятию «безопасное траверзное расстояние между судами при расхождении».
7. Как влияет запас глубины под днищем на безопасное траверзное расстояние при расхождении судов в канале?

Лабораторная работа № 5

«Определение безопасности скорости судов при заходе в камеру шлюза»

Как показывает практика шлюзования, в настоящее время основной резерв в ускорении шлюзования состоит в уменьшении времени на маневровые операции судов (заход в шлюз, выход из шлюза, движение и маневрирование в подходном канале), которое зависит от многих факторов (внешних условий, типа судна, опыта судоводителя и т.п.). Однако основным фактором ускорения и обеспечения безопасности маневра при прочих равных условиях является правильный выбор скорости судна (состава). Особенно актуальным данный вопрос становится при минимальных запасах воды в подходном канале и на пороге шлюза.

Величину скорости захода в камеру шлюза, при которой динамический запас воды под днищем судна составляет не менее 0,1 м, что обеспечивает безопасные условия движения, можно определять по формуле, м/с:

$$v_{\text{без}}^{\text{зах}} = (0,97 n_{\text{к}}^{\ 2} - 1,62 n_{\text{к}} + 0,74) \cdot \sqrt{g H_{\text{п}}}, \qquad (5.1)$$

где $n_{\text{к}} = \frac{\Omega_{\chi}}{\Omega_{\text{кам}}}$ – коэффициент стесненности;

Ω_{χ} – площадь погруженной части мидель-шпангоута судна, м^2

$\Omega_{кам}$ – площадь поперечного сечения камеры шлюза, $м^2$;

$$\Omega_{кам} = B_{кам} H_{п}. \qquad (5.2)$$

Здесь $B_{кам}$ – ширина камеры шлюза, м.

$H_{п}$ – глубина на пороге шлюза, м.

Зависимость (5.1) справедлива при $\frac{T}{H_{п}} \le 0{,}97$ и скоростях захода $v_{зах} \ge 0{,}4$ м/с.

Содержание задания

1. Определить величину безопасной скорости захода заданного в задании проекта судна в камеру Волжских шлюзов при условиях $\frac{T}{H}$=0,7; 0,8; 0,9; 0,95.

2. Построить график зависимости безопасной скорости захода судна от глубины воды на пороге шлюза.

3. Определить величину необходимой безопасной глубины на пороге шлюза при скорости захода $v_{зах} = 1{,}5$ м/с и $B_{кам}$ = 30 м.

4. Проанализировать полученные результаты.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №5

1. Какой минимальный запас глубины на пороге шлюза установлен «Правилами пропуска судов и составов через шлюзы ВВП РФ» для бетонных шлюзов?

2. Что может произойти с судном, если безопасная скорость будет превышена при прохождении порога камеры шлюза?

3. Как судоводитель должен заходить в камеру шлюза?

4. Что должен выполнить судоводитель перед заходом в камеру шлюза?

5. Как называется часть камеры шлюза где разрешается швартовка судов при шлюзовании?

Лабораторная работа № 6

«Определение элементов уклонения судов (составов) в зоне гидроузла»

Обеспечение безопасных условий маневрирования судов (составов) в зоне гидроузла определяется знанием судоводителями элементов того или иного маневра в сложившихся условиях. Одним из наиболее часто употребляемых маневров при выходе судна из камеры шлюза для расхождения со встречными или ожидающими шлюзование у причальной стенки судами является уклонение.

Под уклонением судна с прямого курса понимается маневр, который включает в себя две знакопеременные эволюции (рис. 6.1).

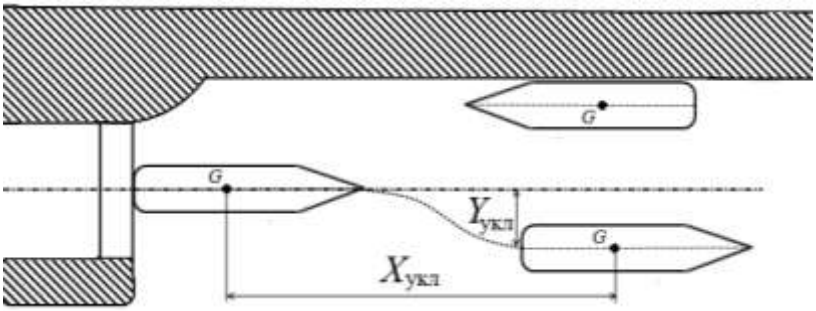


Рис.6.1. Схема маневра уклонения

Величина необходимого смещения судна во время маневра назначается судоводителем из условий обеспечения безопасного заданного траверзного расстояния со встречным судном. Данный маневр осуществляется с помощью соответствующих перекладок органа управления (рис.6.2). В начальный момент перекладка делается в сторону уклонения $\alpha_{р_1}$, затем на противоположный борт $\alpha_{р_2}$. Судно при этом гасит инерцию вращения и выходит на курс, параллельный первоначальному, и рулевой орган отводится в нулевое положение. Смещение судна в результате маневра в сторону, перпендикулярную линии его первоначального курса, называется боковым смещением $Y_{укл}$. Смещение вдоль линии первоначального курса, на которое смещается судно во время маневра, называется продольным смещением $X_{укл}$. Время, необходимое судну для совершения уклонения с момента начала перекладки рулевого органа до выхода на курс, параллельный первоначальному, называется временем уклонения τ.

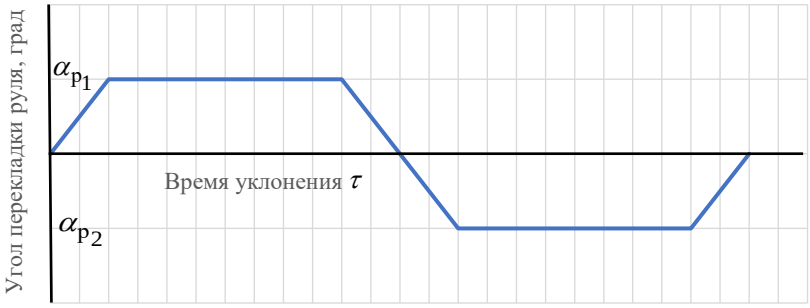


Рис. 6.2. Схема перекладки рулевого органа в процессе маневра уклонения

Величина продольного смещения судна в процессе выполнения маневра можно определить по формуле:

$$X_{укл} = \overline{X}_{укл} L, \qquad (6.1)$$

где L – длина судна (состава), м;

$\overline{X}_{укл}$ – безразмерная величина уклонения, определяемая по выражениям:

для одиночных судов:

$$\overline{X}_{\text{укл}} = \frac{(v-1)^{0,195}}{v+1} - 0{,}117 + 1{,}518\,m'\left(\frac{T}{H_{\text{пк}}} + 3{,}05m'\right) + \\ + 0{,}03\overline{Y}_{\text{укл}}\left(11 - \overline{Y}_{\text{укл}}\right); \tag{6.2}$$

для толкаемых составов:

$$\overline{X}_{\text{укл}} = \frac{(v-1)^{0,195}}{v+1} - 0{,}0825 + 1{,}518\,m'\left(\frac{T}{H_{\text{пк}}} + 3{,}05m'\right) + \\ + 0{,}03 \cdot \overline{Y}_{\text{укл}} \cdot \left(12{,}9 - \overline{Y}_{\text{укл}}\right), \tag{6.3}$$

где $\overline{Y}_{\text{укл}} = \frac{Y_{\text{укл}}}{B}$;

$m' = 2\delta\frac{B}{L}$;

δ – коэффициент полноты водоизмещения судна (состава);

$H_{\text{пк}}$ – глубина подходного канала, м.

Содержание задания

1. Определить величину продольного смещения судна при уклонении на величину $Y_{\text{укл}}$.=10, 15, 20, 25 м при скоростях движения v=1,5; 2,0; 2,5 м/с и отношениях $\frac{T}{H_{\text{пк}}}$ = 0,4; 0,6; 0,8.

2. Построить графики зависимости величины продольного смещения судна (состава) от величины необходимого бокового смещения.

3. Проанализировать полученные результаты.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №6

1. Какова цель данной работы?
2. Как вы понимает, что такое продольное и боковое смещение судна?
3. Как влияет длина корпуса судна или состава на определение величины продольного и бокового смещения?
4. Что может произойти с судном или составом при выполнении маневра уклонения при выходе из шлюза, если из камеры выйдет недостаточная длина судна или состава?

Лабораторная работа № 7

«Расчет действительной скорости движения судна
в канале и на мелководье»

Расчет скорости движения судна в канале выполняется в следующей последовательности:

1.1. Определяется коэффициент стеснения живого сечения канала корпусом судна $n_{\text{к}}$ по формуле:

$$n_{\text{к}} = \frac{\Omega_{\chi}}{\Omega_{\text{к}}}, \tag{7.1}$$

где Ω_{χ} – площадь погруженной части мидель-шпангоута судна, м^2

$\Omega_{\text{к}}$ – площадь живого сечения канала, м^2.

1.2. Определяется вспомогательный коэффициент F по выражению:

$$F = 5\left[\left(\frac{T}{H}\right)\frac{v_{\text{зад}}}{\sqrt{gH}}\left(\frac{1}{1-n_{\text{к}}}\right)\right]^2, \tag{7.2}$$

где T – осадка судна, м;

H – глубина канала, м;

g – ускорение свободного падения, м/с^2;

$v_{зад}$ – скорости движения судна при заданном режиме работы движителей на глубокой воде, м/с.

Выражение (7.2) можно использовать для расчета скорости движения судна по мелководному участку пути, принимая $n_к = 0$.

1.3. Определяется величина падения скорости движения в канале $\bar{v}$ по формуле:

$$\bar{v} = \sqrt{\sqrt{\left(\frac{1}{2F}\right)^2 + \frac{1}{F}} - \frac{1}{2F}}. \qquad (7.3)$$

1.4. Определяется скорость движения в канале при заданном режиме работы движителя, м/с:

$$v_{кан} = v_{зад}\bar{v}. \qquad (7.4)$$

Расчеты производятся для полного, среднего и малого ходов. По результатам расчета строится график зависимости $v_{кан} = f(n_в)$ для конкретного канала и загрузки судна. Габариты канала задаются преподавателем.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №7

1. Почему происходит падение скорости движения в канале и на мелководье?
2. К чему приводит не соблюдение безопасной скорости судна на мелководных участках водных путей?
3. Что такое скоростная просадка, которая возникает при движении в канале и по мелководью?
4. Какие внешние факторы показывают, что судно приближается к мелководью?

Лабораторная работа №8

«Определение параметров экстренного торможения судна на глубокой воде»

Процесс экстренного торможения состоит из 2-х периодов:

первый – от подачи команды до начала работы движителей на задний ход;

второй – от начала работы движителей на задний ход до полной остановки судна.

Путь, проходимый судном за первый период торможения можно определить по выражению:

$$S_1 = \frac{\ln(1 + Cv_0t_1)}{C}, \qquad (8.1)$$

где

$$C = \frac{R_0 - P_в^{зх}}{(m + \lambda_{11})v_0^2}, \qquad (8.2)$$

R_0 – сопротивление движению корпуса судна при скорости v_0, кН;

m – масса судна, т

$$m = \rho LBT\delta, \qquad (8.3)$$

λ_{11} – присоединенная масса судна при прямолинейном движении;

v_0 – скорость судна перед началом маневра, м/с.

Упор винтов $P_{\text{в}}^{\text{зх}}$ определяется по выражению, кН:

$$P_{\text{в}}^{\text{зх}} = 9{,}74\frac{k_{\text{р}}N_{\text{р}}}{k_{\text{м}}n_0D_{\text{в}}}, \tag{8.4}$$

где $k_{\text{р}}$, $k_{\text{м}}$ – соответственно коэффициент упора и коэффициент момента в зависимости от шагового отношения $H_{\text{в}}/D_{\text{в}}$ (определяются по рис. Приложения 2);

$N_{\text{р}}$ – мощность, подводимая к винтам, $N_{\text{р}} = 0{,}95N_e$ (N_e – общая мощность СЭУ), кВт;

n_0 – номинальная частота вращения движителей, об/мин.

В расчетах можно принять:

$\lambda_{11} = 0{,}05m$ – для судов в грузу;

$\lambda_{11} = 0{,}03m$ – для судов в балласте.

$t_1 = 20$ с.

Скорость судна в конце первого периода торможения v_1 можно определить по формуле

$$v_1 = \frac{v_0}{1 + Cv_0t_1}. \tag{8.5}$$

Путь, проходимый судном во втором периоде торможения,

$$S_2 = \frac{v_1\ln\left(1+a^2\right)}{2ab}, \tag{8.6}$$

где

$$a = \frac{v_1}{v_0}\sqrt{\frac{R_0}{P_{\text{в}}^{\text{зх}}}}; \tag{8.7}$$

$$b = \frac{\sqrt{\left|R_0P_{\text{в}}^{\text{зх}}\right|}}{(m+\lambda_{11})v_0},\ 1/\text{с}; \tag{8.8}$$

Общий путь торможения $S_{\text{т}} = S_1 + S_2$.

Время торможения определяется по выражению:

$$t_{\text{т}} = \frac{S_{\text{т}}}{0{,}525v_0}. \tag{8.9}$$

Поскольку на величину параметров торможения оказывает влияние начальная скорость судна перед маневром, то ее можно учитывать введением поправок:

$$S_{\text{т}_v} = k_{\text{т}_s}S_{\text{т}}; \tag{8.10}$$

$$t_{\text{т}_v} = k_{\text{т}_{\text{т}}}t_{\text{т}}, \tag{8.11}$$

где

$$k_{\text{т}_s} = \left(\frac{v}{v_0}\right)^{1{,}7}; \tag{8.12}$$

$$k_{\text{т}_{\text{т}}} = \left(\frac{v}{v_0}\right)^{0{,}7}. \tag{8.13}$$

Для морских судов Российским Регистром установлен норматив:

$$S_{\text{т}} \le 6L, \tag{8.14}$$

для судов внутреннего плавания:

$$S_{\text{т}} \le 30{,}7\sqrt[3]{LBT\delta} + 1{,}28L\,. \qquad (8.15)$$

Результаты расчетов представить в виде таблицы или графической форме $S_{\text{т}} = f(v)$, $S_{\text{т}} = f(t)$ для полного, среднего и малого хода.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №8

1. Когда в практике судовождения применяется «экстренное торможение»?
2. Как производится экстренное торможение?
3. От каких параметров судна зависит путь и время торможения?

Лабораторная работа № 9

«Расчет инерционных характеристик судна в канале»

Расчет пути и времени разгона, выбега и активного торможения выполняется в следующей последовательности.

1. Определяются вспомогательные величины k_1, и $P_{\text{шв}} = P_{\text{зх}}$. Их расчетные выражения приведены в лаб. работах №2 и 3, а так же коэффициенты

$$A = \frac{c_{10}}{2B\delta(1+k_1)\cdot\bar{v}^2}\,;$$
$$B = \frac{P_{\text{зх}}}{m(1+k_1)}, \qquad (9.1)$$

где k_1 – коэффициент присоединенных масс;

$P_{\text{зх}}$ – упор движителей при работе на задний ход, кН;

B – ширина судна, м;

δ – коэффициент полноты водоизмещения судна;

m – масса судна, т;

$\bar{v}$ – величина падения скорости движения в канале (см. л. р.№7);

c_{10} – коэффициент сопротивления жидкости движению корпуса судна на прямом курсе, определяемый по выражению:

$$c_{10} = \frac{2\cdot R_\infty}{\rho L T v_\infty^2}, \qquad (9.2)$$

где R_∞ – сопротивление воды движению корпуса судна, на глубокой воде при скорости v_∞, кН;

2. Определяются параметры разгона судна по выражениям:

$$S_{\text{р}} = \frac{1{,}165}{A}\,;$$
$$t_{\text{р}} = \frac{1{,}470}{Av_{\text{кан}}}, \qquad (9.3)$$

где $S_{\text{р}}$, $t_{\text{р}}$ – путь и время разгона судна в канале до установившейся скорости при соответствующем режиме работы движителей, м/с;

$v_{\text{кан}}$ – скорость движения судна в канале (см. л/р №7), м/с.

Текущие значения скорости и пути можно определить по формулам:

$$v_{\text{р}} = v_{\text{кан}} \cdot \frac{e^{2Av_{\text{кан}}t_{\text{р}}} - 1}{1 + e^{2Av_{\text{кан}}t_{\text{р}}}};$$

$$S_{\text{р}} = \frac{1}{2A}\left[\ln \frac{\left(1 + e^{2Av_{\text{кан}}t_{\text{р}}}\right)^2}{e^{2Av_{\text{кан}}t_{\text{р}}}} - 1{,}386\right]. \qquad (9.4)$$

Здесь e – основание натурального логарифма.

3. Определяется путь и время выбега:

$$S_{\text{в}} = \frac{2{,}3}{A};$$

$$t_{\text{в}} = \frac{9{,}0}{Av_{\infty}}. \qquad (9.5)$$

Текущие значения скорости и пути при выбеге можно определить по формулам:

$$v_{\text{в}} = \frac{v_{\text{кан}}}{1 + Av_{\text{кан}}t};$$

$$S_{\text{в}} = \frac{1}{A}\ln\left|1 + Av_{\text{кан}}t\right|. \qquad (9.6)$$

Здесь t – текущее (заданное) время, с.

4. Определяются путь и время активного торможения:

$$S_{\text{т}} = S_{\text{п}} + S_{\text{а}};$$

$$t_{\text{т}} = t_{\text{п}} + t_{\text{а}}. \qquad (9.7)$$

где $t_{\text{п}}$ – продолжительность первого периода торможения (время, необходимое для реверса движителей), с;

$S_{\text{п}}$ – путь проходимый судном за время $t_{\text{п}}$, определяемый по формуле (9.6).

Время активного торможения $t_{\text{а}}$ и путь проходимый судном за это время $S_{\text{а}}$ определяется по выражениям:

$$t_{\text{а}} = \frac{1}{\sqrt{AB}}\,arctg\frac{v_{\text{п}}}{\sqrt{B/A}};$$

$$S_a = \frac{1}{2A}\ln\left|1 + \left(\frac{v_{\text{п}}}{\sqrt{B/A}}\right)^2\right|, \qquad (9.8)$$

где $v_{\text{п}}$ – скорость движения в начале второго периода торможения, определяемая по формуле (9.6).

Текущие значения скорости и пути, проходимом судном во второй период торможения можно определить по выражениям:

$$v = \sqrt{\frac{B}{A}}tg\left(arctg\frac{v_{\text{п}}}{\sqrt{B/A}} - \sqrt{AB}\,t\right); \qquad (9.9)$$

$$S_{\text{а}} = \frac{1}{A}\ln\frac{\cos\left(arctg\frac{v_{\text{п}}}{\sqrt{B/A}} - \sqrt{AB}\,t\right)}{\cos\left(arctg\frac{v_{\text{п}}}{\sqrt{B/A}}\right)}. \qquad (9.10)$$

Результаты расчетов представляются в виде таблиц или в графической форме $S_{\text{р}} = f(t)$; $S_{\text{в}} = f(t)$; $S_{\text{т}} = f(t)$ для заданных условий и режима работы движителей. Текущие значения скорости и пути рассчитываются с интервалом времени 30 сек.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №9

1. Какие инерционные характеристики судов вы знаете.
2. Что такое «выбег»?
3. В чем разница между активным и пассивным торможением?
4. Почему в канале для предотвращения столкновения судов применимо только экстренное торможение?

Лабораторная работа №10

«Определение просадки и безопасной скорости движения судов и составов на мелководье»

Целью лабораторной работы является закрепление и углубление теоретических знаний по обеспечению безопасности движения судов и составов на мелководных участках внутренних водных путей.

Для обеспечения безопасности плавания практический интерес представляет определение безопасной скорости движения судна (состава) при прохождении мелководных участков, которая влияет на величину просадки судна, а также определение величины падения скорости судна на мелководье.

Скорость движения судна на мелководье относительно берега (с учетом течения) определяется по выражению:

$$v_{\text{м}} = v_0\left(1 - 0{,}7\left(\frac{T}{H}\right)^2\right). \qquad (10.1)$$

Величину просадки речных судов и толкаемых составов по корме можно определить по формуле:

$$\Delta T_{\text{к}} = \frac{av^2}{2g}, \qquad (10.2)$$

где a – числовой коэффициент:

для речных самоходных судов при водоизмещении менее 2000 т

$$a = 0{,}1 + 0{,}4\frac{T}{H}; \qquad (10.3)$$

для грузовых судов и составов водоизмещением более 2000 т

$$a = 0{,}004\left(16{,}5 - \frac{L}{B}\right)\sqrt{\frac{T}{H}}. \qquad (10.4)$$

Для судов средних размеров $L = 80 \div 115$ м, эксплуатируемых в бассейнах сибирских рек:

для грузовых теплоходов

$$\Delta T_{к} = \left(0{,}04 + 0{,}35\frac{T}{H}\right)\frac{v_{=}^2}{2g}; \qquad (10.5)$$

для пассажирских судов

$$\Delta T_{к} = aT_{к}\left(\frac{v_{м}}{\sqrt{gT}}\right)^b. \qquad (10.6)$$

Здесь a и b числовые коэффициенты, определяемые по выражениям:

$$a = 0{,}265 - 3{,}6\frac{T}{H} + 11{,}3\left(\frac{T}{H}\right)^2 - 8{,}5\left(\frac{T}{H}\right)^3; \qquad (10.7)$$

$$b = 0{,}525 - 18{,}6\frac{T}{H} + 19{,}3\left(\frac{T}{H}\right)^2 - 0{,}8\left(\frac{T}{H}\right)^3. \qquad (10.8)$$

Данные расчетные зависимости справедливы для $0{,}4 \le \frac{T}{H} \le 0{,}9$.

Для крупнотоннажных речных и «река-море» плавания судов уточненная зависимость, учитывающая форму судовых обводов, имеет вид:

$$\Delta T_{ср} = \overline{\sigma} B Fr^2 \sqrt{\frac{T}{H}}, \qquad (10.9)$$

где $\overline{\sigma}$ – отношение коэффициента полноты носовой и кормовой половин диаметрального батокса корпуса судна;

$Fr = \frac{v}{\sqrt{gL}}$ – число Фруда.

Значение коэффициента полноты кормовой части диаметрального батокса для толкаемого состава определяется по формуле:

$$\overline{\sigma}_{к} = 1 - \frac{2L_{т}\left(T_{б} - 0{,}88T_{т}\right)}{L_{б}T_{б}}, \qquad (10.10)$$

где $L_{т}$, $T_{т}$ – длина и осадка толкача, м;

$L_{б}$, $T_{б}$ – длина и осадка барж, м.

С достаточной точностью величину безопасной скорости движения $v_{без}$ при условии некасания дна водоема днищем корпуса судна можно определить по выражению, м/с:

$$v_{без} = \frac{A_2 v_1 - A_1\left(6{,}4L|c| + 6{,}7H|c|\right)}{A_3}, \qquad (10.11)$$

где

$$A_1 = \chi\left(1 + \frac{L}{10Bk_n}\right)(1+m)\cdot\left(3 + \frac{B}{15Tk_n}\right)\delta; \qquad (10.12)$$

$$A_2 = \left[18 + 127\left(180 - k_S^2\right)\right](H - T - 0{,}1); \qquad (10.13)$$

$$A_3 = \left[A_1 H + 0{,}1\left(180 - k_S^2\right)(H - T - 0{,}1)\right] 10^3. \qquad (10.14)$$

L – длина судна или состава, м;

$|c|$ – скорость течения, м/с;

H – глубина на участке, м;

B – ширина судна, м;

T – осадка судна, м;

k_n – количество рядов в составе (для одиночных судов k_n = 1);

k_S – количество барж в ряду (для одиночных судов k_S = 1);

δ – коэффициент полноты водоизмещения судна или баржи;

m – коэффициент стеснения потока.

$$m = \frac{\beta B T k_n}{F}; \qquad F = \chi B_з H, \qquad (10.15)$$

F – площадь сечения русла, м^2;

χ – коэффициент полноты поперечного сечения стесненного русла. В расчетах можно принять χ = 0,7;

$B_з$ – ширина русла по «зеркалу», м;

β – коэффициент полноты мидель-шпангоута;

v_1 – первая критическая скорость, м/с;

$$v_1 = \sqrt{8gH\cos^3\left[\frac{\pi + \arccos(1-m)}{3}\right]} \qquad (10.16)$$

При расхождении судов (составов) влияние судна-партнера на динамическую просадку рассматриваемого судна сводится главным образом к дополнительному стеснению потока. Поэтому безопасные скорости движения при расхождении с однотипными судами или составами могут быть рассчитаны по выражению (10.11) с той лишь разницей, что в формулах (10.12-10.15) величина стеснения m должна быть удвоена.

Расчеты провести для $\frac{T}{H}$=0,7; 0,8; 0,9 и трех режимах работы движителей $v_{пх}$; $v_{сх}$; $v_{мх}$ и ширине русла по «зеркалу» $B_з$= 200; 400; 600; 800 м. По результатам расчетов построить графическую зависимость $\Delta T_к = f\left(v_м; \frac{T}{H}\right)$.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №10

1. Что такое безопасная скорость?
2. Факторы выбора безопасной скорости?
3. В чем проявляется влияние мелководья на движущееся судно?
4. Что такое скоростная просадка и почему она возникает?

Лабораторная работа №11

«Определение времени пути переходных режимов движения судна»

В практике маневрирования применяются два вида переходных режимов движения судна: переход с более высокого режима движения на более низкий и наоборот с более низкого режима на более высокий. Согласно установленной градации ходов судна производится переход с полного переднего хода на средний и малый ход и с малого на средний и полный ход.

При определении режимов устанавливается раздельно частота вращения винта для водоизмещения судна в грузу и в балласте. Скорости хода промежуточных режимов по отношению к скорости полного хода имеют примерно следующие значения: $ПСХ \approx 0,7ППХ$, $ПМХ \approx 0,5ППХ$, $ПСМХ \approx 0,3ППХ$.

Примерная зависимость между частотами вращения винта и соответствующими им скоростями судна выражается формулой, предложенной В.Г. Павленко [8]:

$$\frac{v_1}{v_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^{0,9}. \qquad (11.1)$$

Эта формула позволяет приближенно определить скорость судна, соответствующую заданной частоте вращения винта, если известна скорость при какой-то другой частоте вращения.

При переходе с более высокого режима движения судна на более низкий время перехода находится по формуле, с:

$$t_{\text{п}} = \frac{1}{b_1} \ln \frac{(v_2 + v')(v_1 - v_2)}{(v' - v_2)(v_2 + v_1)}, \qquad (11.2)$$

где v_1 – скорость судна в начальном режиме движения, м/с;

v_2 – скорость судна в конечном режиме движения, м/с;

v' – скорость судна, принимая $v' = 1,05v_2$ для получения конечного результата (вспомогательная величина), м/с.

Путь, проходимый судном при этом переходном режиме, определяется по формуле, м:

$$S_{\text{п}} = \frac{v_2}{b_1} \ln \frac{v_1^2 - v_2^2}{v'^2 - v_2^2}, \qquad (11.3)$$

где b_1 – коэффициент, определяемый по формуле:

$$b_1 = \frac{9,8R}{m(1 + k_1)v} \qquad (11.4)$$

где R – сила сопротивления воды движению судна на конечном режиме при скорости v, кН;

m – масса судна, т;

$$m = \rho LBT\delta, \qquad (11.5)$$

k_1 – присоединенная масса судна при прямолинейном движении, определяемая по формуле (3.12);

Сила сопротивления R находится по известной формуле:

$$R = R_0 \left(\frac{v}{v_0}\right), \qquad (11.6)$$

где R_0 – сила сопротивления воды движению судна при скорости полного хода

v_0, кН.

При переходе с более низкого режима движения судна на более высокий время перехода находиться по формуле:

$$t'_{\text{п}} = \frac{1}{b_1} \ln \frac{(v_2 + v'')(v_2 - v_1)}{(v_2 - v'')(v_2 + v_1)}, \qquad (11.7)$$

где v'' – скорость судна, принимаемая $v'' = 0{,}95 v_2$, м/с.

Путь, проходимый судном при этом переходном режиме, определяется по формуле:

$$S'_{\text{п}} = \frac{v_2}{b_1} \ln \frac{v_2^2 - v_1^2}{v_2^2 - v''^2} \qquad (11.8)$$

где v_2 и v_1 – скорости судна в конечном и начальном режимах движения, м/с.

Порядок выполнения лабораторной работы

5. Определяются скорости среднего, малого и самого малого ходов по отношению к скорости полного хода v_0. Скорость из км/ч переводиться в м/с.

6. По формуле (11.6) определяется сопротивление R для каждого режима движения судна.

7. По формуле (11.5) определяется масса судна и присоединенная масса судна при прямолинейном движении, определяемая по формуле (3.12).

8. По формулам (11.2-11.3) и (11.7-11.8) определяются значения $t_{\text{п}}$, $t'_{\text{п}}$ и $S_{\text{п}}$, $S'_{\text{п}}$ переходных режимов по заданию преподавателя.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №11

1. Каковы цель и порядок выполнения данной работы?
2. В чем заключается разница массы и водоизмещения судна?
3. В каких единицах измеряется водоизмещение судна?
4. Какой физический смысл коэффициента присоединенных масс?
5. Как называется движение судна при остановленных движителях?
6. До какого значения скорости условно сохраняется управляемость судна?

Лабораторная работа №12

«Расчет проходной осадки и ширины полосы безопасного движения крупнотоннажных судов»

Проходная осадка рассчитывается для определенной ширины полосы безопасного движения конкретного судна в зависимости от его размеров, скорости и гидрометеоусловий (ветер, течение).

Расчет траверзного расстояния для расхождения судов, когда исключается явление присасывания носит рекомендательный характер и служит дополнительной информацией для безопасности плавания.

1. Определение проходной осадки судна

Проходная осадка судна определяется по методике, представленной в РД 3163.01-83 [11], м:

$$T_{\text{пр}} = T_{\text{ф}} + \Delta T_o + \Delta T_1 + \Delta T_2 + \Delta T_3, \qquad (12.1)$$

где $T_{\text{ф}}$ – фактическая осадка судна, м;

ΔT_o – креновой запас, м;

ΔT_1 – навигационный запас, м;

ΔT_2 – волновой запас, м;

ΔT_3 – скоростной запас на увеличение осадки судна на ходу по сравнению с осадкой на тихой воде, м;

Увеличение осадки при крене определяется по формуле:

$$\Delta T_o = \frac{B}{2}\sin\Theta, \qquad (12.2)$$

где B – ширина судна, м;

Θ – угол крена, град.

Величина навигационного запаса зависит от осадки судна и рода грунта и определяется по таблице 12.1.

Таблица 12.1

Величина навигационного запаса ΔT_1 в долях $T_{\text{ф}}$

Род грунта	Навигационный запас ΔT_1
Ил	$0{,}04\,T_{\text{ф}}$
Песок заиленный, ракушка, гравий	$0{,}05\,T_{\text{ф}}$
Плотный песок, глина	$0{,}06\,T_{\text{ф}}$
Скала, валуны, известь	$0{,}07\,T_{\text{ф}}$

ΔT_2 – волновой запас определяется по таблице 12.2.

Таблица 12.2

Величина волнового запаса ΔT_2 при различных высотах волн, м

Длина судна, м	Величина волнового запаса, (м) при высоте волны, м			
	1,0	2,0	3,0	4,0
75	0,2	0,7	1,2	2,0
100	0,2	0,6	1,1	1,7
150	0,1	0,4	0,8	1,3
200	0,1	0,3	0,7	1,1
250	-	0,3	0,6	1,0
300	-	0,2	0,5	0,8

Величина ΔT_3 зависит от скорости судна, соотношения между глубиной канала и осадкой судна, либо от скорости судна и соотношения площади живого сечения канала и площади подводной части мидель-шпангоута судна.

Влияние мелководья на движение судна рекомендуется учитывать при глубинах H, определяемых по формуле Павленко [8].

$$H = 4T_{\text{ср}} + \frac{3v^2}{g}, \qquad (12.3)$$

где H – глубина моря, м;

$T_{ср}$ – средняя осадка судна, м;

v – скорость судна, м /с;

g – ускорение силы тяжести, м/с^2.

Потерю скорости на мелководье можно определить по методике, представленной в лабораторной работе №7, либо эмпирической формуле С.И. Демина [5]:

$$\Delta v = 4,4\frac{H}{T_{ср}} - 34\frac{v}{\sqrt{gH}}, \qquad (12.4)$$

где Δv – величина потери скорости в % от скорости хода на глубокой воде, (-%) – ответ в процентах с отрицательным знаком.

Увеличение средней осадки (проседание) судна найдем по формулам 12.5 и 12.6 в зависимости от соотношения глубины к осадке ($H / T_{ср}$).

$$\Delta T_{ср} = \frac{\left(k^2 - 1\right)v^2}{2g} \quad \text{при} \quad \frac{H}{T_{ср}} < 1,4; \qquad (12.5)$$

$$\Delta T_{ср} = \sqrt{\frac{T_{ср}}{H}}\frac{\left(k^2 - 1\right)v^2}{2g} \quad \text{при} \quad 1,5 < \frac{H}{T_{ср}} < 4, \qquad (12.6)$$

где k – коэффициент, зависящий от отношения L / B определяемый по таблице 12.3.

Определив увеличение средней осадки необходимо найти увеличение осадки от возникающего дифферента на нос или корму. Для этого необходимо рассчитать коэффициент формы корпуса судна по формуле:

$$C_\delta = \frac{90\delta^2 B^2}{L^2},$$

где δ – коэффициент полноты водоизмещения;

B – ширина судна, м;

L – длина судна, м.

Если коэффициент $C_\delta < 1$, то дифферент на корму, если $C_\delta > 1$, то дифферент будет на нос судна.

Чтобы учесть увеличение осадки от дифферента необходимо полученное по формулам 12.5 и 12.6 значение $\Delta T_{ср}$ умножить на коэффициент $\alpha_д$ выбранный из таблицы 12.3.

Тогда скоростной запас $\Delta T_З$ находиться по формуле, м:

$$\Delta T_З = \Delta T_{ср}\alpha_д. \qquad (12.7)$$

Таблица 12.3

L / B	4	5	6	7	8	9	12
k	1,32	1,27	1,23	1,19	1,17	1,15	1,1
$\alpha_д$	1,25		1,15		1,1		1,05

2. Определение ширины полосы безопасного движения судна в узкости (канале)

Ширина ходовой полосы определяется по формулам:

$$B_{\text{хп}} = B + \Delta B\,. \tag{12.8}$$

$$\Delta B = L\sin C + B\cos C + \frac{\tau_o}{2} v \sin\gamma\,. \tag{12.9}$$

где ΔB – ширина маневровой полосы, м;

C – угол сноса, который представляет сумму углов дрейфа – α и сноса от течения – β, то есть

$$C = \alpha + \beta\,.$$

Угол ветрового дрейфа и сноса от течения находится в таблицах 12.4 и 12.5.

Аргументами для входа в таблицы служат отношения скоростей ветра и течения к скорости судна. Другим аргументом для входа в таблицу 12.4 служит отношение площадей парусности $S_{\text{п}}$ и проекции подводной части судна на диаметральную плоскость судна $\Omega_{\text{дп}}$ т.е. $S_{\text{п}} / \Omega_{\text{дп}}$. Площадь проекции подводной части судна на ДП определяется по формуле:

$$\Omega_{\text{дп}} = \sigma LT\,, \tag{12.10}$$

где σ – коэффициент полноты диаметрального батокса.

Скорость течения, возникающая от ветра, определяется по приближенной формуле:

$$v_{\text{т}} = 0{,}02W\,. \tag{12.11}$$

Принимается, что курсовой угол ветра совпадает с курсовым углом течения.

Значения углов сноса от течения в зависимости от соотношения скоростей течения и судна, курсового угла течения даны в таблице 12.5.

Таблица 12.4

Значения углов дрейфа

W / v_c	КУ ветра $q_{\text{в}}$, град	Значение α при различных отношениях $S_{\text{п}} / \Omega_{\text{дп}}$, град.							
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	3,0	4,0
1	30°	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,25	1,5
2		0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,5	3,0
3		1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	3,0	4,0	4,5
4		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
5		1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	5,5	7,0	8,0
1	60°	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	2,5	2,5
2		1,0	1,5	2,0	2,0	2,5	3,5	4,5	5,0
3		1,5	2,5	3,0	3,5	4,0	5,5	6,5	8,0
4		2,0	3,0	4,0	4,5	5,5	7,5	9,0	10,5
5		3,0	4,0	5,0	5,5	6,5	19,5	11,5	13,5
1	90°	0,5	1,0	1,0	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0
2		1,5	2,0	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	5,5
3		2,0	2,5	3,5	4,0	4,5	6,0	7,5	8,5
4		2,5	3,5	4,5	5,0	5,5	8,0	10,0	11,5
5		3,0	4,5	5,5	6,5	7,0	10,0	12,0	14,5
1	120°	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	2,0	2,5
2		1,0	1,5	2,0	2,0	2,5	3,5	4,0	4,5
3		1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	5,0	5,5	6,5
4		2,0	3,0	3,5	4,0	4,5	6,5	7,5	9,0
5		2,5	3,5	4,5	5,0	5,5	8,0	9,5	10,5
1	150°	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0
2		0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	2,0	2,5	2,5
3		1,0	1,0	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
4		1,0	1,5	2,0	2,0	2,5	3,5	4,0	4,5
5		1,5	2,0	2,5	2,5	3,0	4,0	5,0	5,5

Таблица 12.5

Значения углов сноса от течения, град

КУ течения	$v_т$ / $v_с$ – соотношение скоростей течения и судна									
	0,03	0,05	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,30	0,40	0,50
30	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,5	7,0	11,5	17,0	24,0
60	1,5	2,5	3,5	5,0	7,0	9,0	11,0	17,0	23,5	30,0
90	1,5	3,0	4,0	5,5	7,5	4,5	11,5	16,5	22,0	26,0
120	1,5	2,5	3,5	4,5	6,0	7,5	9,0	12,5	16,0	19,0
150	1,0	1,5	2,0	2,5	3,5	4,0	5,0	7,0	8,5	10,0

3. Определение траверзного расстояния для исключения явления присасывания

Расчет траверзного расстояния, исключающего явление присасывания, определяется по формуле, м:

$$l_т = v\frac{\tau_o}{2}\sin\gamma + 2B, \qquad (12.11)$$

где v – скорость судна, м/с;

B – ширина судна, м;

τ_o – период отклонения судна от курса, с;

γ – угол отклонения от курса, град.

Практически считается, что явление присасывания отсутствует, если траверзное расстояние между судами равно $l_т = (6 \div 8)B$, где B – ширина меньшего судна.

Значение величины τ_0 для транспортных судов составляет в среднем 30 с. Угол рыскания судна на курсе γ зависит от авторулевого или рулевого матроса, что равнозначно. Согласно правилам РМРС авторулевой должен обеспечивать удержание судна на заданном курсе с точностью $\pm 1°$ при скорости не менее 6 уз. Максимальная амплитуда рыскания от заданного курса не должна превышать $\pm 1°$ при состоянии моря до 3 баллов и $\pm 4°$ при состоянии моря до 5 баллов.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №11

1. Перечислите дополнительные факторы для определения проходной осадки крупнотоннажных судов.
2. Как зависит ширина ходовой полосы, которую занимает судно при ветровом дрейфе и сносе от угла дрейфа судна?
3. В какой момент явление присасывания будет наибольшим при расхождении судов?

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Технико-эксплуатационные характеристики судов

Наименование Исходных данных	Сормовский	Сормовский (Португ.)	Волга	Сибирский	Сибирский	Морской	Нижегородец
	1557	488АМ	19610	02225	292	1814	16511
	1	2	3	4	5	6	7
1. Основные размеры (расчетные) и характеристики судна:							
1.1. Длина, L, м	110,5	112,5	134,5	121,7	124,0	83,3	99,0
1.2. Ширина, B, м	13,0	13,0	16,4	15,6	15,4	12,0	16,2
1.3. Осадка, T, м	3,5	3,5	3,5	3,2	3,0	3,3	3,5
1.4. Коэффициент полноты ватерлинии, α	0,891	0,845	0,860	0,895	0,895	0,880	0,868
1.5. Коэффициент водоизмещения, δ	0,818	0,782	0,830	0,910	0,920	0,809	0,792
1.6. Коэффициент мидель-шпангоута, β	0,990	0,987	0,980	0,990	0,990	0,895	0,993
1.7. Коэффициент диаметрального батокса, σ	0,920	0,900	0,900	0,840	0,830	0,890	0,910
1.8. Боковая площадь парусности, $S_{\text{п}}$, м	480	490	580	542	525	320	520
1.9. Отстояние ЦП от ЦМ, $l_{\text{п}}$, м	-3,5	-4,0	-4,0	-3,5	-3,5	-2,1	-3,0
1.10. Мощность главных двигателей, N, кВт	970	1275	1940	1324	1324	1030	1800
1.11. Число главных двигателей, n, ед.	2	2	2	2	2	2	2
1.12. Частота вращения главных двигателей, n_0 об/мин.	330	375	320	300	300	300	375
1.13. Диаметр винта, $D_{\text{в}}$, м	1,6	1,7	1,8	1,500	1,70	1,9	2,2

Продолжение табл.

	1	2	3	4	5	6	7
1.14. Шаг винта, $H_в$, м	1,8	1,4	1,6	1,572	1,23	1,4	1,97
1.15. Дисковое отношение, Θ	0,502	0,631	0,745	0,630	0,640	0,502	0,680
1.16. Число винтов, Z, ед.	2	2	2	2	2	2	2
1.17. Тип органа управления	*	*	*	*	*	*	*
1.18. Скорость движения, v_0, км/ч	21,0	21,0	21,5	19,10	20,5	20,5	21,5
1.19. Сопротивление воды движению судна, R_0, кН	95,0	110,0	165,0	168,0	171,0	76,0	120,0
1.20. Масса якоря, $m_я$, т	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,4	2,5
1.21. Калибр якорной цепи, d, мм	43	43	43	43	43	41	43
1.22. Отношение коэффициента полноты носовой и кормовой половин диаметрального батокса $\bar{\sigma} = \sigma_н / \sigma_к$	1,035	1,024					

Примечание:
1. * Рули (2), насадки (2)+средний руль.
2. Тип рулевого органа судна задается преподавателем.

Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант				
	8	9	10	11	12
	И. Щепетов	Ладога	Ладога	Ладога	Сормовский
	1810	16511	16511	16510	289
1.1.	100,0	78,0	77,6	79,4	110,2
1.2.	16,0	11,8	12,0	11,8	13,0
1.3.	3,5	3,5	3,5	3,5	3,75
1.4	0,794	0,848	0,848	0,848	0,891
1.5.	0,784	0,744	0,760	0,780	0,818
1.6.	0,993	0,990	0,990	0,990	0,997
1.7.	0,920	0,900	0,920	0,900	0,920
1.8.	540	280	280	320	510
1.9.	-3,0	-3,0	-3,0	-3,5	-3,6
1.10.	1800	1280	1280	862	975
1.11.	2	2	2	2	2
1.12.	375	300	300	300	320
1.13.	2,2	1,8	1,8	1,8	1,9
1.14.	1,97	1,26	1,32	1,35	1,8
1.15.	0,660	0,540	0,540	0,540	0,560
1.16.	2	2	2	2	2
1.17.	*	*	*	*	*
1.18.	21,8	22,5	23,0	19,8	20,0
1.19.	120,0	86,0	93,0	71,0	97,0
1.20.	2,5	1,75	1,75	1,75	1,5
1.21.	43	43	43	43	43
1.22.					

Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант				
	13	14	15	16	17
	Балтийский	Балтийский	Волго-Балт	Волго-Балт	Якутск
	613	781Э	791	2-95А	1743
1.1.	90,2	92,1	110,2	110,6	105,0
1.2.	13,0	13,0	13,0	13,0	14,8
1.3.	3,4	3,5	3,5	3,5	3,0
1.4	0,760	0,875	0,887	0,904	0,880
1.5.	0,762	0,780	0,816	0,825	0,827
1.6.	0,990	0,970	0,998	0,994	0,998
1.7.	0,880	0,900	0,900	0,910	0,905
1.8.	410	395	440	510	373
1.9.	-3,5	-1,8	-5,2	-4,9	-1,8
1.10.	1280	882	882	1030	1030
1.11.	2	2	2	2	2
1.12.	330	300	300	300	300
1.13.	1,8	1,7	1,7	1,65	1,7
1.14.	1,6	1,76	1,75	2,0	1,65
1.15.	0,561	0,510	0,510	0,581	0,58
1.16.	2	2	2	2	2
1.17.	*	*	*	*	*
1.18.	23,0	20,0	20,0	20,0	20,8
1.19.	97,9	71,0	75,0	94,0	105,0
1.20.	1,5	1,5	1,75	1,75	1,5
1.21.	43	43	43	43	43
1.22.				1,032	1,065

Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант				
	18	19	20	21	22
	Волго-Балт (Чеш.)	Амур	Волжский (укороч.)	СТК	Контейнеровоз
	КУ92-040	925А	0574-АМ	326.1	326
1.1.	112,4	112,4	103,8	78,0	78,1
1.2.	13,0	13,0	16,5	11,6	11,6
1.3.	3,5	3,5	3,49	3,2	3,0
1.4.	0,895	0,875	0,945	0,925	0,945
1.5.	0,920	0,920	0,830	0,837	0,833
1.6.	0,990	0,990	0,996	0,990	0,990
1.7.	0,895	0,895	0,854	0,940	0,940
1.8.	660	750	800	600	600
1.9.	-3,5	-3,5	-2,6	-1,0	-1,0
1.10.	1030	1030	1765	882	882
1.11.	2	2	2	2	2
1.12.	300	300	375	250	250
1.13.	1,8	1,8	1,8	1,79	1,79
1.14.	1,7	1,7	1,5	1,86	1,80
1.15.	0,641	0,641	0,621	2,59	2,59
1.16.	2	2	2	2	2
1.17.	*	*	*	Комплекс Энкеля $S_{p_{ср}} = 2,59\ м^2$	Комплекс Энкеля $S_{p_{ср}} = 2,59\ м^2$
1.18.	19,0	19,0	21,0	21,5	21,0
1.19.	100,0	103,0	130,0	90,0	80,0
1.20.	1,75	1,75	2,0	1,25	1,2
1.21.	43	43	43	34	34
1.22.					

Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант					
	23	24	25	26	27	28
	Овощевоз	Финский 1000/800	Онего	Нефтерудовоз	Волго-нефть	Волго-нефть
	19620	ТУ-3-100А		1553	1577	550А
1.1.	83,0	78,0	72,0	115,3	128,6	128,6
1.2.	12,0	11,0	11,0	13,2	16,5	16,5
1.3.	1,8	2,4	3,5	3,5	3,5	3,5
1.4.	0,933	0,891	0,738	0,893	0,902	0,902
1.5.	0,857	0,824	0,765	0,823	0,845	0,825
1.6.	0,998	0,995	0,992	0,998	0,998	0,998
1.7.	0,975	0,910	0,900	0,905	0,915	0,915
1.8.	620	272	320	560	540	580
1.9.	+2,0	-1,8	-1,5	-5,1	-5,1	-5,1
1.10.	880	588	1370	882	1470	1470
1.11.	2	2	1	2	2	2
1.12.	250	350	350	300	375	375
1.13.	1,7	1,5	1,8	1,7	1,55	1,55
1.14.	1,7	1,43	1,85	1,75	1,5	1,50
1.15.	0,610	0,450	0,720	0,720	0,620	0,620
1.16.	2	2	1	2	2	2
1.17.	*	*	*	*	*	*
1.18.	18,0	19,0	22,0	20,3	20,0	20,0
1.19.	70,0	55,0	94,0	99,0	130,0	115,0
1.20.	1,0	1,0	1,0	1,75	2,0	2,0
1.21.	34	34	34	43	43	43
1.22.				1,028		1,066

Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант			
	29	30	31	32
	Волгонефть	Ленанефть	Ленанефть	Волго-Дон
	630	621	Р-77	507Б
1.1.	134,1	117,7	105,0	135,0
1.2.	16,5	14,8	14,0	16,5
1.3.	3,5	3,1	2,5	3,5
1.4.	0,914	0,898	0,880	0,935
1.5.	0,843	0,856	0,827	0,851
1.6.	0,999	0,998	0,993	0,996
1.7.	0,920	0,950	0,880	0,905
1.8.	600	368	368	630
1.9.	-4,5	-2,1	-2,1	-5,3
1.10.	1765	970	970	1475
1.11.	2	2	2	2
1.12.	375	330	330	375
1.13.	1,7	1,7	1,7	1,8
1.14.	1,307	1,65	1,65	1,5
1.15.	0,872	0,724	0,724	0,621
1.16.	2	2	2	2
1.17.	*	*	*	*
1.18.	19,0	19,0	19,0	20,0
1.19.	142,0	125,0	85,0	145,0
1.20.	2,25	2,0	1,5	1,75
1.21.	46	46	43	43
1.22.				1,090

Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант				
	33	34	35	36	37
	Волго-Дон	Волжский без приставки	Волжский с приставкой	Калининград	Шестая пятилетка
	1565	05074	05074	05074-М	21-88
1.1.	135,0	135,0	256,0	100,0	90,0
1.2.	16,5	16,4	16,5	12,2	13,0
1.3.	3,5	3,5	3,5	2,8	2,9
1.4.	0,935	0,935	0,935	0,903	0,902
1.5.	0,841	0,851	0,851	0,818	0,837
1.6.	0,996	0,997	0,997	0,997	0,998
1.7.	0,905	0,910	0,910	0,920	0,900
1.8.	580	800	1200	267	253
1.9.	-5,5	-5,6	-4,8	-1,2	-1,0
1.10.	1322	1765	1765	773	735
1.11.	2	2	2	2	2
1.12.	375	375	375	300	350
1.13.	1,8	1,8	1,8	1,7	1,63
1.14.	1,5	1,5	1,5	1,89	1,47
1.15.	0,621	0,621	0,621	0,551	0,452
1.16.	2	2	2	2	2
1.17.	*	*	*	*	*
1.18.	20,0	20,0	19,0	20,0	19,0
1.19.	145,0	150,0	170,0	98,0	72,0
1.20.	1,75	1,75	1,75	1,75	1,2
1.21.	43	43	43	43	34
1.22.		1,083			1,037

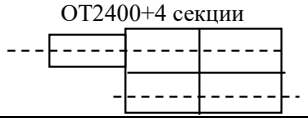
Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант				
	38	39	40	41	42
	Окский	Русь	В. Ильич	М.Горький	В.Куйбышев
	Р-97Т	302	301	Q-040	92016
1.1.	90,0	124,5	118,0	102,9	126,5
1.2.	15,0	16,0	16,0	12,8	16,0
1.3.	2,3	3,0	2,8	2,2	2,85
1.4.	0,887	0,867	0,862	0,800	0,810
1.5.	0,813	0,675	0,677	0,700	0,700
1.6.	0,995	0,898	0,888	0,965	0,970
1.7.	0,920	0,910	0,900	0,920	0,910
1.8.	265	1250	1200	1100	1300
1.9.	-2,2	+1.2	+2,0	+1.7	+1,5
1.10.	558	2208	2208	1325	2208
1.11.	2	3	3	2	3
1.12.	300	375	375	375	350
1.13.	1,2	1,8	1,8	1,75	1,9
1.14.	1,05	1,675	1,600	1,280	1,450
1.15.	0,481	0,652	0.673	0,650	0,625
1.16.	2	3	3	2	3
1.17.	*	рули (5) комплекс Энкеля $S_{p_{ср}}$ =2,6 м^2	рули (5) комплекс Энкеля $S_{p_{ср}}$ =2,6 м^2	рули (2)	рули (3)
1.18.	16,5	25,4	25,4	22,0	26,1
1.19.	64,0	138,0	144,0	69,0	160,4
1.20.	1,0	1,6	1,62	1,25	1,75
1.21.	25	47	47	37	46
1.22.	1,017	1,078		1,034	1,041

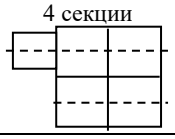
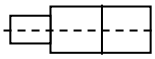
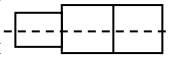
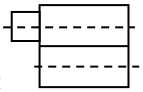
Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант			
	43	44	45	46
	С. Есенин	Севан	Родина	А.Никитин
	Q-065	646	588	26-37
1.1.	83,0	62,0	90,0	90
1.2.	13,0	9,4	12,0	11,65
1.3.	1,65	2,2	2,2	2,2
1.4.	0,805	0,765	0,775	0,780
1.5.	0,670	0,600	0,570	0,560
1.6.	0,980	0,845	0,860	0,866
1.7.	0,920	0,900	0,900	0,910
1.8.	800	700	850	870
1.9.	+1,2	+1.1	+1,9	+1,4
1.10.	658	588	882	1158
1.11.	2	2	3	3
1.12.	420	300	250	570
1.13.	1,25	1,25	1,6	1,68
1.14.	1,125	1,40	2,0	1,73
1.15.	0,625	0,553	0,550	0,499
1.16.	3	2	3	3
1.17.	Рули (3)	Рули (2)	Рули (3)	Рули (3)
1.18.	22,6	22,0	25,0	26,0
1.19.	70,0	44,0	79,0	82,0
1.20.	1,46	1,40	1,35	1,35
1.21.	37	34	34	34
1.22.			1,215	

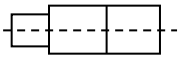
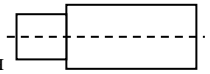
Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант		
	47	48	49
	Композитор Глазунов	Дунай	ОТ2400+4 секции 
	785	305	Н3291+1787У
1.1.	76,0	76,0	275,8
1.2.	9,6	10,5	28,0
1.3.	1,9	1,4	3,5
1.4.	0,810	0,800	0,983
1.5.	0,710	0,740	0,900
1.6.	0,990	0,970	0,997
1.7.	0,920	0,900	0,920
1.8.	620	600	460
1.9.	+1,2	+2,5	-1.2
1.10.	588	588	1766
1.11.	2	2	2
1.12.	275	275	375
1.13.	1,5	1,1	1,85
1.14.	2,2	1,1	1,52
1.15.	0,550	0,650	0,891
1.16.	2	2	2
1.17.	Рули (2)	Рули (2)	Рули (2)
1.18.	20,0	19,0	15,8
1.19.	38,0	40,0	260,0
1.20.	0,6	1,25	1,75
1.21.	34	34	43
1.22.		1,05	

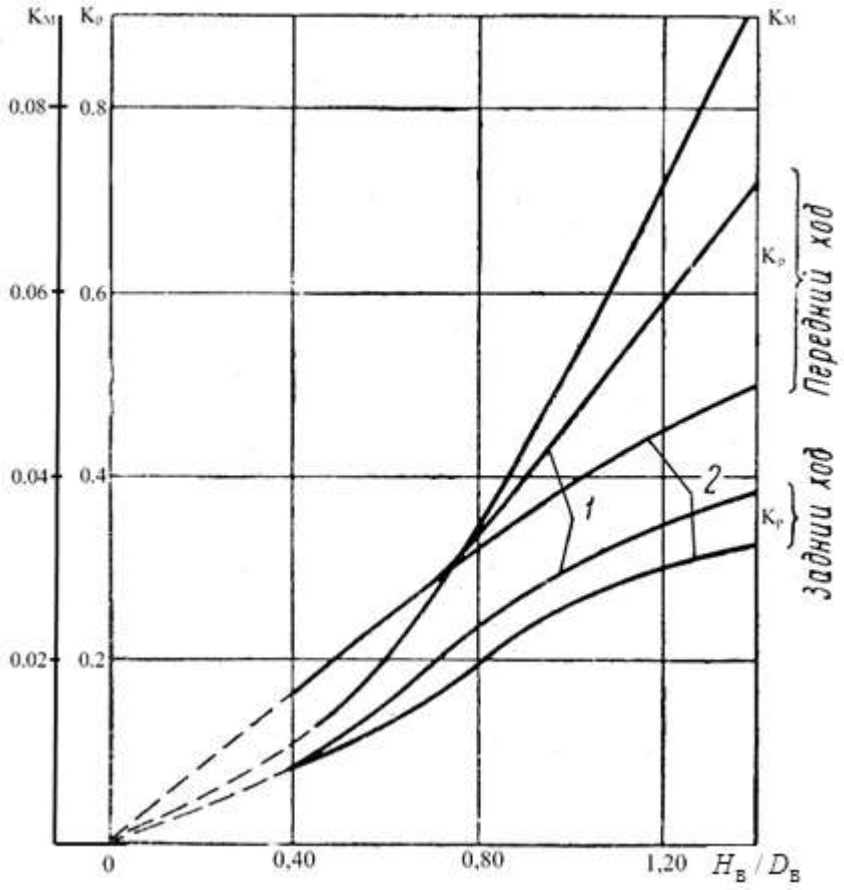
Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант			
	50	51	52	53
	ОТ2000+ 4 секции 	ОТ2000 + 2 секции 	Дунайский+ 2 секции 	Дунайский+ 2 секции 
	428+1787	428+1787	749; 112+1787	749; 112+Р-79А
1.1.	237,2	237,2	232,8	135,6
1.2.	28,0	14,0	14,0	28,0
1.3.	3,5	3,5	3,5	3,5
1.4.	0,953	0,953	0,953	0,972
1.5.	0,904	0,904	0,904	0,897
1.6.	0,997	0,997	0,997	0,998
1.7.	0,920	0,920	0,920	0,930
1.8.	480	480	470	280
1.9.	-1.3	-1.3	-1,2	-1,1
1.10.	1470	1470	985	985
1.11.	2	2	2	2
1.12.	375	375	350	350
1.13.	1,71	1,71	1,87	1,87
1.14.	1,64	1,64	1,69	1,69
1.15.	0,840	0,840	0,450	0,579
1.16.	2	2	2	2
1.17.	Насадки (2)	Насадки (2)	Насадки (2)	Насадки (2)
1.18.	14,4	17,5	14,9	14,0
1.19.	170,0	120,0	100,0	120,0
1.20.	1,75	1,75	1,75	1,75
1.21.	43	43	43	43

Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант		
	54	55	56
	ОТ-1500+2секции 	ОТ-800+1секция 	Волгарь+1секция 
	Р-153+Р-79А	758+81500	Р45Б+1745
1.1.	231,8	120,5	140,0
1.2.	14,0	14,0	14,0
1.3.	3,7	3,5	3,5
1.4.	0,972	0,942	0,943
1.5.	0,897	0,872	0,863
1.6.	0,998	0,995	0,999
1.7.	0,930	0,930	0,925
1.8.	-	-	-
1.9.	-	-	-
1.10.	1102	588	442
1.11.	2	2	2
1.12.	350	275	350
1.13.	2,1	1,66	1,40
1.14.	2,35	1,69	1,34
1.15.	0,480	0,450	0,525
1.16.	2	2	2
1.17.	Насадки (2)	Насадки (2)	Насадки (2)
1.18.	17,5	14,2	14,8
1.19.	130,0	60,0	52,0
1.20.	1,75	1,5	1,5
1.21.	43	34	34

ПРИЛОЖЕНИЕ 2



Зависимость коэффициентов упора $k_{\text{р}}$ и момента $k_{\text{м}}$ винта на швартовых от шагового отношения $H_{\text{в}} / D_{\text{в}}$:
1 – винт в насадке; *2* – винт без насадки

Библиографический список

1. **Гофман, А. Д.** Основы управляемости судна / А. Д. Гофман.- СПб.: 1999-100 с

2. **Инструкция по нормированию габаритов судов и толкаемых составов**. - Г.,ГИИВТ, 1980.-37с.

3. **Наставление по штурманской службе на судах речного флота РФ**. – Л. : Транспорт, 1987. – 147 с.

4. **Руководство Р.006-2004** «Расчет маневренности и проведение натурных маневренных испытаний судов внутреннего и смешанного плавания». – М.: Российский Речной Регистр, 2004 – 38с.

5. **Снопков, В.И.** Управление судном : учеб. для вузов / В.И. Снопков. – 3-е изд. перераб. и доп. – СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. – 536 с.

6. **Соларев, Н.Ф.** Безопасность маневрирования судов и составов / Н.Ф. Соларев. – М. : Транспорт, 1980. – 215 с.

7. **Управление судами и составами** : учебник для ин-тов водн.тр-та / Н.Ф. Соларев [и др.] ; доп.Управлением кадров и учеб.заведений Минречфлота РСФСР для ин-тов водн.тр-та. – 2-е изд.,перераб. и доп. – М.: Транспорт,1983. – 296 с.

8. **Ходкость и управляемость судов** : учеб. для вузов / под ред. В.Г. Павленко. – М. : Транспорт, 1991. – 387 с.

9. **Клементьев А.Н.** Основы управления судном. Ч.1: учеб. пособие для студ. оч. и заоч. обуч. специальности 180403.65 «Судовождение» / А.Н. Клементьев. – Н.Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2011. – 142 с.

10. **Клементьев А.Н.** Основы управления судном. Ч.2: учеб. пособие для студ. оч. и заоч. обуч. специальности 180403.65 «Судовождение» / А.Н. Клементьев. – Н.Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2015. – 84 с.

11. **Руководство по оперативному определению проходной осадки судов на подходных каналах к морским портам** (РД 3163.01-83). – М.: В/о «Мортехинформреклама», 1983. -28 с.

Оглавление

	с.
Лабораторная работа №1 «Определение параметров движения судна при действии ветра»	3
Лабораторная работа № 2 «Привально-отвальные маневры судна»	13
Лабораторная работа №3 «Расчет параметров движения судна на повороте реки»	19
Лабораторная работы №4 «Определение безопасных параметров движения судов в каналах»	23
Лабораторная работа № 5 «Определение безопасности скорости судов при заходе в камеру шлюза»	25
Лабораторная работа № 6 «Определение элементов уклонения судов (составов) в зоне гидроузла»	27
Лабораторная работа № 7 «Расчет действительной скорости движения судна в канале»	29
Лабораторная работа №8 «Определение параметров торможения судна на глубокой воде»	31
Лабораторная работа № 9 «Расчет инерционных характеристик судна в канале»	33
Лабораторная работа № 10 «Определение просадки и безопасной скорости движения судов и составов на мелководье»	37
Лабораторная работа № 11 «Определение времени пути переходных режимов движения судна»	40
Лабораторная работа № 12 «Расчет проходной осадки и ширины полосы безопасного движения крупнотоннажных судов»	43
ПРИЛОЖЕНИЯ	49
Библиографический список	64

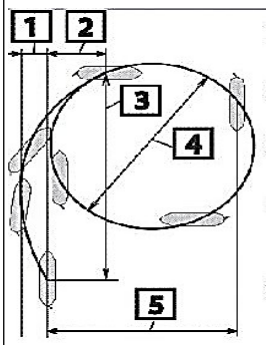
Итоговые тестовые задания по дисциплине «Маневрирование и управление судном» направления подготовки 26.05.05 «Судовождение» Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

(3курс 5 семестр)

ПК-9.Способен безопасно выполнять обычные маневры курсом и скоростью судна, обеспечивая безопасность плавания судна

№	Вид задания	ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ
		БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ
1	Закрытое	Прочитайте текст и выберите правильный ответ При плавании судна на мелководье при неизменном режиме работы главного двигателя: а) Рыскливость судна уменьшается б) Тормозной путь увеличивается в) Диаметр циркуляции уменьшается г) Скорость судна уменьшается
2	Закрытое	Какая величина зависит от скорости судна перед началом выполнения маневра «циркуляция»? а) Выдвиг б) Прямое смещение в) Обратное смещение г) Диаметр установившейся циркуляции
3	Закрытое	При плавании судна на мелководье при неизменном режиме работы главного двигателя: а) Рыскливость судна уменьшается. б) Тормозной путь увеличивается. в) Диаметр циркуляции уменьшается. г) Скорость судна уменьшается.
4	Закрытое	При плавании на мелководье при неизменном режиме работы главного двигателя при выполнении циркуляции: а) Диаметр циркуляции уменьшается. б) Угол дрейфа увеличивается. в) Угловая скорость уменьшается. г) Скорость судна увеличивается.
5	Закрытое	Что происходит с одновинтовым судном с винтом правого вращения при движении передним ходом? а) Корма судна отклоняется вправо б) Корма судна отклоняется влево в) Судно устойчиво держится на курсе г) Судно отклоняется в произвольную сторону

№	Вид задания	ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ
		ПОВЫШЕННЫЙ УРОВЕНЬ
6	Соответствие	От чего зависят инерционные характеристики судна?
		1) Верно — а) Скорости и водоизмещения
		2) Неверно — б) Массы и полезной тяги движителя
7	Последова-тельность	Посмотрите на рисунок и установите последовательность



1	а) Прямое смещение
2	б) Выдвиг
3	в) Обратное смещение
4	г) Тактический диаметр циркуляции
5	д) Диаметр установившейся циркуляции

8	Комбини-рованное	Выберите правильные ответы. Последовательность действий судоводителя при расхождении со встречным судном в канале? 1) Уклонение с оси канала вправо. 2) Перекладка рулевого органа вправо. 3) Снижение скорости движения. 4) Снижение частоты вращения правого двигателя (при наличии).
		ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ
9	Открытое	Дайте развернутый ответ на следующий вопрос: Как проявляется влияние ветра при движении судна прямолинейным курсом и от чего зависит угол дрейфа судна? Приведите схему действия Сил и моментов при прямолинейном движении.
10	Открытое	Объясните, почему и как изменяются кинематические параметры движения судна на «мелководье» по сравнению с «глубокой водой»?

ПК-10. Способен маневрировать и управлять судном в любых условиях

№	Вид задания	ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ
		БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ
1	Закрытое	Что происходит с одновинтовым судном с винтом правого вращения при движении передним ходом? 1) Корма судна отклоняется вправо. 2) Нос судна отклоняется вправо. 3) Судно устойчиво держится на курсе. 4). Судно отклоняется в произвольную сторону.
2	Закрытое	Что происходит с одновинтовым судном с винтом левого вращения при движении задним ходом? 1) Нос судна отклоняется вправо.

№	Вид задания	ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ
		2) Нос судна отклоняется влево. 3) Судно устойчиво держится на курсе. 4) Судно отклоняется в произвольную сторону.
3	Закрытое	При плавании на мелководье при неизменном режиме работы главного двигателя при выполнении циркуляции: 1) Диаметр циркуляции уменьшается. 2) Угол дрейфа увеличивается. 3) Угловая скорость уменьшается. 4) Скорость судна увеличивается.
4	Закрытое	Какая величина не зависит от значения скорости судна перед началом выполнения маневра «циркуляция»? 1) Выдвиг. 2) Прямое смещение. 3) Обратное смещение. 4) Диаметр установившейся циркуляции.
5	Закрытое	Где располагается «полюс поворота» при криволинейном движении судна? 1) В носовой части судна. 2) В кормовой части судна. 3) В центре масс судна. 4) На диаметральной плоскости судна или ее продолжении.
		ПОВЫШЕННЫЙ УРОВЕНЬ
6	Соответствие	Установите соответствие параметров движения судна при выполнении циркуляции в эволюционный период. 1) Линейная скорость — а) растет 2) Угловая скорость — б) уменьшается 3) Угол дрейфа 4) Радиус циркуляции | | | | |
7	Последова-тельность	Что происходит с параметрами движения при перекладке рулевого органа на постоянный угол? 1) Изменяется угол курса 2) Появляется крен судна на внешний борт 3) Рулевая сила уменьшается 4) Растет гидродинамическая сила на корпусе судна 5) Появляется угол крена на внутренний борт 6) Угловая скорость и угол дрейфа увеличиваются 7) Рулевая сила растет 8) Растет центробежная сила | | | | | | | | |
8	Комбини-рованное	Выберите правильные ответы. Какие требования Резолюции ИМО А 751 (18) и Российского Классификационного Общества? Путь активного торможения — Установившая циркуляция 1) 15 длин судна — а) ИМО 2) 6 длин судна — б) РКО 3) $Д_ц$ <2,0 L

№	Вид задания	ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ
		4) $Д_Т \leq 5$ Lc
		ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ
9	Открытое	Нарисуйте схему и ответьте на следующий вопрос Положение поворотных насадок с раздельным управлением для осуществления движения судна лагом в режиме работы движителей «враздрай»?
10	Открытое	Дать определение основных основные понятия, которые определяют маневренные характеристики судов. Ходкость. Управляемость. Устойчивость на курсе. Поворотливость.

Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине

по дисциплине: «Маневрирование и управление судном» специальности 26.05.05 Судовождение, образовательная программа «Судовождение на морских и внутренних водных путях»

Оцениваемые компетенции:

ОПК-6. Способен идентифицировать опасности, опасные ситуации и сценарии их развития, воспринимать и управлять рисками, поддерживать должный уровень владения ситуацией
ПК-10. Способен маневрировать и управлять судном в любых условиях
ПК-35. Способен обеспечить действия при авариях, возникающих во время плавания
ПК-9. Способе н безопасно выполнять обычные маневры курсом и скоростью судна, обеспечивая безопасность плавания судна

Тема: Составление информации о маневренных элементах судна проекта….

Изложен материал по составлению информации о маневренных элементах судна. Представлены методики определения элементов поворотливости судна и его инерционных характеристик на глубокой воде и мелководье. Показаны требования к оформлению курсовой работы, целью которой является закрепление теоретических знаний в области маневренности судна и их применение на практике.

Индивидуальные задания выдаются руководителем работы (Всего 56 вариантов)

1. Основные обозначения

$c_{21} \div c_{32}$	– гидродинамические коэффициенты корпуса судна;
$S_{\text{р}}$	– площадь руля;
$\beta_{\text{н}}$	– коэффициент расширения насадки;
$F_{\text{в}}$	– площадь диска винта;
ψ	– коэффициент попутного потока;
V	– объемное водоизмещение судна;
v_0	– скорость движения судна;
v_{p1}	– скорость попутного потока обтекания руля;
$\sigma_{\text{р}}, \sigma_{\text{н}}$	– коэффициент нагрузки открытого винта и винта в насадке по упору;
r_v	– коэффициент влияния корпуса и винта на скорость потока, обтекающего руль;
χ	– коэффициент, учитывающий изменение аксиальной скорости от удаленности рассматриваемого сечения от винта;
$k_{\text{р}}; \bar{k}_{\text{р}}$, $k_{\text{н}}; \bar{k}_{\text{н}}$	– коэффициенты гидродинамических сил, действующих на рули и поворотные насадки;
S_0	– площадь погруженной части диаметрального батокса;
$v_{\text{ан}}$	– аксиальная скорость комплекса «винт-насадка»;
$\beta_{\text{ц}}$	– угол дрейфа по центру масс (ЦМ) судна на циркуляции;
$\alpha_{\text{р}}$	– угол перекладки рулевого органа;
ω	– угловая скорость судна на циркуляции;
v	– линейная скорость на циркуляции;
R	– радиус циркуляции судна;
β_k	– угол дрейфа судна по кормовой оконечности;
ИК	– истинный курс судна;

$\bar{c}_{21} \div \bar{c}_{32}$	– коэффициенты гидродинамических сил, действующих на корпус судна на мелководье;
k_{11}	– коэффициент присоединенных масс;
$\lambda_{11в}$	– присоединенная масса застопоренных винтов;
$R_в$	– сопротивление застопоренных винтов;
$P_{в\,шв}$	– упор винта на швартовых;
$k_р; k_м$	– коэффициенты упора и момента винта;
$t_{раз}; t_т; t_в$	– время разгона, активного торможения и выбега судна;
$S_{раз}; S_т; S_в$	– путь разгона, активного торможения и выбега судна;
$v_м$	– скорость судна на мелководье;
$F_м$	– вспомогательный коэффициент.

2. Общие положения

Составление информации оманевренных элементах судна вытекают из положения действующего «Наставления по штурманской службе на судах речного флота» [1],которое вменяет в обязанности капитана требовать от командного состава (судоводителя) знания маневренных элементов своего судна и умения использовать их при маневрировании.

В соответствии с Резолюцией А.601(15) Международной морской организации (ИМО) информация о маневренных характеристиках судна, представленная в виде оперативных таблиц и графиков, должна находиться на ходовом мостике.

Из всей информации о маневренных элементах судна необходимо иметь достаточно подробную информацию о ходкости, поворотливости, инерции, особенностях маневрирования на глубокой воде и мелководье и т.д.

Результатами решения данной задачи являются таблицы и схемы циркуляции судна, таблицы и графики инерционных характеристик.

При выполнении расчетов рекомендуется использовать навыки, полученные курсантами в процессе изучения и выполнения

лабораторных работ по дисциплине «Маневрирование и управление судном».

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки на листах формата А4, куда выносятся результаты расчетов в виде таблиц, графиков, схем [1]. Расчетно-пояснительная записка курсовой работы должна оформляться согласно требований, изложенных в разделе 4.

3. Составление информации о маневренных элементах судна

3.1. Определение элементов поворотливости судна на глубокой воде

Для расчета элементов необходимо знать главные размерения, коэффициент полноты, массу судна, скорость на прямом курсе при номинальном режиме энергетической установки – v_0, сопротивление воды движению судна – R_0 при скорости v_0.Кроме того, необходимо знать тип рулевого органа и размеры рулей (насадок). Все эти данные по серийным судам можно взять в работе [10].

Определение кинематических и геометрических параметров циркуляции, необходимых для построения ее схемы, осуществляется по методике, изложенной в учебниках [2, 3].

3.1.1. Рассчитываются гидродинамические коэффициенты корпуса судна по формулам [2] для грузовых судов:

$$
\left.
\begin{aligned}
c_{21} &= 3{,}14\,(T/L);\\
c_{22} &= 0{,}020 + 0{,}37\,(1-\bar{\sigma}_{\text{к}}) - 12\,(1-\bar{\sigma}_{\text{к}})^2;\\
c_{23} &= 0{,}020(B/T)^2 - 0{,}24(B/T) + 13{,}0(T/L) + 0{,}024(L/T);\\
c_{24} &= 0{,}12 + 1{,}2\,(1-\bar{\sigma}_{\text{к}});\\
c_{31} &= \left[5{,}8(T/L) + 0{,}084\right](1{,}25-\bar{\sigma}_{\text{к}});\\
c_{32} &= -\left[15{,}0(B/T) - 37{,}5\right]^{-1}.
\end{aligned}
\right\} \qquad (1)
$$

Для пассажирских судов и толкаемых составов гидродинамические коэффициенты определяются по следующим формулам [2]:

$$
\left.
\begin{aligned}
c_{21} &= 3{,}14\,(T/L)\left(0{,}63/\bar{\varphi}\right)^{5/2}\left(L/6B\right)^{1/3} - 0{,}032;\\
c_{22} &= -2k_1\delta(B/L);\\
c_{23} &= 1{,}35\left(T/B\right)^{1/2}\left(0{,}63/\bar{\varphi}\right)^{3/2} - 0{,}029;\\
c_{24} &= 0;\\
c_{31} &= 1{,}67(T/L) - 0{,}56\bar{\varphi} + 0{,}43;\\
c_{32} &= -\left[0{,}44(T/L) + 0{,}0375\right],
\end{aligned}
\right\} \qquad (2)
$$

где $\bar{\varphi} = \delta/\beta_{\otimes}$ – коэффициент продольной остроты судна;

δ – коэффициент полноты водоизмещения;

$\beta_{\otimes}$ – коэффициент полноты мидель-шпангоута;

L, B, T – соответственно расчетные длина, ширина и осадка судна, м;

$\bar{\sigma}_{\text{к}}$ – коэффициент полноты диаметрального батокса, расположенного в корму ($\bar{\sigma}_{\text{к}}$ =0,88–0,96);

k_1 – коэффициент присоединенных масс, определяемый по формуле [2]:

$$k_1 = \frac{2T}{L}\left[0{,}18 + 2{,}88\left(B/L\right)^2\right]\left(0{,}624 + 0{,}72\delta\right). \qquad (3)$$

3.1.2. Определяются параметры движительно-рулевого комплекса (ДРК). Для судов, оснащенных рулями,размеры пера руля определяются из его площади, м^2:

$$\sum S_{\text{р}} = \mu \cdot L \cdot T, \quad S_{\text{р}} = \frac{\sum S_{\text{р}}}{Z}, \qquad (4)$$

где μ – коэффициент, принимаемый при определении площади пера руля; μ =0,020–0,070 для пассажирских и грузовых самоходных судов. Из двух величин для расчета следует выбирать наименьшую, т.е. μ =0,020;

$\sum S_{\text{р}}$ – общая площадь рулей, м^2;

L, T– соответственно расчётные длина и осадка судна, м;

Z–число рулей.

Высота пера руля $h_{\text{р}}$ принимается больше диаметра винта $D_{\text{в}}$:

$$h_{\text{р}} = (1{,}2 \div 1{,}3)D_{\text{в}}, \qquad (5)$$

и должна удовлетворять условию

$$h_{\text{р}} \le 0{,}8\ T\ . \qquad (6)$$

Выбираем форму пера руля, близкую к прямоугольной, при этом высота пера руля, м, должна быть больше длины пера руля, м: $h_{\text{р}} \ge l_{\text{ср}}$, т.е.

$$l_{\text{р ср}} = \frac{S_{\text{р}}}{h_{\text{р}}}\ . \qquad (7)$$

Относительное удлинение руля определяется по выражению:

$$\bar{\lambda}_{\text{р}} = \frac{h_{\text{р}}}{l_{\text{р ср}}} = \frac{h_{\text{р}}^2}{S_{\text{р}}}\ . \qquad (8)$$

3.1.3. Поворотные насадки. Для расчета параметров ДРК(«винт-насадка») необходимо знать длину насадки $l_{\text{н}}$ и коэффициент её расширения $\beta_{\text{н}}$:

$$\left.\begin{aligned} l_{\text{н}} &= (0{,}8 \div 0{,}9) D_{\text{в}}; \\ \bar{l}_{\text{н}} &= l_{\text{н}} \big/ D_{\text{в}} = 0{,}8 \div 0{,}9. \end{aligned}\right\}. \qquad (9)$$

Величину $\beta_{\text{н}}$ принимаем в пределах:

$$\beta_{\text{н}} = 1{,}0 \div 1{,}15. \qquad (10)$$

Площадь диска винта,м^2, будет равна

$$F_{\text{в}} = \frac{\pi D_{\text{в}}^2}{4}. \qquad (11)$$

3.1.4. Расчет кинематических параметров циркуляции судов, оснащенных рулями, производится по формулам [2].

Скорость потока обтекания руля, м/с, с учетом попутного потока

$$v_{\text{р1}} = v_0 (1 - \psi), \qquad (12)$$

где v_0 – скорость движения судна, м/с;

ψ – коэффициент попутного потока.

Коэффициент попутного потока

$$\psi = 0{,}11 + \frac{0{,}16}{x} \delta^x \sqrt{\frac{\sqrt[3]{V}}{D_{\text{в}}}}, \qquad (13)$$

где δ – коэффициент полноты водоизмещения;

V – объемное водоизмещение судна, м^3;

$D_{\text{в}}$ – диаметр винта, м;

x – коэффициент ($x = 1$ – для винтов в ДП и $x = 2$ – для бортовых винтов).

Коэффициент нагрузки винта по упору определяется по формуле

$$\sigma_{\text{р}} = \frac{P_{\text{в}}}{\rho / 2 \cdot z_{\text{в}} \cdot F_{\text{в}} \cdot v_{\text{р1}}^2}, \qquad (14)$$

где ρ –плотность пресной воды, 1 т/м^3;

$v_{\text{р1}}$ – скорость подтекания воды к винту определяется по формуле (12), м/с;

$z_{\text{в}}$ – количество винтов, ед;

$F_{\text{в}}$ – площадь диска винта определяется по формуле (11), м^2;

$P_{\text{в}}$ – упор винта, кН[2]:

$$\left.\begin{aligned} P_{\text{в}} &= P_e \big/ (1-t_{\text{з}}); \\ P_e &= R_0. \end{aligned}\right\} \qquad (15)$$

где $t_{\text{з}}$ – коэффициент засасывания ($t_{\text{з}} = 0{,}15 \div 0{,}25$);

P_e – полезная тяга винтов при движении со скоростью v_0, кН;

R_0 – общее сопротивление движению корпуса судна при скорости v_0, кН.

Коэффициент влияния корпуса и винта на скорость потока, обтекающего руль, определяется следующим образом:

$$r_v = (1-\psi)\left[1+\chi(1-0{,}0125\sigma_{\text{р}})(\sqrt{1+\sigma_{\text{р}}}-1)\right], \qquad (16)$$

где χ – коэффициент, учитывающий изменение аксиальной скорости в зависимости от удаленности рассматриваемого сечения от винта,который определяется по формуле[4]:

$$\chi = \frac{1}{2}\left[1+\frac{2\chi_{\text{в}}}{D_{\text{в}}}\cdot\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{2\chi_{\text{в}}}{D_{\text{в}}}\right)^2}}\right], \qquad (17)$$

где $\chi_{\text{в}}$ – коэффициент, учитывающий расстояние от плоскости диска винта до центра давления на рули, $\chi_{\text{в}} = 0{,}94$;

$D_{\text{в}}$ – диаметр винта, м.

Коэффициент гидродинамических сил, действующих на рули, определяется по формуле

$$k_{\text{р}} = \mu_{\text{р}} S_{\text{р}} r_v{}^2 z_{\text{р}}; \quad \bar{k}_{\text{р}} = \frac{k_{\text{р}}}{S_0}, \qquad (18)$$

где $\mu_{\text{р}}$ –градиент коэффициента подъемной силы руля, определяемый по формуле

$$\mu_{\text{р}} = \frac{2\pi}{1+(2{,}2 \big/ \bar{\lambda}_{\text{р}}{}^{2/3})}; \qquad (19)$$

$S_р$ – площадь руля, м^2;

r_v – коэффициент влияния корпуса и винта на скорость потока;

$z_р$ – количество рулей, ед.;

S_0 –площадь погруженной части диаметрального батокса, м^2:

$$S_0 = \sigma_д LT ; \tag{20}$$

$\sigma_д$ – коэффициент полноты диаметрального батокса.

3.1.5. Расчет кинематических параметров циркуляции судов, оснащенных комплексом «винт – поворотная насадка», производится по формулам [2].

Коэффициент нагрузки комплекса по упору

$$\sigma_н = \frac{P_к}{\rho/2 \cdot z_в \cdot F_в \cdot v_{рн}^2}, \tag{21}$$

где $P_к$ –упор комплекса «винт – поворотная насадка» определяется по формулам (15), кН.

$$v_{рн} = v_0(1 - c_f \psi), \text{ м/с}, \tag{22}$$

ψ – коэффициент попутного потока определяется по формуле (13);

$c_f = 0{,}6$ – для винтов, расположенных по бортам судна;

$c_f = 0{,}7$ – в диаметральной плоскости судна.

Аксиальная скорость комплекса «винт-насадка»

$$v_{ан} = \frac{v_{рн}}{2}\left(1 - 0{,}0125\sigma_k\right)\left[\sqrt{1 + \left(2\sigma_к/\beta_н\right)} - 1\right], \tag{23}$$

где $\beta_н$ – коэффициент расширения насадки, по формуле (10).

Величина градиента коэффициента подъемной силы насадки, определяется, следующим образом:

$$\left.\begin{aligned}
\mu'_{\text{н}} &= \frac{12{,}0\bar{l}_{\text{н}}}{1+1{,}56\bar{l}_{\text{н}}};\\
\mu_{\text{н}} &= \mu'_{\text{н}} + 2\beta_{\text{н}}\left[1+\left(v_{\text{а н}}/v_e\right)\right]^2;\\
\chi_{\text{н}} &= \chi_{\text{к}}\frac{\mu'_{\text{н}} + 2\beta_{\text{н}}\left[1+\left(v_{\text{а н}}/v_e\right)\right]}{\mu'_{\text{н}} + 2\beta_{\text{н}}\left[1+\left(v_{\text{а н}}/v_e\right)\right]^2};\\
S_{\text{н}} &= F_{\text{в}}.
\end{aligned}\right\} \qquad (24)$$

где $\chi_{\text{к}}$ –коэффициент взаимодействия с корпусом судна, $\chi_{\text{к}}$ =0,95;

$v_e = \varphi_{\text{к}} v_0$ –скорость подтекания воды к комплексу «винт-насадка», $\varphi_{\text{к}}$ =0,95;

$\bar{l}_{\text{н}}$ – относительное удлинение насадки, определяется по формуле (9).

$$k_{\text{н}} = \mu_{\text{н}} S_{\text{н}} \varphi_{\text{к}}{}^2 z_{\text{в}}, \qquad (25)$$

где $z_{\text{в}}$ –число винтов в поворотной насадке.

$$\bar{k}_{\text{н}} = \frac{k_{\text{н}}}{S_0}. \qquad (26)$$

где S_0 –площадь погруженной части диаметрального батокса, определяемая по формуле (20), м^2.

3.1.6. Определение коэффициентов A_{1-12} для рулей производится по следующим формулам:

$$
\left.
\begin{aligned}
A_1 &= c_{23};\\
A_2 &= c_{21} + \left(\bar{k}_{\text{р}} \Big/ r_v \right);\\
A_3 &= c_{22} - m_1 + \left(\bar{k}_{\text{р}} \bar{l}_k \Big/ r_v \right);\\
A_4 &= c_{24};\\
A_5 &= -\bar{k}_{\text{р}};\\
A_6 &= c_{31} - \left(\bar{k}_{\text{р}} \bar{l}_k \Big/ r_v \right);\\
A_7 &= -c_{32} + \left(\bar{k}_{\text{р}} \bar{l}_k^{\,2} \Big/ r_v \right);\\
A_8 &= \bar{k}_{\text{р}} \bar{l}_k;\\
A_9 &= A_1 + \left(A_4 A_6 \Big/ A_7 \right);\\
A_{10} &= A_2 + \left(A_3 A_6 \Big/ A_7 \right);\\
A_{11} &= A_4 A_8 \Big/ A_7;\\
A_{12} &= A_5 + \left(A_3 A_8 \Big/ A_7 \right).
\end{aligned}
\right\} \qquad (27)
$$

Коэффициент m_1 определяется по формуле [2]:

$$m_1 = \frac{2V}{S_0 L}. \qquad (28)$$

где V – объемное водоизмещение судна, м^3;

S_0 – площадь погруженной части диаметрального батокса, определяется по формуле (20), м^2;

L – расчетная длина судна, м;

$\bar{l}_{\text{к}}$ – относительное отстояние ДРК от центра масс (ЦМ) судна,

определяется по формуле

$$\bar{l}_{\text{к}} = \frac{l_{\text{к}}}{L} = 0{,}47.$$

3.1.7. Определение коэффициентов A_{1-12} для комплекса «винт – поворотная насадка» производится по следующим формулам:

$$\left.\begin{aligned}
A_1 &= c_{23};\\
A_2 &= c_{21} + \chi_{\text{н}}\bar{k}_{\text{н}};\\
A_3 &= c_{22} - m_1 + \chi_{\text{н}}\bar{k}_{\text{н}}\bar{l}_k;\\
A_4 &= c_{24};\\
A_5 &= -\bar{k}_{\text{н}};\\
A_6 &= c_{31} - \chi_{\text{н}}\bar{k}_{\text{н}}\bar{l}_k;\\
A_7 &= -c_{32} + \chi_{\text{н}}\bar{k}_{\text{н}}\bar{l}_k;\\
A_8 &= \bar{k}_{\text{н}}\bar{l}_k;\\
A_9 &= A_1 + \left(A_4A_6 \big/ A_7\right);\\
A_{10} &= A_2 + \left(A_3A_6 \big/ A_7\right);\\
A_{11} &= A_4A_8 \big/ A_7;\\
A_{12} &= A_5 + \left(A_3A_8 \big/ A_7\right).
\end{aligned}\right\} \qquad (29)$$

3.1.8.Угол дрейфа по центру масс (ЦМ) судна, град., в установившийся период циркуляции $\beta_{\text{ц}}$ определяется по формуле [2]:

$$\beta_{\text{ц}} = \frac{-(A_{10} + A_{11}\alpha_{\text{р}}) + \sqrt{(A_{10} + A_{11}\alpha_{\text{р}})^2 - 4A_9A_{12}\alpha_{\text{р}}}}{2A_9}. \qquad (30)$$

3.1.9.Безразмерная угловая скорость на циркуляции $\bar{\omega}$ определяется по формуле[2]:

$$\overline{\omega} = \frac{(A_6\beta_{\text{ц}} + A_8\alpha_{\text{р}})}{A_7}. \qquad (31)$$

3.1.10.Безразмерная линейная скорость на циркуляции $\bar{v}$ определяется по формуле[2]:

$$\bar{v} = \frac{1}{\left(\sqrt[3]{1+2{,}7\overline{\omega}^2}\right)^2}. \qquad (32)$$

3.1.11. Относительный радиус циркуляции $\overline{R}$ определяется по формуле[2]:

$$\overline{R} = \frac{A_7}{(A_6\beta_{\text{ц}} + A_8\alpha_{\text{р}})} = \frac{1}{\overline{\omega}} = \frac{R}{L}. \qquad (33)$$

3.1.12. Угол дрейфа, град., по кормовой оконечности судна или состава $\beta_{\text{к}}$ определяется по формуле[2]:

$$\beta_{\text{к}} = arctg\left(tg\beta_{\text{ц}} + \frac{l_{\text{к}}}{R\cos\beta_{\text{ц}}}\right). \qquad (34)$$

Здесь $l_{\text{к}}$–отстояние ДРК от центра масс судна, $l_{\text{к}} = \bar{l}_{\text{к}}L$, м.

Расчет кинематических и геометрических параметров установившейся циркуляции производится при углах перекладки рулевых органов $\alpha_{\text{р(н)}}$ = 5; 15; 25; 35 град.

Результаты расчетов параметров циркуляции приводятся в табличной форме (Табл.1).

Таблица 1

Параметры элементов установившейся циркуляции

Параметры	Угол перекладки рулевых органов $\alpha_{\text{р(н)}}$, град			
	5	15	25	35
1. Угол дрейфа по ЦМ $\beta_{\text{ц}}$, град				
3.Безразмерная угловая скорость $\overline{\omega}$				
3. Безразмерная линейная скорость $\overline{V}$				
4. Угол дрейфа по корме $\beta_{\text{к}}$, град				
5.Относительныйрадиус циркуляции $\overline{R}$				

По результатам расчета (см. табл.1) строится диаграмма управляемости судна по следующим параметрам: $\beta_{\text{ц}}$; $\beta_{\text{к}}$; $\overline{\omega}$; $\overline{v}$; $\overline{R} = f(\alpha_{\text{р (н)}})$.

3.1.13.Расчет кинематических параметров в маневренный и эволюционный периоды циркуляции необходимо произвести для углов перекладки рулевых органов для 15° и 35°,которые вносятся в виде графиков согласно «Наставлениям по штурманской службе на судах речного флота»[1]. При построении схем и таблиц циркуляции требуется показать несколько положений и определить время поворота судна на каждые 10° при изменении начального курса в диапазоне 0–90°, т.е. в маневренный и эволюционный периоды циркуляции.

Расчет параметров судна на циркуляции в маневренный и эволюционный периоды определяется по следующим формулам [4]:

$$\left.\begin{aligned} \overline{\omega}_{\text{ц}} &= \Phi\overline{\omega}; \\ \overline{v}_{\text{ц}} &= 1-(1-\overline{v})\Psi. \end{aligned}\right\} \qquad (35)$$

Безразмерные коэффициенты Φ и Ψ являются функциями безразмерного времени $\bar{t}$, которое определяется по формуле [3]:

$$\bar{t} = t\frac{v_0}{L}. \qquad (36)$$

где t – время в диапазоне 10–120 с;

L– длина судна, м;

v_0 – скорость полного хода, м/с.

$$\left.\begin{aligned} \Phi &= \text{th}^{1,39}(0,67\bar{t}) - 0,28e^{-2,3\bar{t}}; \\ \Psi &= \text{th}^{3,25}(0,43\bar{t}). \end{aligned}\right\} \qquad (37)$$

или в развернутом виде:

$$\left.\begin{aligned}\Phi &= \left(\frac{e^{0,67\bar{t}} - e^{-0,67\bar{t}}}{e^{0,67\bar{t}} + e^{-0,67\bar{t}}}\right)^{1,39} - 0,28e^{-2,3\bar{t}};\\ \Psi &= \left(\frac{e^{0,43\bar{t}} - e^{-0,43\bar{t}}}{e^{0,43\bar{t}} + e^{-0,43\bar{t}}}\right)^{3,25}.\end{aligned}\right\} \qquad (38)$$

По приведенным формулам необходимо выполнить расчет $\bar{\omega}_{\text{ц}}$ и $\bar{v}_{\text{ц}}$ для нескольких значенийtв диапазоне 10–120 с.

Переход от безразмерных величин к размерным производится по формулам:

$$\left.\begin{aligned}\omega &= \bar{\omega}_{\text{ц}} \frac{v_0}{L} 57,3 \text{ град/с};\\ v &= v_0 \bar{v}_{\text{ц}} \text{ м/с}.\end{aligned}\right\} \qquad (39)$$

Результаты расчетов представить в виде графиков; ω, $v = f(t)$ при углах перекладки рулей (насадок) 15° и 35° (Рис.1).На этом графике следует нанести зависимость $\Delta\text{ИК} = f(t)$, определив величину $\Delta\text{ИК}$ для тех же значений по выражению

$$\Delta\text{ИК} = \omega\Delta t \text{ град.} \qquad (40)$$

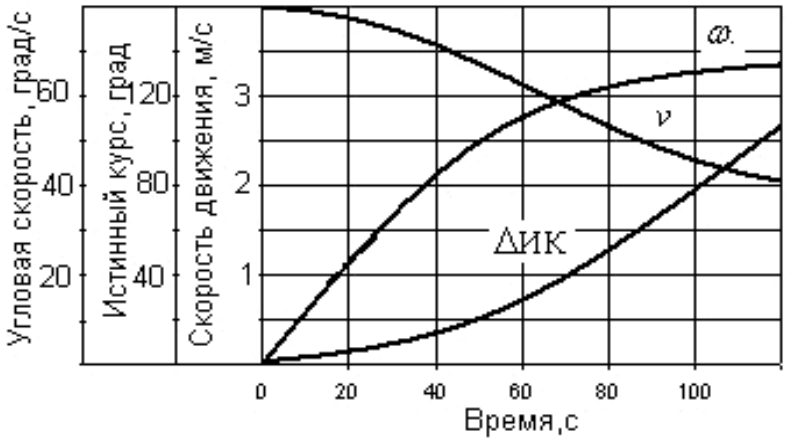


Рис.1. Зависимости ω, v, $\Delta\text{ИК} = f(t)$ при перекладке рулей (насадок)

3.1.14. Построение схемы циркуляции осуществляется следующим образом:

1) находятся геометрические параметры $D = 2\bar{R}L$; $l_1 = 1{,}2D$; $l_2 = 0{,}3D$; $l_3 = 0{,}05D$ (см. рекомендации, изложенные на стр.41 учебника [2]);

2) в выбранном масштабе на стандартном листе бумаги изображается окружность радиусом*R*, на которую наносятся положения судна при ΔИК = 90°, 180°,270°,360°.Расположением точки центра массы судна на окружности находят, откладывая влево, дуги окружности, равные углу дрейфа $\beta_ц$ от вертикальной (для ΔИК =90°, 270°) и горизонтальной (для ΔИК= 180°,360°) осей окружности.Судно на схеме изображается в выбранном масштабе в виде следа ватерлинии с заданными расчетными размерениями;

3) проводят окружности, касательные к внутреннему и внешнему бортам судна;

4) влево от точки центра масс судна при ΔИК=90°на продольной оси судна или её продолжении откладывается величина l_2 , через полученную точку проводится вертикальная линия, по которой вниз откладывается отрезок l_1 . Конечная точка отрезка характеризует положение центра массы судна в момент начала маневра ΔИК=0°. Здесь в масштабе изображается ватерлиния судна;

5) с учетом величины l_3 проводится траектория центра масс-судна,носовой и кормовой оконечностей при изменении истинного курса от 0° до 90°. При этом следует обеспечить плавное сопряжение траекторий с соответствующими окружностями;

6) на полученных траекториях наносится положение судна при ΔИК=30° и 60°.При этом затраченное на поворот время и пройденный судном путь определяются с использованием данных, представленных на графиках(рис. 1, 2);

7) изображенная в описанной последовательности схема циркуляции дополняется цифровыми надписями для заданного судна (см. рис. 2).

Зависимости $\Delta ИК = f(t)$ (см. рис.1, 2) являются исходной информацией для заполнения верхней части табл.2. В диапазоне

значений ΔИК=90°–360° время поворота судна определяется по известному выражению для угловой скорости ω.

Согласно «Наставления по штурманской службе» [1] в дополнение к схеме циркуляции составляется таблица циркуляции (см. табл. 2) на глубокой воде и мелководье (образец).

Расчеты элементов, построение схемы и заполнение таблиц циркуляции производится для углов перекладки рулевых органов 15° и 35° двух состояний судна в грузу на глубокой воде и мелководье.

Заключительная часть раздела должна содержать оценку поворотливости заданного судна, влияние на нее степени загрузки, поведения судна в начальный период поворота.

Таблица 2

Таблица циркуляции на глубокой воде

ΔИК,град.	t_α, c, при $\alpha_р = 35°$	t_α, c, при $\alpha_р = 15°$
10	16	24
20	24	36
30	31	48
40	39	60
50	46	72
60	54	84
70	61	96
80	69	108
90	76	120
120	99	156
150	121	192
180	144	228
270	211	336
360	278	444
$D_ц$, м / кб	200/1,1	280/1,5
v_0, км/ч / уз	18,5/10,0	18,5/10,0
v, км/ч / уз	9,8/5,3	11,5/6,2
ω, град/мин	76	50

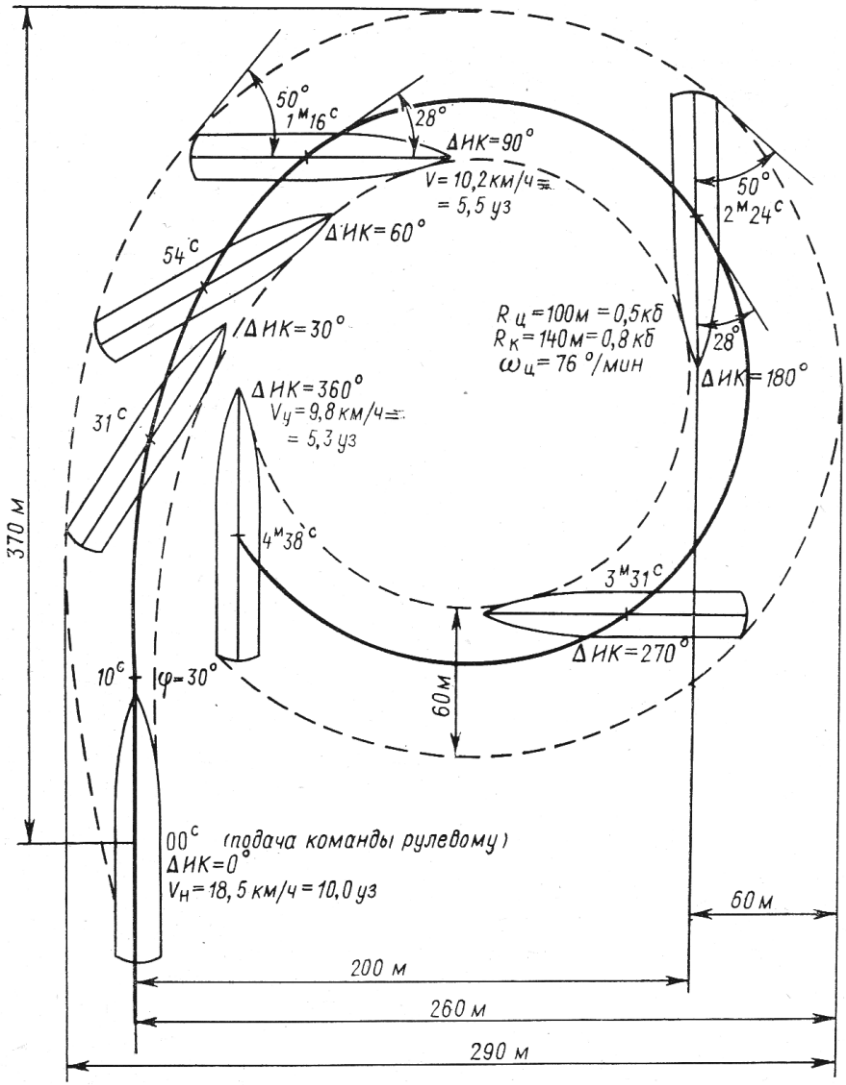


Рис.2. Схема циркуляции судна

3.2. Определение элементов поворотливости судна на мелководье

3.2.1. Расчет гидродинамических характеристик корпуса судна на мелководье.Влияние ограниченной глубины $H/T \le 1{,}2$ на управляемость судна связана, прежде всего,с изменением коэффициентов корпусных усилий, которые определяются по формуле [6]:

$$\left.\begin{aligned} c_{21} &= c_{21\infty}\cdot\bar{c}_{21};\\ c_{22} &= c_{22\infty}\cdot\bar{c}_{22};\\ c_{23} &= c_{23\infty}\cdot\bar{c}_{23};\\ c_{24} &= c_{24\infty}\cdot\bar{c}_{24};\\ c_{31} &= c_{31\infty}\cdot\bar{c}_{31};\\ c_{32} &= c_{32\infty}\cdot\bar{c}_{32}, \end{aligned}\right\} \qquad (41)$$

где $c_{21\infty} \div c_{32\infty}$ – коэффициенты гидродинамических сил, действующих на корпус судна на глубокой воде, которые определяются по формулам (1,2);

$\bar{c}_{21} \div \bar{c}_{32}$ –коэффициенты, учитывающие влияние мелководья, которые рассчитываются по формулам[6]:

$$\left.\begin{aligned} \bar{c}_{21} &= 1+\left(2{,}38-11\frac{T}{L}\right)\left(\frac{T}{H}\right)^3;\\ \bar{c}_{22} &= 1+\left[280\left(\bar{\sigma}_{\text{к}}-0{,}88\right)^2-1\right]\left(\frac{T}{H}\right)^2;\\ \bar{c}_{23} &= 1+3{,}4\left(\frac{T}{H}\right)^{2.25};\\ \bar{c}_{24} &= 1+\left(65\bar{\sigma}_{\text{к}}-38\right)\left(\frac{T}{H}\right)^3; \end{aligned}\right\} \qquad (42)$$

$$\left.\begin{aligned}\bar{c}_{31} &= 1+\left[0{,}55+58{,}1\ (1-\bar{\sigma}_k)-203(1-\bar{\sigma}_k)^2\right]\left(\frac{T}{H}\right)^2;\\ \bar{c}_{32} &= 1+0{,}0181\left(\frac{B}{T}-1{,}2\right)^3\frac{T}{H}+1{,}17\left[1+0{,}214\left(\frac{B}{T}-3{,}4\right)^2\right]\left(\frac{T}{H}\right)^3.\end{aligned}\right\} \quad (42)$$

Дальнейшие расчеты параметров циркуляции производятся в той же последовательности, указанной в п. 3.1,как для судна на глубокой воде с углом перекладки рулевых органов 15º и 35°, и при выполнении требований «Наставлений по штурманской службе на судах речного флота» [1].

3.3. Определение инерционных характеристик судна на глубокой воде

3.3.1.Общие положения. С понятием инерционных характеристик судна связано выполнение следующих маневров: разгона, выбега и торможения.

Р а з г о н – процесс достижения судном установившейся скорости движения при соответствующем режиме работы движителей.

В ы б е г (движение по инерции) – процесс гашения поступательной скорости движения при выключенных движителях.

Т о р м о ж е н и е –процесс остановки судна посредством реверса движителей и в режим «Полный задний ход».

Задачей настоящего раздела курсовой работы является количественная оценка указанных маневров и представление результатов в форме, предусмотренной «Наставлениями по штурманской службе на судах речного флота» [1].При этом принимаются следующие режимы движения судна: полный ход $n = n_0$, средний ход $n_{\text{ср}} = 0{,}7n_0$, малый ход $n_{\text{м}} = 0{,}5n_0$. Здесь n_0 – номинальное значение частоты вращения.

3.3.2. Вычисление вспомогательных величин. Зависимость между скоростью движения судна и частотой вращения винта рекомендуется определять по приближенной формуле, предложенной В.Г.Павленко[6]:

$$v = v_0 \left(\frac{n}{n_0} \right)^{0,9} \text{ м/с}, \tag{43}$$

расчеты по которой выполняются в соответствии с методами, предложенными Н.Ф. Соларевым [2, 3], С.И. Деминым [5] и В.Г. Павленко[6], в следующем порядке.

Присоединенная масса застопоренных винтов

$$\lambda_{11в} = \bar{\lambda}_в (1-\psi)^2 \rho \cdot D_в^2. \tag{44}$$

Коэффициент попутного потока Ψ определяется по формуле (13).

Сопротивление застопоренных винтов, кН, при скорости v_0

$$R_{в0} = \sigma_х \frac{\rho \pi D_в^2 v_0^2 (1-\psi)^2}{8}. \tag{45}$$

Значения коэффициентов $\sigma_х$ и $\bar{\lambda}_в$ выбираются из табл. 3.

Таблица 3

Величины коэффициентов $\sigma_х$ и $\bar{\lambda}_в$

Вид движителя	$\sigma_х$	$\bar{\lambda}_в$
Открытый винт:		
застопоренный	0,43	0,048
свободно вращающийся	0,06	0,007
Комплекс винт-насадка:		
застопоренный	0,88	0,065
свободно вращающийся	0,18	0,014

Масса судна, т ,составляет $m = \rho V$.

Коэффициент присоединенных масс по формуле [6] равен

$$K_{11} = \frac{5{,}91\left(\frac{B}{L}\right)^2 + 7{,}76\left(\frac{B}{L}\right) - 0{,}269}{48{,}4 - 6{,}89\left(\frac{B}{T}\right) + 1{,}47\left(\frac{B}{T}\right)^2 - 0{,}0475\left(\frac{B}{T}\right)^3}. \qquad (46)$$

Упор винтов, кН, на швартовых:

$$P_{\text{в шв}} = 9{,}74\frac{k_{\text{р}} N_{\text{р}}}{k_{\text{м}} n_0 D_{\text{в}}}. \qquad (47)$$

где $k_{\text{р}}$, $k_{\text{м}}$ – соответственно коэффициент упора и коэффициент момента, определяемые по графику (рис. 3) в зависимости от шагового отношения $H_{\text{в}} / D_{\text{в}}$;

$N_{\text{р}}$ – мощность, подводимая к винтам, $N_{\text{р}} = 0{,}95 N_e$ (N_e – общая мощность СЭУ), кВт;

n_0 – номинальная частота вращения движителей, об./мин.

Коэффициент $k_{\text{р}}$ снимается отдельно для переднего и заднего хода и соответственно этому определяется $P^{\text{п х}}_{\text{в шв}}$ и $P^{\text{з х}}_{\text{в шв}}$.

Вспомогательные коэффициенты:

$$\left.\begin{aligned} a_1 &= \frac{R_0}{m\left(1+K_{11}\right)\, v_0^2},\ \frac{1}{\text{м}};\ \ b_1 = \frac{\overline{P}^{\text{п х}}_{\text{в шв}} - R_0}{m\left(1+K_{11}\right)\, v_0},\ \frac{1}{\text{с}};\\ c_1 &= \sqrt{\frac{\overline{P}^{\text{п х}}_{\text{в шв}}}{R_0}} \times v_0,\ \text{м/с};\ \ c_2 = \sqrt{\frac{\overline{P}^{\text{з х}}_{\text{в шв}}}{R_0}} \times v_0,\ \text{м/с};\\ a_2 &= \frac{z_{\text{в}} R_{\text{в}0} + R_0}{\left(m\left(1+K_{11}\right) + \lambda_{11\text{в}}\right)\, v_0^2},\ \frac{1}{\text{м}}. \end{aligned}\right\} \qquad (48)$$

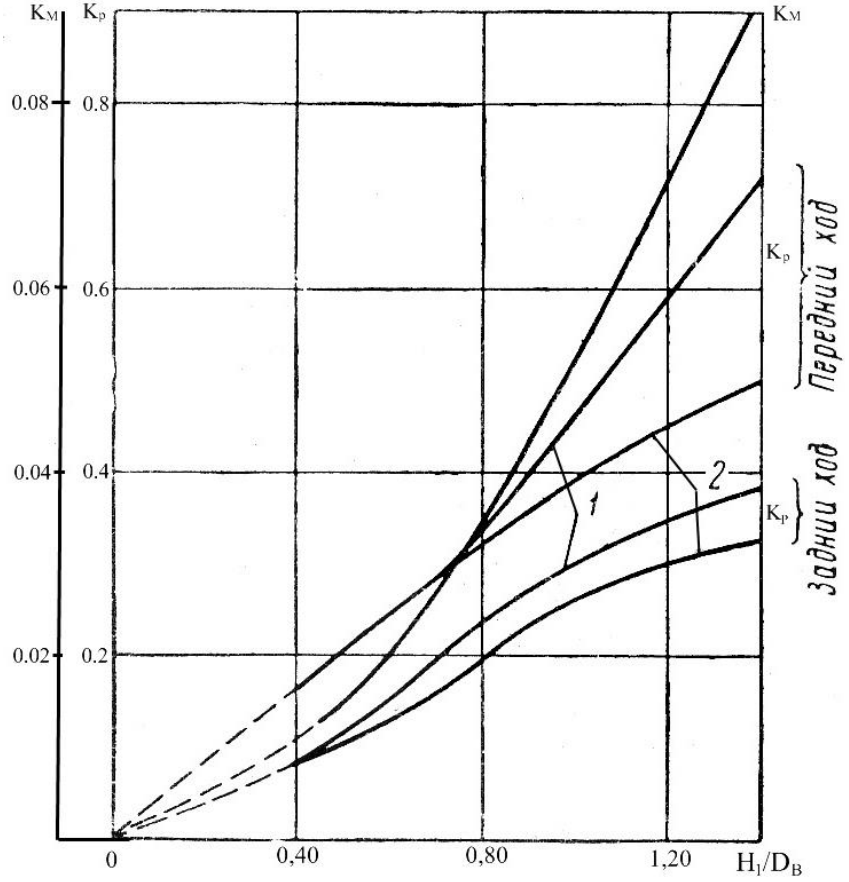


Рис.3. Зависимость коэффициентов упора $k_{\text{р}}$ и момента $k_{\text{м}}$ винта на шварто-вых от шагового отношения $H_1 / D_{\text{в}}$:
1 – винт в насадке; *2* – винт без насадки

3.3.3. Расчет разгона судна. Скорость судна в процессе разгона, м/с, определяется по формуле

$$v = c_1 \text{th}\left(a_1 c_1 t + \frac{b_1}{2a_1 c_1}\right) - \frac{b_1}{2a_1}, \tag{49}$$

или в развернутом виде:

$$v = c_1 \frac{e^{\left(a_1 c_1 t + b_1/2a_1 c_1\right)} - e^{-\left(a_1 c_1 t + b_1/2a_1 c_1\right)}}{e^{\left(a_1 c_1 t + b_1/2a_1 c_1\right)} + e^{-\left(a_1 c_1 t + b_1/2a_1 c_1\right)}} - \frac{b_1}{2a_1}. \tag{50}$$

Путь разгона, м, в зависимости от времени:

$$S = \frac{1}{a_1} \ln ch\left(a_1 c_1 t + \frac{b_1}{2a_1 c_1}\right) - \frac{b_1 t}{2a_1}, \tag{51}$$

или в развернутом виде:

$$S = \frac{1}{a_1} \ln \frac{e^{\left(a_1 c_1 t + b_1/2a_1 c_1\right)} - e^{-\left(a_1 c_1 t + b_1/2a_1 c_1\right)}}{2} - \frac{b_1 t}{2a_1}. \tag{52}$$

Полные величины времени, с, и пути разгона, м:

$$t_{\text{раз}} = \frac{1{,}83 - \dfrac{b_1}{2a_1 c_1}}{a_1 c_1}; \tag{53}$$

$$S_{\text{раз}} = \frac{1{,}15}{a_1} - \frac{b_1 t_{\text{раз}}}{2a_1}. \tag{54}$$

По формулам (53) и (54) для заданного судна определяются величины $t_{\text{раз}}$ и $S_{\text{раз}}$,после чего в диапазоне с интервалом в 60 с по формулам (49) и (51) определяются текущие значения v и S .Результаты расчетов оформляются в виде графиков зависимостей $v, S = f(t)$.

3.3.4.Расчет торможения судна.Процесс экстренного торможения судна состоит из двух периодов:

первый – от подачи команды до начала работы движителей на задний ход;

второй –от начала работы движителей на задний ход до полной остановки судна.

В соответствии с требованиями Российского Речного Регистра (РРР) продолжительность первого периода принимается равной $t_{т1} = 25\text{с}.$

Скорость в конце первого периода активного торможения, м/с

$$v_{т1} = \frac{v_0}{1 + a_1 v_0 t_{т1}}, \tag{55}$$

путь, проходимый судном за время первого периода, м

$$S_{т1} = \frac{1}{a_1} \ln\ (1 + a_1 v_0 t_{т1}). \tag{56}$$

Изменение скорости судна, м/с, во втором периоде активного торможения

$$v = c_2 \text{tg}\left(\text{arctg}\ \left(\frac{v_{т1}}{c_2} \right) - a_1 c_2 t \right), \tag{57}$$

изменение проходимого судном пути, м, во втором периоде активного торможения

$$S = \frac{1}{a_1} \ln \frac{\cos\left(\varepsilon_2 - a_1 c_2 t\right)}{\cos \varepsilon_2}, \tag{58}$$

где

$$\varepsilon_2 = \text{arctg}\left(\frac{v_{т1}}{c_2} \right). \tag{59}$$

Продолжительность, с, второго периода торможения

$$t_{т2} = \frac{1}{a_1 c_2} \text{arctg}\left(\frac{v_{т1}}{c_2} \right), \tag{60}$$

путь, проходимый судном, м, во втором периоде,

$$S_{т2} = \frac{1}{2a_1} \ln\left(1 + \left(\frac{v_{т1}}{c_2}\right)^2\right), \qquad (61)$$

Суммарное время активного торможения

$$t_т = t_{т1} + t_{т2}. \qquad (62)$$

Общая длина проходимого судном пути:

$$S_т = S_{т1} + S_{т2}. \qquad (63)$$

По приведенным формулам определяются величины $S_т$ и $t_т$, затем по выражениям (57) и (61) с интервалом 30 с рассчитываются текущие значения параметров S и v.

По материалам расчетов строятся графические зависимости $v, S = f(t)$ для всего маневра активного торможения. При этом началам зависимостей для второго периода будет соответствовать точка графика $v_{т1}$ и $S_{т1}$ при $t_т = 25$ с.

3.3.5. Расчет свободного торможения (выбега) судна.Первые периоды активного и свободного торможения (периоды остановки винтов) одинаковы, параметры: $t_{т1} = t_{в1} = 25$, $v_{т1} = v_{в1}$, $S_{т1} = S_{в1}$.

Изменение скорости судна, м/с, и проходимого судном пути, м, во втором периоде выбега оценивается по формулам

$$\left.\begin{aligned} v_в &= \frac{v_0}{1 + a_2 v_0 t}, \\ S_в &= \frac{1}{a_2} \ln(1 + a_2 v_0 t). \end{aligned}\right\} \qquad (64)$$

Конечные значения времени, с, и проходимого судном пути, м, во втором периоде свободного торможения выражаются уравнениями

$$\left.\begin{aligned} t_{в2} &= \frac{1}{a_2}\left(\frac{1}{v_{в2}} - \frac{1}{v_0}\right), \\ S_{в2} &= \frac{1}{a_2}\ln\left(1 + a_2 v_0 t_{в2}\right). \end{aligned}\right\} \qquad (65)$$

Общее время, с, и путь, м, свободного торможения имеют вид

$$\left.\begin{aligned} t_в &= t_{в1} + t_{в2}, \\ S_в &= S_{в1} + S_{в2}. \end{aligned}\right\} \qquad (66)$$

По аналогии с разгоном и активным торможением необходимо по формуле (65) с интервалом времени 200 с рассчитать текущие значения скорости v и пути S во втором периоде выбега и по результатам расчетов построить графические зависимости $v, S = f(t)$.

Описанные выше расчеты характеристик активного и свободного торможения выполняются для трех начальных режимов движения (полный ход, средний ход и малый ход) с сохранением полного заднего хода во втором периоде активного торможения ($P^{зх}_{в\,шв} = \text{const}$). При этом длительность первого периода торможения в каждом из начальных режимов, с, рекомендуется определять по приближенному выражению:

$$t_{т1} = t_{в1} = 25\left(\frac{n}{n_0}\right)^2, \qquad (67)$$

а в формуле (64) вместо v_0 следует подставлять начальную скорость $v_{в2}$ равную $0{,}1v_0$

В конце раздела строится обобщенный график инерционных характеристик судна (Рис.4.) и делаются выводы о величине инерционных характеристик и влиянии на них режимов движения судна, а также дается сравнение длины пути активного торможения с нормативом, определяемым по следующим формулам:

1. Для судов, поднадзорных Российскому Речному Регистру,

$$S_т = 30{,}7\sqrt[3]{\delta \cdot L \cdot B \cdot T} + 1{,}28L. \qquad (68)$$

2. Для судов, поднадзорных Российскому Морскому Регистру Судоходства,

$$S_т \le 6L. \qquad (69)$$

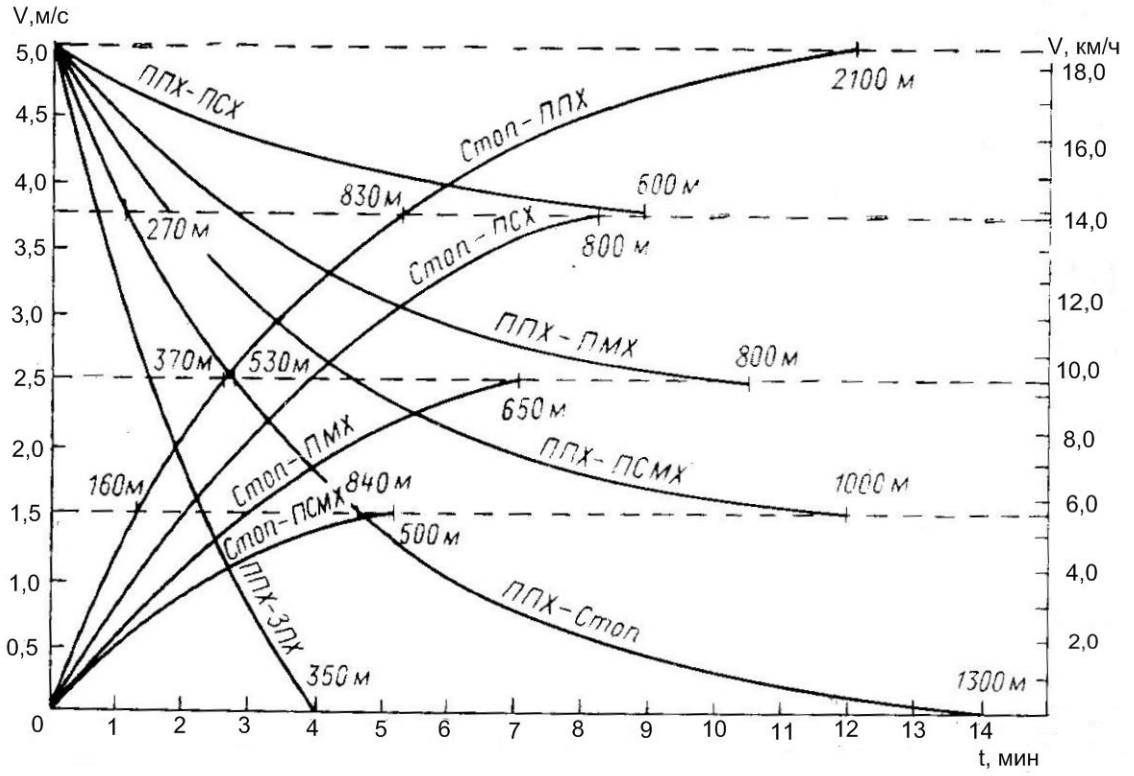


Рис.4. Обобщенный график инерционных характеристик судна

3.4. Расчет инерционных характеристик судна (торможение) на мелководье

При расчетах следует внести коррективы, учитывающие падение скорости на мелководье. С этой целью используют вспомогательный коэффициент $F_м$ [10]:

$$v_м = \bar{v}_м \cdot v_{зад}, \text{ м;} \tag{70}$$

$$\bar{v}_м = \sqrt{\sqrt{\left(\frac{0{,}5}{F_м}\right)^2 + \frac{1}{F_м}} - \frac{0{,}5}{F_м}}; \tag{71}$$

$$F_м = 5\left[\left(\frac{T}{H}\right)\ \frac{v_{зад}}{\sqrt{gH}}\right]^2, \tag{72}$$

где H – глубина фарватера, м;

g– ускорение свободного падения(g= 9,81 м/с^2).

Дальнейшие расчеты инерционных характеристик судна приводятся в последовательности, указанной в пункте **3.3.4**,как и для судна на глубокой воде.

4. Состав и оформление курсовой работы

Расчетно-пояснительная записка курсовой работы должна включать: титульный лист, задание на курсовую работу, содержание, введение, разделы пояснительной записки в соответствии с настоящими методическими указаниями, заключение, список использованной литературы. Во введении излагаются цель и задачи курсовой работы, порядок их решения. Заключение содержит основные результаты и выводы, полученные в курсовой работе.

В содержании последовательно перечисляются заголовки разделов, подразделов, с указанием номеров страниц, на которых помещены заголовки.

Пояснительная записка выполняется рукописным или компьютерным способом на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (297 × 210 мм) без рамки.

Поля должны оставляться по всем четырем сторонам листа: левое – 30 мм, правое – не менее 10 мм, верхнее и нижнее – не менее 20 мм.

Текст пояснительной записки разделяют на разделы, подразделы и пункты. Разделы и подразделы обязательно должны иметь заголовок. Наименование разделов должно быть кратким и записываться в виде заголовков прописными буквами вертикальным шрифтом. Наименования подразделов записываются в виде заголовков строчными буквами. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Расстояние между заголовком и последующим текстом должно быть равно 10 мм. Расстояние между последней строкой текста и последующим заголовком должно быть равно 15 мм. Не допускается подчёркивать заголовки разделов и подразделов, а также выполнять их цветными.

Нумерация страниц пояснительной записки должна быть сквозной. Первой страницей является титульный лист, второй – задание на проектирование и т.д. Номер страницы проставляется арабскими цифрами в правом верхнем углу листа без точек или тире. На титульном листе номер не ставится.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими стандартами.

После формулы помещают перечень всех принятых в ней символов, с расшифровкой значения и указанием размерности. Значение каждого символа дают с новой строчки, в последовательности, приведенной в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где», без двоеточия после него.

После записи формулы в символах после знака равенства записывается в той же последовательности формула в числовых величинах и затем приводится окончательный результат.

Промежуточные расчеты не приводятся.

Формулы нумеруются арабскими цифрами. Порядок нумерации сквозной в пределах пояснительной записки. Номер ставится с правой стороны листа на уровне формулы, в круглых скобках.

Ссылка в тексте на порядковый номер формулы дается в скобках, например, «… в формуле (24)...».

Номер источника, откуда взята формула, указывается в квадратных скобках.

Иллюстрации выполняются на листах формата А4. Все иллюстрации нумеруются арабскими цифрами в пределах пояснительной записки (например, рис. 1, рис. 2 и т.д.).

Иллюстрации должны иметь тематическое название, а при необходимости и пояснительные данные, соответствующие содержанию иллюстрации и расположенные под рисунком. Иллюстрации располагаются по тексту пояснительной записки (как можно ближе к соответствующим частям текста).

Графики оформляют или на миллиметровой бумаге или компьютерным способом. График строится внутри прямоугольника, две стороны которого служат осями координат. Нанесение масштабных цифр по осям координат обязательно для любого графика. Цифры ставятся вне контура. Координатные стрелки не наносятся.

Надписи, обозначающие величины, отложенные по осям, располагаются строкой, параллельной оси. Цифровой материал оформляют в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь тематический заголовок, раскрывающий ее содержание.

Все таблицы должны быть пронумерованы арабскими цифрами в пределах пояснительной записки. Над правым верхним углом над тематическим заголовком помещают надпись «Таблица...» с указанием ее по рядкового номера.

При переносе таблицы на другой лист заголовок таблицы повторяют и над ней указывают: «Продолжение табл. ....».

Таблицу помещают в тексте сразу за первым упоминанием о ней. Допускается помещать таблицы по порядку номеров в конце текста соответствующего раздела.

Заголовки таблиц указываются в единственном числе. Диагональное деление головки таблицы не допускается. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм. Горизонтальные линии строк проводить не следует. Графу «№ п/п» в таблицу не включают.

Числовые величины в одной графе должны иметь одинаковое количество десятичных знаков.

Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, математических и других символов не допускается.

Библиографический список

1. **Наставление по штурманской службе на судах речного флота РФ**. – Л.:Транспорт,1987. – 147с.

2.**Управление судами и составами** : учебник для ин-тов-водн.тр-та / Н.Ф. Соларев [и др.] ;доп.Управлением кадров и учеб.заведенийМинречфлота РСФСР для ин-товводн.тр-та. – 2-е изд.,перераб. и доп. – М.: Транспорт,1983. – 296 с.

3. **Соларев, Н.Ф.** Безопасность маневрирования судов и составов / Н.Ф. Соларев. –М.: Транспорт, 1980. – 215 с.

4.**Рыжов, Л.М.** Маневренность речных судов и составов :учеб.пособие для слушателей курсов повышения квалификации. ч.3 : Натурные испытания / Л.М. Рыжов, Н.Ф. Соларев ; ГИИВТ. –Горький Волго-Вят.кн.изд-во,1970. – 90с.

5. **Ходкость и управляемость судов**:учеб. для вузов / под ред. В.Г. Павленко. –М.: Транспорт, 1991. – 387 с.

6. **Снопков, В.И.**Управлениесудном:учеб. для вузов / В.И. Снопков. –3-е изд. перераб. и доп. – СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. – 536 с.

7. **Павленко, В.Г.** Элементы теории судовождения на внутренних водных путях. Инерционные качества речных судов и составов: учеб.пособие для судовод.спец.ин-товвод.тр-та / В.Г. Павленко ;доп.Управлением кадров и учеб.заведенийМинречфлота РСФСР для ин-товводн.тр-та. -М.: Транспорт, 1971. – 144 с.

8.**Павленко В.Г.**Маневренные качества речных судов :Упарвляемость судов и составов: учеб.пособие для судовод.спец.ин-товвод.тр-та / В.Г. Павленко ; доп.Управлением кадров и учеб.заведенийМинречфлота РСФСР для ин-товводн.тр-та. -М.:Транспорт,1979. – 183 с.: ил.

9.Оформление дипломных работ по специальности «Судовождение»: метод.указания для студ. оч. и заоч. обуч. / сост.: А.Н.Клементьев, В.И. Тихонов, П.Н. Токарев. – Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2010. – 28с.

10. **Управление судами и безопасность плавания**:метод.указ.квып.лабор.работ для студ.очн.и заоч. обучения по спец. 2402 А.Н. Клементьев [и др.]. – Н. Новгород : ВГАВТ,2002. – 56с. – б/ц.

Оглавление

	с
1. Основные обозначения……	1
2. Общие положения……..	3
3. Составление информации о маневренных элементах судна...	4
3.1. Определение элементов поворотливости судна на глубокой воде……	4
3.2. Определение элементов поворотливости судна на мелководье……..	19
3.3. Определение инерционных характеристик судна на глубокой воде……	21
3.4. Определение инерционных характеристик судна (торможение) на мелководье……...	29
4. Состав и оформление курсовой работы……	29
Библиографический список……	32

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Технико-эксплуатационные характеристики судов

Наименование Исходных данных	Сормовский	Сормовский (Португ.)	Волга	Сибирский	Сибирский	Морской	Нижегородец
	1557	488АМ	19610	02225	292	1814	16511
	1	2	3	4	5	6	7
1. Основные размеры (расчетные) и характеристики судна:							
1.1. Длина, L, м	110,5	112,5	134,5	121,7	124,0	83,3	99,0
1.2. Ширина, B, м	13,0	13,0	16,4	15,6	15,4	12,0	16,2
1.3. Осадка, T, м	3,5	3,5	3,5	3,2	3,0	3,3	3,5
1.4. Коэффициент полноты ватерлинии, α	0,891	0,845	0,860	0,895	0,895	0,880	0,868
1.5. Коэффициент водоизмещения, δ	0,818	0,782	0,830	0,910	0,920	0,809	0,792
1.6. Коэффициент мидель-шпангоута, β	0,990	0,987	0,980	0,990	0,990	0,895	0,993
1.7. Коэффициент диаметрального батокса, σ	0,920	0,900	0,900	0,840	0,830	0,890	0,910
1.8. Боковая площадь парусности, $S_{\text{п}}$, м	480	490	580	542	525	320	520

1.9. Отстояние ЦП от ЦМ, $l_{\text{п}}$, м	-3,5	-4,0	-4,0	-3,5	-3,5	-2,1	-3,0
1.10. Мощность главных двигателей, N , кВт	970	1275	1940	1324	1324	1030	1800
1.11. Число главных двигателей, n , ед.	2	2	2	2	2	2	2
1.12. Частота вращения главных двигателей, n_0 об/мин.	330	375	320	300	300	300	375
1.13. Диаметр винта, $D_{\text{в}}$, м	1,6	1,7	1,8	1,500	1,70	1,9	2,2

Продолжение табл.

	1	2	3	4	5	6	7
1.14. Шаг винта, $H_в$, м	1,8	1,4	1,6	1,572	1,23	1,4	1,97
1.15. Дисковое отношение, Θ	0,502	0,631	0,745	0,630	0,640	0,502	0,680
1.16. Число винтов, Z, ед.	2	2	2	2	2	2	2
1.17. Тип органа управления	*	*	*	*	*	*	*
1.18. Скорость движения, v_0, км/ч	21,0	21,0	21,5	19,10	20,5	20,5	21,5
1.19. Сопротивление воды движению судна, R_0, кН	95,0	110,0	165,0	168,0	171,0	76,0	120,0
1.20. Масса якоря, $m_я$, т	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,4	2,5
1.21. Калибр якорной цепи, d, мм	43	43	43	43	43	41	43
1.22. Отношение коэффициента полноты носовой и кормовой половин диаметрального батокса $\overline{\sigma} = \sigma_н / \sigma_к$	1,035	1,024					

Примечание:
1. * Рули (2), насадки (2)+средний руль.
2. Тип рулевого органа судна задается преподавателем.

Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант				
	8	9	10	11	12
	И. Щепетов	Ладога	Ладога	Ладога	Сормовский
	1810	16511	16511	16510	289
1.1.	100,0	78,0	77,6	79,4	110,2
1.2.	16,0	11,8	12,0	11,8	13,0
1.3.	3,5	3,5	3,5	3,5	3,75
1.4	0,794	0,848	0,848	0,848	0,891
1.5.	0,784	0,744	0,760	0,780	0,818
1.6.	0,993	0,990	0,990	0,990	0,997
1.7.	0,920	0,900	0,920	0,900	0,920
1.8.	540	280	280	320	510
1.9.	-3,0	-3,0	-3,0	-3,5	-3,6
1.10.	1800	1280	1280	862	975
1.11.	2	2	2	2	2
1.12.	375	300	300	300	320
1.13.	2,2	1,8	1,8	1,8	1,9
1.14.	1,97	1,26	1,32	1,35	1,8
1.15.	0,660	0,540	0,540	0,540	0,560
1.16.	2	2	2	2	2
1.17.	*	*	*	*	*
1.18.	21,8	22,5	23,0	19,8	20,0
1.19.	120,0	86,0	93,0	71,0	97,0
1.20.	2,5	1,75	1,75	1,75	1,5
1.21.	43	43	43	43	43
1.22.					

Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант				
	13	14	15	16	17
	Балтийский	Балтийский	Волго-Балт	Волго-Балт	Якутск
	613	781Э	791	2-95А	1743
1.1.	90,2	92,1	110,2	110,6	105,0
1.2.	13,0	13,0	13,0	13,0	14,8
1.3.	3,4	3,5	3,5	3,5	3,0
1.4	0,760	0,875	0,887	0,904	0,880
1.5.	0,762	0,780	0,816	0,825	0,827
1.6.	0,990	0,970	0,998	0,994	0,998
1.7.	0,880	0,900	0,900	0,910	0,905
1.8.	410	395	440	510	373
1.9.	-3,5	-1,8	-5,2	-4,9	-1,8
1.10.	1280	882	882	1030	1030
1.11.	2	2	2	2	2
1.12.	330	300	300	300	300
1.13.	1,8	1,7	1,7	1,65	1,7
1.14.	1,6	1,76	1,75	2,0	1,65
1.15.	0,561	0,510	0,510	0,581	0,58
1.16.	2	2	2	2	2
1.17.	*	*	*	*	*
1.18.	23,0	20,0	20,0	20,0	20,8
1.19.	97,9	71,0	75,0	94,0	105,0
1.20.	1,5	1,5	1,75	1,75	1,5
1.21.	43	43	43	43	43
1.22.				1,032	1,065

Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант				
	18	19	20	21	22
	Волго-Балт (Чеш.)	Амур	Волжский (укороч.)	СТК	Контейнеровоз
	КУ92-040	925А	0574-АМ	326.1	326
1.1.	112,4	112,4	103,8	78,0	78,1
1.2.	13,0	13,0	16,5	11,6	11,6
1.3.	3,5	3,5	3,49	3,2	3,0
1.4.	0,895	0,875	0,945	0,925	0,945
1.5.	0,920	0,920	0,830	0,837	0,833
1.6.	0,990	0,990	0,996	0,990	0,990
1.7.	0,895	0,895	0,854	0,940	0,940
1.8.	660	750	800	600	600
1.9.	-3,5	-3,5	-2,6	-1,0	-1,0
1.10.	1030	1030	1765	882	882
1.11.	2	2	2	2	2
1.12.	300	300	375	250	250
1.13.	1,8	1,8	1,8	1,79	1,79
1.14.	1,7	1,7	1,5	1,86	1,80
1.15.	0,641	0,641	0,621	2,59	2,59
1.16.	2	2	2	2	2
1.17.	*	*	*	Комплекс Энкеля $S_{р_{ср}} = 2,59$ м^2	Комплекс Энкеля $S_{р_{ср}} = 2,59$ м^2
1.18.	19,0	19,0	21,0	21,5	21,0
1.19.	100,0	103,0	130,0	90,0	80,0
1.20.	1,75	1,75	2,0	1,25	1,2
1.21.	43	43	43	34	34
1.22.					

Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант					
	23	24	25	26	27	28
	Овоще-воз	Финский 1000/800	Онего	Нефтеру-довоз	Волго-нефть	Волго-нефть
	19620	ТУ-3-100А		1553	1577	550А
1.1.	83,0	78,0	72,0	115,3	128,6	128,6
1.2.	12,0	11,0	11,0	13,2	16,5	16,5
1.3.	1,8	2,4	3,5	3,5	3,5	3,5
1.4.	0,933	0,891	0,738	0,893	0,902	0,902
1.5.	0,857	0,824	0,765	0,823	0,845	0,825
1.6.	0,998	0,995	0,992	0,998	0,998	0,998
1.7.	0,975	0,910	0,900	0,905	0,915	0,915
1.8.	620	272	320	560	540	580
1.9.	+2,0	-1,8	-1,5	-5,1	-5,1	-5,1
1.10.	880	588	1370	882	1470	1470
1.11.	2	2	1	2	2	2
1.12.	250	350	350	300	375	375
1.13.	1,7	1,5	1,8	1,7	1,55	1,55
1.14.	1,7	1,43	1,85	1,75	1,5	1,50
1.15.	0,610	0,450	0,720	0,720	0,620	0,620
1.16.	2	2	1	2	2	2
1.17.	*	*	*	*	*	*
1.18.	18,0	19,0	22,0	20,3	20,0	20,0
1.19.	70,0	55,0	94,0	99,0	130,0	115,0
1.20.	1,0	1,0	1,0	1,75	2,0	2,0
1.21.	34	34	34	43	43	43
1.22.				1,028		1,066

Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант			
	29	30	31	32
	Волгонефть	Ленанефть	Ленанефть	Волго-Дон
	630	621	Р-77	507Б
1.1.	134,1	117,7	105,0	135,0
1.2.	16,5	14,8	14,0	16,5
1.3.	3,5	3,1	2,5	3,5
1.4.	0,914	0,898	0,880	0,935
1.5.	0,843	0,856	0,827	0,851
1.6.	0,999	0,998	0,993	0,996
1.7.	0,920	0,950	0,880	0,905
1.8.	600	368	368	630
1.9.	-4,5	-2,1	-2,1	-5,3
1.10.	1765	970	970	1475
1.11.	2	2	2	2
1.12.	375	330	330	375
1.13.	1,7	1,7	1,7	1,8
1.14.	1,307	1,65	1,65	1,5
1.15.	0,872	0,724	0,724	0,621
1.16.	2	2	2	2
1.17.	*	*	*	*
1.18.	19,0	19,0	19,0	20,0
1.19.	142,0	125,0	85,0	145,0
1.20.	2,25	2,0	1,5	1,75
1.21.	46	46	43	43
1.22.				1,090

Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант				
	33	34	35	36	37
	Волго-Дон	Волжский без приставки	Волжский с приставкой	Калинин-град	Шестая пятилетка
	1565	05074	05074	05074-М	21-88
1.1.	135,0	135,0	256,0	100,0	90,0
1.2.	16,5	16,4	16,5	12,2	13,0
1.3.	3,5	3,5	3,5	2,8	2,9
1.4.	0,935	0,935	0,935	0,903	0,902
1.5.	0,841	0,851	0,851	0,818	0,837
1.6.	0,996	0,997	0,997	0,997	0,998
1.7.	0,905	0,910	0,910	0,920	0,900
1.8.	580	800	1200	267	253
1.9.	-5,5	-5,6	-4,8	-1,2	-1,0
1.10.	1322	1765	1765	773	735
1.11.	2	2	2	2	2
1.12.	375	375	375	300	350
1.13.	1,8	1,8	1,8	1,7	1,63
1.14.	1,5	1,5	1,5	1,89	1,47
1.15.	0,621	0,621	0,621	0,551	0,452
1.16.	2	2	2	2	2
1.17.	*	*	*	*	*
1.18.	20,0	20,0	19,0	20,0	19,0
1.19.	145,0	150,0	170,0	98,0	72,0
1.20.	1,75	1,75	1,75	1,75	1,2
1.21.	43	43	43	43	34
1.22.		1,083			1,037

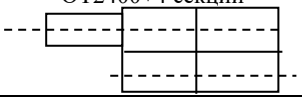
Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант				
	38	39	40	41	42
	Ок-ский	Русь	В. Ильич	М.Горь-кий	В.Куйбы-шев
	Р-97Т	302	301	Q-040	92016
1.1.	90,0	124,5	118,0	102,9	126,5
1.2.	15,0	16,0	16,0	12,8	16,0
1.3.	2,3	3,0	2,8	2,2	2,85
1.4.	0,887	0,867	0,862	0,800	0,810
1.5.	0,813	0,675	0,677	0,700	0,700
1.6.	0,995	0,898	0,888	0,965	0,970
1.7.	0,920	0,910	0,900	0,920	0,910
1.8.	265	1250	1200	1100	1300
1.9.	-2,2	+1.2	+2,0	+1.7	+1,5
1.10.	558	2208	2208	1325	2208
1.11.	2	3	3	2	3
1.12.	300	375	375	375	350
1.13.	1,2	1,8	1,8	1,75	1,9
1.14.	1,05	1,675	1,600	1,280	1,450
1.15.	0,481	0,652	0.673	0,650	0,625
1.16.	2	3	3	2	3
1.17.	*	рули (5) комплекс Энкеля $S_{p_{ср}}$=2,6 м^2	рули (5) комплекс Энкеля $S_{p_{ср}}$=2,6 м^2	рули (2)	рули (3)
1.18.	16,5	25,4	25,4	22,0	26,1
1.19.	64,0	138,0	144,0	69,0	160,4
1.20.	1,0	1,6	1,62	1,25	1,75
1.21.	25	47	47	37	46
1.22.	1,017	1,078		1,034	1,041

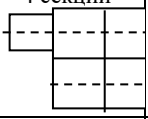
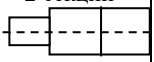
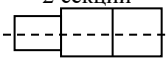
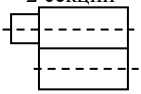
Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант			
	43	44	45	46
	С. Есенин	Севан	Родина	А.Никитин
	Q-065	646	588	26-37
1.1.	83,0	62,0	90,0	90
1.2.	13,0	9,4	12,0	11,65
1.3.	1,65	2,2	2,2	2,2
1.4.	0,805	0,765	0,775	0,780
1.5.	0,670	0,600	0,570	0,560
1.6.	0,980	0,845	0,860	0,866
1.7.	0,920	0,900	0,900	0,910
1.8.	800	700	850	870
1.9.	+1,2	+1.1	+1,9	+1,4
1.10.	658	588	882	1158
1.11.	2	2	3	3
1.12.	420	300	250	570
1.13.	1,25	1,25	1,6	1,68
1.14.	1,125	1,40	2,0	1,73
1.15.	0,625	0,553	0,550	0,499
1.16.	3	2	3	3
1.17.	Рули (3)	Рули (2)	Рули (3)	Рули (3)
1.18.	22,6	22,0	25,0	26,0
1.19.	70,0	44,0	79,0	82,0
1.20.	1,46	1,40	1,35	1,35
1.21.	37	34	34	34
1.22.			1,215	

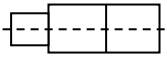
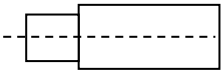
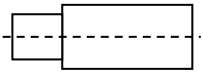
Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант		
	47	48	49
	Композитор Глазунов	Дунай	ОТ2400+4 секции 
	785	305	Н3291+1787У
1.1.	76,0	76,0	275,8
1.2.	9,6	10,5	28,0
1.3.	1,9	1,4	3,5
1.4.	0,810	0,800	0,983
1.5.	0,710	0,740	0,900
1.6.	0,990	0,970	0,997
1.7.	0,920	0,900	0,920
1.8.	620	600	460
1.9.	+1,2	+2,5	-1.2
1.10.	588	588	1766
1.11.	2	2	2
1.12.	275	275	375
1.13.	1,5	1,1	1,85
1.14.	2,2	1,1	1,52
1.15.	0,550	0,650	0,891
1.16.	2	2	2
1.17.	Рули (2)	Рули (2)	Рули (2)
1.18.	20,0	19,0	15,8
1.19.	38,0	40,0	260,0
1.20.	0,6	1,25	1,75
1.21.	34	34	43
1.22.		1,05	

Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант			
	50	51	52	53
	ОТ2000+ 4 секции 	ОТ2000 + 2 секции 	Дунайский+ 2 секции 	Дунайский+ 2 секции 
	428+1787	428+1787	749; 112+1787	749; 112+Р-79А
1.1.	237,2	237,2	232,8	135,6
1.2.	28,0	14,0	14,0	28,0
1.3.	3,5	3,5	3,5	3,5
1.4.	0,953	0,953	0,953	0,972
1.5.	0,904	0,904	0,904	0,897
1.6.	0,997	0,997	0,997	0,998
1.7.	0,920	0,920	0,920	0,930
1.8.	480	480	470	280
1.9.	-1.3	-1.3	-1,2	-1,1
1.10.	1470	1470	985	985
1.11.	2	2	2	2
1.12.	375	375	350	350
1.13.	1,71	1,71	1,87	1,87
1.14.	1,64	1,64	1,69	1,69
1.15.	0,840	0,840	0,450	0,579
1.16.	2	2	2	2
1.17.	Насадки (2)	Насадки (2)	Насадки (2)	Насадки (2)
1.18.	14,4	17,5	14,9	14,0
1.19.	170,0	120,0	100,0	120,0
1.20.	1,75	1,75	1,75	1,75
1.21.	43	43	43	43

Продолжение табл.

№	Тип и проект судна, вариант		
	54	55	56
	ОТ-1500+2секции 	ОТ-800+1секция 	Волгарь+1секция 
	Р-153+Р-79А	758+81500	Р45Б+1745
1.1.	231,8	120,5	140,0
1.2.	14,0	14,0	14,0
1.3.	3,7	3,5	3,5
1.4.	0,972	0,942	0,943
1.5.	0,897	0,872	0,863
1.6.	0,998	0,995	0,999
1.7.	0,930	0,930	0,925
1.8.	-	-	-
1.9.	-	-	-
1.10.	1102	588	442
1.11.	2	2	2
1.12.	350	275	350
1.13.	2,1	1,66	1,40
1.14.	2,35	1,69	1,34
1.15.	0,480	0,450	0,525
1.16.	2	2	2
1.17.	Насадки (2)	Насадки (2)	Насадки (2)
1.18.	17,5	14,2	14,8
1.19.	130,0	60,0	52,0
1.20.	1,75	1,5	1,5
1.21.	43	34	34

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
МОРСКОГО И РЕЧНОГО
ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Волжский государственный
университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород,
603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №__1__

1. Основные параметры криволинейного движения судна.
2. Внешние признаки выхода судна на мелководный участок.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
МОРСКОГО И РЕЧНОГО
ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Волжский государственный
университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород,
603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №__2__

1. Силы и моменты, действующие на судно при криволинейном движение.
2. Причины приращения осадки судна на мелководье.

Зав. кафедрой **Р.С.** Хвостов

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №__3__

1. Изменение угла дрейфа и радиуса циркуляции по длине судна. Полюс поворота.

2. Влияние мелководья на движущееся судно.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №__4__

1. Гидродинамические силы и моменты, возникающие на корпусе судна.

2. Влияние ветра на параметры движения судна.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №__5__

1. Силы и моменты, создаваемые движительно – рулевым комплексом судна.

2. Допустимые значения угла ветрового дрейфа и потребного угла перекладки рулевых органов для удержания судна на заданном курсе.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №__6__

1. Схематизация и общая математическая модель криволинейного движения судна.

2. Измерение скорости и направления кажущегося ветра на судне.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

МОРСКОГО И РЕЧНОГО

ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №__7__

1. Силы, возникающие на изолированном судовом руле.

2. Положение поворотных насадок с раздельным управлением для осуществления движения судна лагом в режиме работы движителей «враздрай»?

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
МОРСКОГО И РЕЧНОГО

ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_8__

1. Влияние корпуса судна и работающих движителей на силы, возникающие на судовых рулях.

2. Преимущества двухвинтовых судов по сравнению с одновинтовыми.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_9__

Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

1. Силы, возникающие на комплексе «винт – поворотная насадка».
2. Особенности управления трехвинтовыми судами.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_10__

ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

1. Циркуляция судна, ее элементы и периоды.

2. Положение поворотных насадок с раздельным управлением для достижения максимальной угловой скорости поворота судна при работе движителей «враздрай»?

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО

ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_11__

ул. Нестерова, 5, Нижний
Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

1. Изменение кинематических параметров циркуляционного движения и действующих на судно сил по периодам циркуляции.

2. Преимущество винта с регулируемым шагом по сравнению с винтом фиксированного шага.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
МОРСКОГО И РЕЧНОГО
ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний
Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_12__

1. Диаграмма управляемости судна и ее анализ.

2. Определение величины пути торможения на мерной миле.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_13__

1. Понятие о теоретической и эксплуатационной устойчивости судна на курсе и их оценка.

2. Определение диаметра циркуляции судна на мерной линии.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_14__

1. Крен судна на циркуляции и его учет в судовождении.

2. Определение диаметра циркуляции судна с помощью РЛС.

Зав. кафедрой  **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_15__

1. Учет влияния внешних факторов на элементы циркуляции.

2. Определение теоретической и эксплуатационной устойчивости судна.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_16__

1. Определение радиуса циркуляции в судовых условиях.

2. Влияние осадки судна на элементы циркуляции.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_17__

1. Особенности управления судами с поворотными насадками. Раздельное управление поворотными насадками.

2. Влияние крена судна на поворотливость и устойчивость на курсе.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_18__

1. Понятие об инерционных характеристиках судна и методы их определения.

2. Определение диаметра циркуляции с помощью РЛС.

Зав. кафедрой  **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
МОРСКОГО И РЕЧНОГО
ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_19__

1. Торможение судна под действием движителей. Расчет характеристик торможения.

2. Влияние дифферента на корму на управляемость судна.

Зав. кафедрой  **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_20__

1. Влияние ветра на ходкость и управляемость судов и составов, понятие о «показателе увальчивости».

2. Влияние дифферента на нос на управляемость судна.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_21__

1. Границы потери управляемости при ветре. Определение ширины ходовой полосы, занимаемой судном при движение с углом дрейфа.

2. Численные критерии оценки управляемости судов.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
МОРСКОГО И РЕЧНОГО
ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_22__

1. Управляемость судов при движении на заднем ходу.

2. Формы представления информации о маневренных характеристиках судна.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
МОРСКОГО И РЕЧНОГО
ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_23__

1. Гидродинамическое взаимодействие между движущимися судами и его учет.

2. Упор и полезная тяга винта.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
МОРСКОГО И РЕЧНОГО
ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_24__

1. Особенности управления судами с различным числом винтов. Управление одновинтовым и многовинтовым судами.

2. Влияние относительного удлинения руля на рулевую силу.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
МОРСКОГО И РЕЧНОГО
ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_25__

1. Маневренные качества судов и их определение в натурных условиях.
2. Угол атаки рулевого устройства.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
МОРСКОГО И РЕЧНОГО
ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_26__

1. Требование ИМО по обеспечению судов информацией о маневренных характеристиках.

2. Влияние попутного потока на рулевую силу.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО

ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_27__

1. Влияние скорости движения и осадки судна на его управляемость.
2. Влияние относительного удлинения руля на рулевую силу.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_28__

1. Особенности управления судном в условиях ветра. Учет ветрового дрейфа при проводке судна.

2. Угол атаки рулевого устройства.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951

Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_29__

1. Одновременное действие на судно ветра и течения.
2. Влияние попутного потока на рулевую силу.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних

бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_30__

1. Влияние мелководья на движущееся судно.
2. Влияние корпуса судна на рулевую силу.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

образования
«Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_31__

1. Влияние мелководья на поворотливость судна.

2. Выражения для определения составляющих гидродинамических усилий на корпусе судна.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_32__

1. Влияние мелководья на инерционные характеристики судна.

2. Зависимость величины гидродинамической силы на корпусе судна от угла дрейфа.

Зав. кафедрой  **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

«Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_33__

1. Влияние мелководья на просадку судна.

2.Изменение величины угла дрейфа по длине судна при криволинейном движении.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

«Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_34__

1. Особенности плавания судов по каналам, причины ограничения скоростей движения судов.

2. «Полюс поворота». Как определить его местоположение.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

«Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_35__

1. Гидродинамическое взаимодействие между движущимися судами в канале и его учет при расхождении и обгоне.

2. Дайте определение углов курса, дрейфа, скорости.

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_36__

1. Безопасная скорость ввода судна в камеру шлюза.

2. Дайте определение понятий «ходкость, управляемость, маневренность, устойчивости на курсе, поворотливость».

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

5 семестр *3* курса *2025/2026* учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

университет водного
транспорта» (ФГБОУ ВО
«ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний
Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_37__

1. Основные понятия и определения, характеризующие судно как управляемый объект.

2. Напишите зависимости, определяющие взаимосвязь кинематических параметров движения

Зав. Кафедрой **Р.С. Хвостов**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА**

Кафедра «Судовождения и безопасности

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

судоходства»

_5_ семестр _3_ курса _2025/2026_ учебного года
Экзамен по дисциплине « *Маневрирование и управление судном»*
Специальность 26.05.05 «Судовождение»
Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 37

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова, 5, Нижний Новгород, 603951
Тел. (831)419 – 79 – 51

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

Экзамен по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

_5_ семестр _3_ курса _2025/2026_ учебного года

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на внутренних водных путях и прибрежном плавании»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №____

1. Основные понятия и определения, характеризующие судно как управляемый объект.

2. Напишите зависимости, определяющие взаимосвязь кинематических параметров движения

Зав. Кафедрой  **Р.С. Хвостов**

Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

Министерство транспорта Российской федерации
Волжский государственный университет водного транспорта
Кафедра судовождения и безопасности судоходства

Осокин М.В.

Маневрирование и управление судном. Крепление грузов. Управление судном в шторм. Аварийная буксировка. Расчёты при посадке на мель. Постановка на якорь.

Справочное пособие для обучения студентов Судоводительского факультета по дисциплине «Маневрирование и управление судном» теоретическим основам действий, связанных с плаванием в неблагоприятных погодных условиях, аварийной буксировкой, креплением груза, постановкой судна на якорь и снятием судна с мели

Нижний Новгород
Издательство ФГБОУ ВО « ВГУВТ»
2021

УДК656.61.052:621.38
О-75

Маневрирование и управление судном. Крепление грузов. Управление судном в шторм. Аварийная буксировка. Расчёты при посадке на мель. Постановка на якорь: справочное пособие для обучения студентов очного и заочного обучения специальности 26.05.05. «Судовождение»/ М.В. Осокин – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2021.– 49 с.

Предназначено для обучения и подготовки к сдаче зачётов и экзаменов в процессе изучения дисциплины «Маневрирование и управление судном». Даёт понятие о методах расчётов, производимых в процессе креплении груза, аварийной буксировке и посадке на мель, о теоретических основах выбора курса и скорости судна при плавании в неблагоприятных погодных условиях, обосновании длины вытравленной цепи при постановке на якорь. Содержит варианты заданий для лабораторных работ по дисциплине «Маневрирование и управление судном».

Рецензент: к.т.н. Хвостов Р.С.

Работа рекомендована к изданию на заседании кафедры Судовождения и безопасности судоходства. Протокол № 6 от 02.04.21.

Содержание

1. Введение 4
2. Крепление грузов 4
3. Расчёт вероятных условий возникновения резонанса качки и слеминга 15
4. Расчёты, выполняемые при аварийной буксировке 20
5. Оценка возможности снятия судна с мели 29
6. Расчёт длины вытравленной цепи при постановке судна на якорь 33
7. Приложения 38
8. Литература 49

1. Введение.

Данное пособие призвано дать будущим судоводителям понятие о некоторых видах расчётов, производимых на практике для обеспечения безопасности плавания судна и сохранности грузов. Так крепление груза должно обезопасить этот груз от смещения или опрокидывания грузового места при качке, которое может привести не только к его повреждению, но и создать опасность для остойчивости и конструктивной целостности всего судна. Грамотный выбор скорости и курсового угла по отношению к волне позволяет избежать резонанса качки, который может привести к смещению груза, опрокидыванию судна, слемингу, сильным колебаниям нагрузки на главные двигатели, неблагоприятно сказывающимся на их работе или сильному заливанию палубы. У любого судна в принципе может возникнуть потребность в аварийной буксировке или снятии его с мели. Постановка на якорь в ожидании освобождения причала, лоцманской или ледовой проводки, при ожидании улучшения погоды и в других подобных случаях является обыденной, достаточно часто выполняемой операцией. В данном пособии содержатся задания для выполнения лабораторных работ, помогающих студенту освоить методики расчётов, которые могут понадобиться судоводителю в упомянутых случаях или помогающих наглядно объяснить логику выбора тех или иных действий, предпринимаемых для обеспечения безопасности плавания. В Приложениях к пособию приведены технические данные реально существующих судов и грузов, на примере которых необходимо выполнить требуемые расчёты. Результаты выполнения студентами лабораторных работ учитываются при выставлении им зачёта по дисциплине «Маневрирование и управление судном». Вопросы, рассматриваемые в данном пособии, включены в билеты Государственной итоговой аттестации, которую проходят выпускники по окончании обучения по специальности «Судовождение»

2. Крепление грузов.

На груз, находящийся на судне, подвергающемся качке, действует несколько видов сил. К ним относятся: **сила тяжести**, которая с одной стороны стремится сдвинуть груз вдоль наклонной палубы при крене

или дифференте судна и опрокинуть грузовое место, а с другой – создаёт **силу трения**, препятствующую такому сдвигу и сама препятствует опрокидыванию грузового места, а также **силы инерции**, стремящиеся сдвинуть и опрокинуть груз. Разность между суммой сил, стремящихся сдвинуть груз, и силой трения должна компенсироваться **силой натяжения крепёжных устройств** (цепных или тросовых найтовов с талрепами и такелажными скобами, крепёжных штанг, твистлоков, бриджфиттингов и иных устройств, применяемых для крепления контейнеров, специальных устройств, применяемых для крепления автомобилей и т.д.), которые одновременно должны успешно препятствовать опрокидыванию грузового места. Расчёт прочности грузовых крепёжных устройств строится на простом принципе: **суммарные нагрузки на крепёжные устройства не должны превышать разрывных усилий составных частей данных устройств, взятых с некоторым запасом.** При этом, естественно, в расчёт берётся так называемое «слабое звено», т.е., та составляющая крепёжного устройства, которая имеет наименьшее из всех разрывное усилие. Промышленностью производятся составляющие крепёжных устройств (цепи, тросы, скобы, талрепы и т.д.) со стандартными характеристиками (диаметр, количество прядей и проволок в каждой пряди, из которых свит трос и т.д.), выполненных из стандартных видов материалов. Величины разрывных усилий приводятся в каталогах, содержащих технические характеристики таких стандартных тросов, цепей, талрепов, скоб и других деталей. В расчётах крепёжных устройств отдельно рассматриваются горизонтальная продольная, горизонтальная поперечная и вертикальная составляющие действующих на груз сил гравитационной и инерционной природы (силы, действующие вдоль палубы, поперёк палубы и силы, стремящиеся оторвать груз от палубы в вертикальном направлении). Практика показывает, что в подавляющем большинстве случаев крепёжные устройства, способные противостоять поперечному смещению и поперечному опрокидыванию грузового места, будучи расположены под соответствующими углами по отношению к миделю и диаметральной плоскости судна, имеют достаточный запас прочности и для того, чтобы противостоять продольному смещению и отрыву груза от палубы. Поэтому в качестве примера будем рассматривать и рассчитывать только устройства, предотвращающие поперечное смещение и опрокидывание грузового места. Для отдельного расчёта продольного крепления в случае необходимости применяются аналогичные формулы.

При теоретических вычислениях сил, действующих при качке на грузовое место в направлении поперёк судна, рассматриваются их виды, изображённые на рис. 1.Под буквой а.) на этом рисунке изображено действие на грузовое место силы тяжести $P = mg$, направленной к центру масс Земли. Если разложить вектор этой силы на направления $P_y = P \sin \theta_{max}$поперёк палубы и$P_z = P \cos \theta_{max}$перпендикулярно палубе, увидим, что составляющая P_y стремится сдвинуть груз в сторону крена и создаёт опрокидывающий грузовое место момент с плечом $h/2$. Составляющая P_z создаёт силу трения Rи момент, препятствующий опрокидыванию грузового места с плечом $b/2$.Под буквой б.) изображено действие на грузовое место силы инерции. Она приблизительно равна

$$P_y' = m \cdot \sin\ \theta_{max} \cdot \left(\left(\frac{2\pi}{T_\theta} \right)^2 \cdot\cdot z + \left(\frac{2\pi}{T_d} \right)^2 \cdot r_0 \right) \qquad (1)$$

где m – масса грузового места, т.

g - ускорение свободного падения.

θ_{max} – амплитуда качки, град.

T_θ – период бортовой качки, с. Его можно найти по приведённой ниже формуле (17).

$T_в$ - период вертикальной качки, с.Его можно найти по приведённой ниже формуле (18).

z – возвышение центра тяжести груза над центром тяжести судна.

r_0 – радиус вращения центра тяжести судна на волне при вертикальной качке.

$$r_0 = \frac{h_в}{2} \qquad (2)$$

где $h_в$ – высота волны.

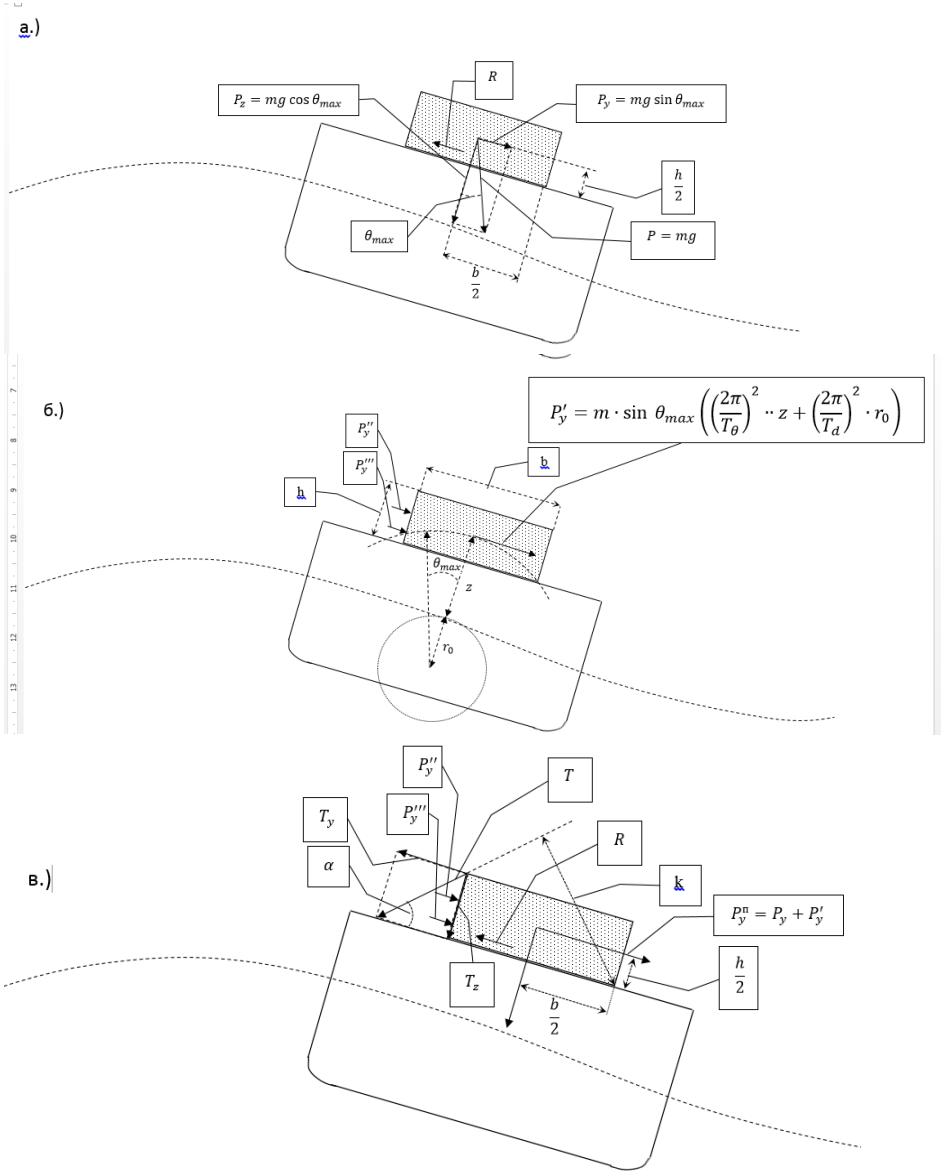


Рис. 1 . Силы, действующие на грузовое место при качке, направленные поперёк судна.

Таким образом совместное влияние поперечной составляющей силы тяжести и силы инерции можно оценить по формуле:

$$P_y^{\text{п}} = m\cdot\sin\,\theta_{max}\cdot\left[g + \left(\frac{2\pi}{T_\theta}\right)^2 \cdot\cdot z + \left(\frac{2\pi}{T_d}\right)^2 \cdot r_0\right] \qquad (3)$$

Для упрощения расчётов здесь принято, что судно при бортовой качке вращается относительно продольной оси, проходящей через центр тяжести судна (на самом деле эта ось находится в плоскости действующей ватерлинии). Сам же центр тяжести судна при вертикальной качке вращается по окружности с радиусом, равным радиусу вращения частиц воды на поверхности профиля волны. Этот радиус принимается равным половине высоты волны.

Помимо указанных выше сил на грузовое место, перевозимое на палубе, воздействуют стремящиеся сдвинуть груз сила динамического давления ветра P_y''и сила, вызванная гидродинамическим ударом волны при заливании палубы P_y''', которые можно определить по формулам (4) и (5):

$$P_y'' = 2S_y cos^2\theta_{max} \qquad (4)$$

где: $S_y = l\cdot h$ - боковая площадь парусности грузового места. Здесь l, h - длина и высота грузового места соответственно.

$$P_y''' = pS_y' \qquad (5)$$

где: $S_y' = a\cdot l$ – площадь заливания боковой поверхности груза.

p – гидродинамическое давление воды, кН/м ^{2} находится по графику рис. 2.

A – высота заливания груза, м

Сдвигу груза противодействует изображённая на рис. 1 в.) сила трения, которую находят по формуле (6):

$$R = m\cdot g\cdot k_{\text{тр}} \qquad (6)$$

где:$k_{\text{тр}}$ – коэффициент трения, составляющий при тернии металла о дерево 0,2, металла о резину 0,3, металла о металл 0,1, металла о мокрый металл – 0.

Одной силы трения для предотвращения сдвига груза при качке не достаточно. Разницу между суммой сил, определяемых по формулам (3, 4, 5) и силой трения, определяемой по формуле (6) необходимо компенсировать горизонтальной составляющей силы натяжения найтовов T_y, показанной на рис. 1 в.). Сила натяжения найтовов Tраскладывается на горизонтальную составляющую

$$T_y = T \cdot \cos\alpha \qquad (7)$$

и вертикальную составляющую T_z, определяемую по формуле:

$$T_z = T \cdot \sin\alpha \qquad (8)$$

Здесь α – угол наклона найтовов к палубе.

Вертикальная составляющая силы, создаваемой найтовами, создаёт добавочную силу трения:

$$R_1 = k_{\text{тр}} \cdot T \cdot \sin\alpha \qquad (9)$$



Рис. 2. Зависимость гидродинамического давления воды от высоты заливания груза.

Помимо этого, вертикальная составляющая силы натяжения найтовов препятствует опрокидыванию груза, создавая момент

$$M_{\text{в}} = T \cdot \sin\alpha \cdot k \qquad (10)$$

Здесь k - плечо действия найтовов (рис. 1 в.)

На практике расчёт держащей силы крепёжных устройств производится в соответствии с требованиями, изложенными в приложении 13 «Методы оценки эффективности устройств крепления нестандартных грузов» к документу[5].

В этом документе рассматриваются два упрощенных метода расчёта. При использовании первого из них требуемое разрывное усилие найтовов принимается равным весу грузового места. Второй метод заключается в следующем. Расчет внешних сил, действующих на груз в продольном, поперечном и вертикальном направлениях, производится по формуле:

$$P_{(x,y,z)} = m \cdot a_{(x,y,z)} + P_{W(x,y)} + P_{S(x,y)} \qquad (11)$$

Здесь$a_{(x,y,z)}$ – продольное, поперечное или вертикальное ускорение, действующее на груз, м/с^2. Значения ускорений принимаются в зависимости от места расположения груза по таблице, изображённой на рис. 3.

$P_{W(x,y)}$–продольная и поперечная сила давления ветра на груз, кН.

$$P_{W(x,y)} = 1.5 \cdot S_{(x,y)} \qquad (12)$$

$S_{(x,y)}$ – фронтальная или боковая площадь парусности грузового места соответственно, (S_y находится так же, как в формуле (4)).

$P_{S(x,y)}$–продольная и поперечная сила удара волн по грузу, кН.

$$P_{S(x,y)} = p \cdot S_{3(x,y)} \qquad (13)$$

$S_{З(x,y)}$ – площадь заливания поверхности груза, перпендикулярной оси x или y соответственно. $S_{З(x,y)}$находится путём умножения высоты заливания на ширину или длину грузового места соответственно.

P – сила удара волны принимается равной:

p = 7,4 кН при высоте заливания 0,6 м;

p = 19,6 кН при высоте заливания 1,2 м.

В диапазоне высот заливания от 0.6 до 1.2 м величина p определяется линейной интерполяцией.

Поперечное ускорение a_y в м/с^2										Продольное ускорение a_x в м/с^2
Верх палубы	7.1	6.9	6.8	6.7	6.7	6.8	6.9	7.1	7.4	3.8
Низ палубы	6.5	6.3	6.1	6.1	6.1	6.1	6.3	6.5	6.7	2.9
Твиндек	5.9	5.6	5.5	5.4	5.4	5.5	5.6	5.9	6.2	2.0
Трюм	5.5	5.3	5.1	5.0	5.0	5.1	5.3	5.5	5.9	1.5
Доля длины судна L	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	
Вертикальное ускорение a_z в м/с^2										
	7.6	6.2	5.0	4.3	4.3	5.0	6.2	7.6	9.2	

Рис. 3 . Значения ускорений, действующих на груз в зависимости от места его расположения на судне, рекомендуемые [5].

Приведенные величины поперечных и продольных ускорений включают составляющие сил тяжести и сил инерции при качке, направленные параллельно палубе. Величины вертикальных ускорений не включают составляющую статического веса грузового места.

Основные данные ускорений рассматриваются применительно к следующим условиям эксплуатации судна:

- неограниченный район плавания;
- любое время года;
- длина судна Lравна 100 м;
- эксплуатационная скорость суднаVравна 15 узлам;
- отношение $^{B}/_{GM} \geq 13$. (B - ширина судна,GM – метацентрическая высота).

Для судов, длина которых отличается от 100м и скорость которых отличается от 15 узлов, величины ускорений корректируются коэффициентами, приведенными в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Коэффициенты коррекции ускорений на длину и скорость судна

$^{L}/_{V}$	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180
9	1.20	1.09	1.00	0.92	0.85	0.79	0.70	0.63	0.57	0.53
12	1.34	1.22	1.12	1.03	0.96	0.90	0.79	0.72	0.65	0.60
15	1.49	1.36	1.24	1.15	1.07	1.00	0.89	0.80	0.73	0.68
18	1.64	1.49	1.37	1.27	1.18	1.10	0.98	0.89	0.82	0.76
21	1.78	1.62	1.49	1.38	1.29	1.21	1.08	0.98	0.90	0.83
24	1.93	1.76	1.62	1.50	1.40	1.31	1.17	1.07	0.98	0.91

Таблица 2

Коэффициенты коррекции ускорений на соотношения ширины и метацентрической высоты судна

B/GM	7	8	9	10	11	12
Верхпалубы	1.56	1.40	1.27	1.19	1.11	1.05
Низ палубы	1.42	1.30	1.21	1.14	1.09	1.04
Твиндек	1.26	1.19	1.14	1.09	1.06	1.03
Трюм	1.15	1.12	1.09	1.06	1.04	1.02

Поперечные и продольные найтовы для крепления груза выбираются в соответствии с данными о разрывных усилиях, выбираемыми из принятых в различных государствах стандартов на крепёжные устройства (тросы, ленты, цепи, скобы, талрепы и т.д.) или в соответствии с подобными данными, приведёнными производителями

крепёжных устройств в сертификатах на свои изделия. Суммарное разрывное усилие крепёжных устройств, используемых с каждой стороны грузового места, должно быть не менее усилия, возникающие в этих крепёжных устройствах в результате воздействия качки на это грузовое место. Для обеспечения надёжности креплений найтовы подбираются с некоторым запасом, рассчитываемым при помощи специального коэффициента. При этом, как правило, каждое крепёжное устройство состоит из нескольких элементов (грузовое место имеет проушину, к которой при помощи такелажной скобы крепится трос, натягиваемый при помощи талрепа, прикреплённого к другому концу троса. Талреп в свою очередь крепится скобой к приваренной к палубе проушине). Крепёжное устройство должно: быть, как можно более дешёвым, а также обеспечивать удобство работы с ним. Поэтому составляющие части такого устройства не должны быть слишком тяжёлыми, а тросы – слишком толстыми (чем толще трос, тем он тяжелее и дороже, помимо этого от толщины троса зависит, насколько легко изготовить на нём огон, в который заводится скоба). Поэтому вместо одного толстого троса с каждой стороны грузового места, как правило, заводится несколько более тонких тросов, суммарное разрывное усилие которых с учётом коэффициента запаса не менее суммарных усилий, действующих на это место в результате качки. То есть для расчёта необходимого минимального разрывного усилия составляются уравнения равновесия сил (пример приведён для найтова, удерживающего груз от поперечного смещения):

$$P_{y,} \leq k_{\text{тр}} \cdot m \cdot g + CS \cdot f \qquad (14)$$

Здесь CS–сила натяжения найтовов.

$$CS = {}^{MSL}/_{1,5} \qquad (15)$$

MSL – аббревиатура от слов Maximum Safe Load (максимальная безопасная нагрузка на крепёжное устройство). Она определяется по таблице 3 в зависимости от материалов, из которых изготовлено крепёжное устройство.

f – коэффициент, зависящий от угла наклона найтова к палубе α и коэффициента трения $k_{\text{тр}}$. Он находится по таблице 4.

Таблица 3

Определение MSL в зависимости от величины разрывного усилия

Материал	MSL
Соединительные скобы, кольца, огоны, талрепы из мягкой стали	50% разрывного усилия
Растительный трос	33% разрывного усилия
Стальной трос (одноразового пользования)	80% разрывного усилия
Стальной трос (многоразового использования)	30% разрывного усилия
Стальная лента (одноразового пользования)	70% разрывного усилия
Цепи	50% разрывного усилия

Таблица 4

Зависимость коэффициента f от $k_{\text{тр}}$ и α

$k_{\text{тр}}$ \ α	–30°	–20°	–10°	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0,3	0,72	0,84	0,93	1,00	1,04	1,04	1,02	0,96	0,87	0,76	0,62	0,47	0,30
0,1	0,82	0,91	0,97	1,00	1,00	0,97	0,92	0,83	0,72	0,59	0,44	0,27	0,10
0,0	0,87	0,94	0,98	1,00	0,98	0,94	0,87	0,77	0,64	0,50	0,34	0,17	0,00

Таким образом необходимое минимальное разрывное усилие слабого звена найтова можно найти по формуле:

$$F_{\text{разр}} = \frac{P_{y,} - k_{\text{тр}} \cdot m \cdot g}{f} \cdot 1{,}5 \cdot e \qquad (16)$$

Здесь e – коэффициент запаса, зависящий от материала, из которого изготовлено крепёжное устройство (табл. 3) ($e = 2$ для цепей, скоб, колец, талрепов, $e = 1{,}25$ для стального троса одноразового использования, 3,3 при многоразовом использовании троса и т.д.).

Если с каждой стороны грузового места заводится несколько найтовов, требуемое разрывное усилие делится на их количество. С полученной величиной заходим в каталог (в качестве примера см. приложение 2) и выбираем необходимые характеристики крепёжных устройств.

В данной работе необходимо подобрать стальные тросы для крепления груза в соответствии со своим вариантом задания на заданном судне из расчёта 2 троса с каждой боковой стороны грузового места двумя указанными выше способами.

3. Расчёт вероятных условий возникновения резонансной качки и слеминга.

В издаваемых в последние годы международных и национальных документах, касающихся безопасности мореплавания, например, [2] или [3], подчёркивается, что соблюдение обязательных критериев остойчивости судна на спокойной воде отнюдь не гарантирует безопасности плавания при неумелом управлении им на взволнованной поверхности моря. Безопасность морского судовождения в условиях неблагоприятной погоды во многом зависит от правильного выбора скорости и курсового угла судна по отношению к фронту набегающей волны. При этом под правильным выбором понимаются такие курс и скорость, при которых обеспечивается отсутствие или уменьшение резонансных явлений при качке. Резонанс бортовой качки может привести к увеличению её амплитуд до угла динамического опрокидывания судна или до такого угла крена, при котором может произойти обрыв найтовов генерального груза или начаться смещение навалочного груза. Резонанс килевой и вертикальной качки может привести к значительному увеличению её амплитуд и усилению днищевого или бортового слеминга и заливания палубы. В общем случае рассматривают два вида резонанса качки: основной и параметрический.

Основной резонанс качки возникает при совпадении или близости кажущегося периода волны, зависящего от скорости и курсового угла судна по отношению к волне к периоду собственных колебаний судна, зависящему от параметров его посадки и остойчивости, в частности, от метацентрической высоты. Таким образом каждая подошедшая к судну волна, действуя в такт с его собственными колебаниями, добавляет ему энергии, увеличивая амплитуду качки. Аналогично раскачивают качели или иной маятник, толкая их рукой в такт с колебаниями.

Параметрический резонанс качки возникает, при совпадении или близости периода изменения остойчивости судна на волне к кажущемуся периоду волны. Периодические уменьшения остойчивости возникают из-за изменений момента инерции действующей ватерлинии судна относительно связанной с его корпусом продольной оси при потере части длины и особенно ширины (уменьшении ординат в оконечностях корпуса) этой ватерлинии на волне. Таким образом амплитуда колебаний при качке возрастает из-за уменьшения остойчивости судна при определённом положении корпуса относительно гребней волн. Аналогично раскачивают качели, стоя на них, и сгибая / разгибая ноги, т.е., меняя длину маятника в такт с колебаниями.

Периоды собственных колебаний судна оцениваются по формулам, вывод которых представлен в курсе лекций по данной дисциплине. Для бортовой качки:

$$\tau_{\text{с}}^{\theta} \approx \frac{0{,}8 \cdot B}{\sqrt{GM}} \qquad (17)$$

где B – ширина судна, м.

Для килевой и вертикальной качки:

$$\tau_{\text{с}}^{\varphi} \approx 2{,}68 \cdot \sqrt{D_{\text{ср}}} \qquad (18)$$

где $D_{\text{ср}}$ – средняя осадка судна, м.

Кажущийся период волны можно найти, как отношение длины волны к скорости сближения судна и фронта волны:

$$\tau_{\text{к}} = \frac{\lambda}{1{,}25 \cdot \sqrt{\lambda} + 0{,}514 \cdot V_0 \cdot \cos q} \qquad (19)$$

где λ – длина волны, м.

V_0 – скорость судна относительно воды, уз.

q - курсовой угол волны, град.

На рис. 4 представлен вид амплитудно-частотной характеристики качки судна. По оси абсцисс здесь откладывается отношение кажущегося периода волны к периоду собственных колебаний судна, а по оси ординат – амплитуда качки. Из рисунка видно, что амплитуды качки резко возрастают, когда отношение кажущегося периода волны к

периоду собственных колебаний судна равно единице (т.е. периоды совпадают) или отличается от этой величины не более, чем на 30% в ту или другую сторону.

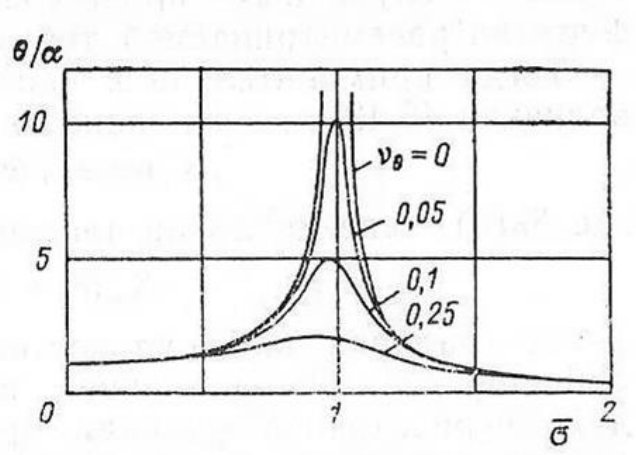


Рис. 4 . Амплитудно-частотная характеристика качки судна.

То есть условие возникновения **основного резонанса качки** можно записать следующим образом:

$$0{,}7 \cdot \tau_{\text{с}} \leq \tau_{\text{к}} \leq 1{,}3 \cdot \tau_{\text{с}} \qquad (20)$$

На основе формул (19) и (20) разработана диаграмма Ремеза (Приложение 10), наглядно показывающая соотношения скоростей судна и курсовых углов волны при различной её длине, при которых возможно возникновение основного резонанса различных видов качки. Для того, чтобы ею воспользоваться необходимо рассчитать периоды собственных колебаний судна по формулам (17) и (18). Далее нужно взять 0,7 и 1,3 от каждого периода (для чего можно воспользоваться вспомогательной шкалой над диаграммой). Выбрать кривые, соответствующие полученным значениям периодов (при необходимости интерполировать между кривыми) в верхней части диаграммы. Точки пересечения соответствующих кривых с горизонтальной линией, проведённой через соответствующее значение длины волны, дадут ширину резонансной зоны, в которую не должен попасть конец вектора скорости судна при соответствующей скорости и курсовом угле в нижней части диаграммы. Вместо длины волны можно использовать также высоту значительного волнения, которая указывается в прогнозе, высоту волны 3% обеспеченности, по которой задаются регистровые ограничения судна в Правилах Регистра (две шкалы слева от диаграммы) или шкалу балльности волнения справа от диаграммы.

Параметрический резонанс качки возникает обычно при уменьшении момента инерции действующей ватерлинии и соответствующем уменьшении метацентрического радиуса, а также метацентрической высоты вследствие сужения ватерлинии в оконечностях корпуса судна на волне. При этом середина корпуса должна находиться на гребне волны, а оконечности – в соседних с этим гребнем ложбинах волн. Поскольку у большинства судов обводы корпуса в оконечностях сужаются к низу, понижение уровня воды на корпусе в этих местах обеспечивает уменьшение ординат действующей ватерлинии и, соответственно, её момента инерции относительно продольной оси. То есть параметрический резонанс качки наблюдается при длине волны, близкой к длине корпуса судна. Увеличение амплитуды качки очень сильно зависит от обводов корпуса в оконечностях (большое увеличение амплитуд наблюдается только у судов с сильным развалом бортов). Непременным условием возникновения параметрического резонанса является близость кажущегося периода волны к половине периода собственных колебаний судна. То есть судно должно совершать одно полное колебание за время прохождения двух последовательных волн, каждый раз отклоняясь на максимальный угол от вертикального положения, когда середина корпуса находится на гребне волны. Такое явление наблюдается на попутных курсовых углах. Поскольку для оценки возможности возникновения параметрического резонанса необходимы сложные расчёты с применением теоретического чертежа судна, этот вид резонанса в данной лабораторной работе не рассматривается.

Для оценки условий отсутствия слеминга применяется формула:

$$\frac{L}{D_{\text{н}}} \leq A \frac{\lambda_{max}}{h_{max}} \qquad (21)$$

Здесь L – длина судна, м.
$D_н$ – осадка носом, м.
λ_{max} – длина самых больших волн, м.
h_{max} – высота самых больших волн, м.
Коэффициент А находится по графику рис. 5 в зависимости от числа Фруда:

$$Fr = \frac{V_0}{\sqrt{9{,}81 \cdot L}} \qquad (22)$$

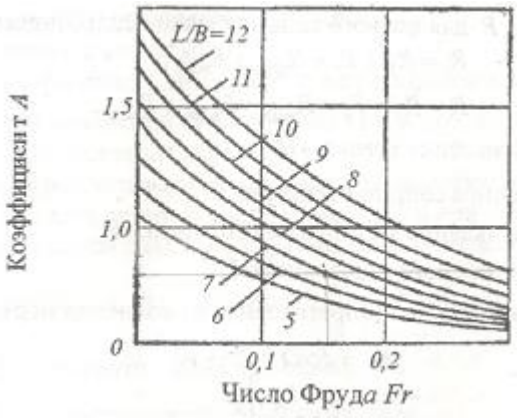


Рис. 5 . Значение коэффициента А.

Таким образом для определения предельно допустимой скорости судна, при которой отсутствует слеминг, необходимо, чтобы

$$\frac{Lh_{max}}{D_н \lambda_{max}} \leq A \qquad (23)$$

При помощи найденного значения А по рис. 5 определяем максимально допустимое число Фруда, а с его помощью находим максимально допустимую скорость судна:

$$V_0 = Fr \cdot \sqrt{9{,}81 \cdot L} \qquad (24)$$

В данной работе необходимо, используя диаграмму Ремеза, подобрать курсовые углы и скорости судна на заданном волнении, при которых будет отсутствовать основной резонанс качки и проверить возможность возникновения слеминга, используя формулы (21 – 24).

4. Расчёты, выполняемые при аварийной буксировке.

Потребность в аварийной буксировке может возникнуть у любого судна при выходе из строя его главных двигателей, движителей или органов управления. При этом выполнение такой буксировки специализированным буксиром-спасателем или иным судном, принадлежащим другому судовладельцу, когда неисправность на аварийном судне возникла в море, обычно считается спасательной операцией, стоимость выполнения которой рассчитывается, как определённый процент от стоимости судна, груза на его борту и фрахта, т.е., заведомо очень велика. Поэтому обычно судовладельцы стараются при наличии малейшей возможности задействовать для аварийной буксировки принадлежащие им суда, особенно, когда позволяют погодные условия, а отбуксировать аварийное судно требуется на сравнительно небольшое расстояние. При этом у судоводителя, получившего от своего судовладельца задание на выполнение аварийной буксировки, возникает необходимость выполнить ряд расчётов для того, чтобы обеспечить целостность буксирных тросов и палубных конструкций, задействованных в их креплении. Все суда, длиной 100 м и более, а также танкеры независимо от размеров должны иметь на борту собственный буксирный трос, диаметр, длина и разрывное усилие которого приводятся в Правилах классификационного общества, которому поднадзорно данное судно. Буксирные тросы, а также швартовные тросы, якоря и якорь-цепи подбираются в этих правилах с помощью специальной таблицы (Приложение 1), в которую заходят с величиной, называющейся «Характеристикой снабжения». Она рассчитывается по приведённой в этих же Правилах формуле:

$$N_C = \Delta^{2/3} + 2BH + 0{,}1\,A^{\circ} \qquad (25)$$

Здесь Δ - весовое водоизмещение судна при осадке по летнюю грузовую марку, т.

H – высота от летней грузовой ватерлинии до верхней кромки настила палубы рубки, м.

A° - боковая площадь парусности судна при летней осадке, м^2.

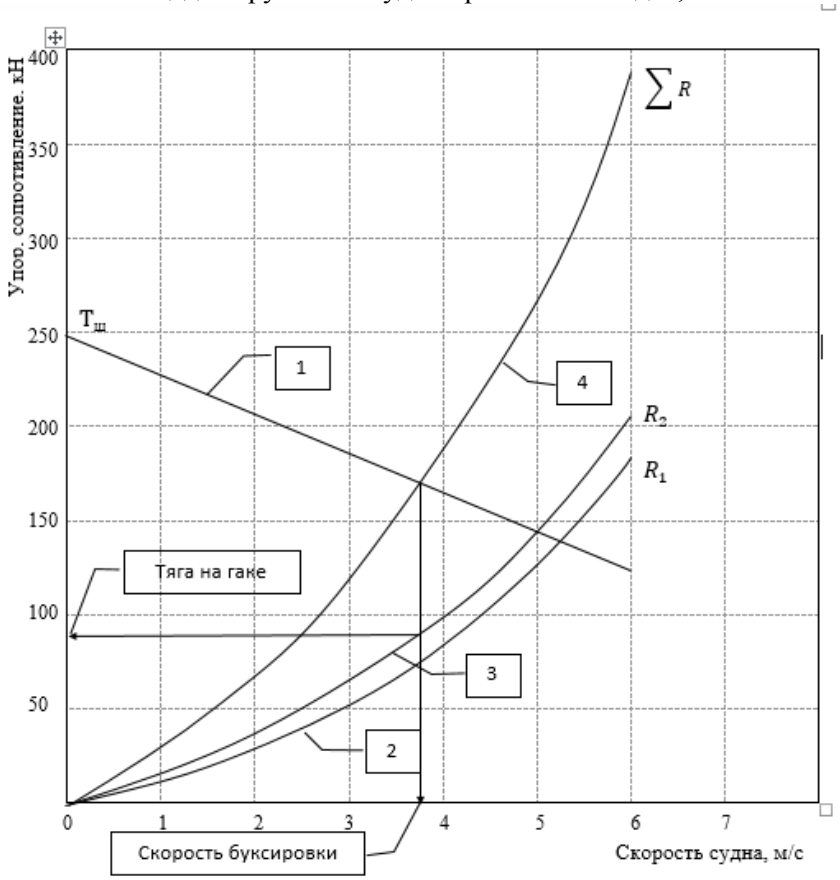


Рис. 6.Графики зависимости упора винта буксировщика и сопротивления движению судов от скорости.

Боковые площади парусности судна в зависимости от осадки иногда приводятся в виде таблиц в судовых буклетах «Информации об остойчивости» (см. Приложение 5 для судов 1 и 2). Эти данные обычно используются для оценки остойчивости по критерию погоды, но в данном случае их можно использовать для расчёта характеристики снабжения, зайдя в таблицу с величиной летней осадки. В случае отсутствия в буклете такой таблицы можно найти примерную площадь парусности по чертежу судна. Для этого на виде сбоку силуэта судна проставлены размеры (см. Приложение 5 для судна 3). Чёрным цветом здесь закрашена надводная часть судна, более светлой штриховкой – подводная. Площадь парусности складывается из боковой площади надводной части корпуса (произведение длины на сумму высоты надводного борта и высоты комингса грузового трюма) и боковой площади надстройки (произведение длины надстройки на её высоту). Площадь проёмов между надстройкой и дымовой трубой, а также площадь под наклонной частью форштевня, которые в идеале нужно вычесть из полученной пощади парусности приблизительно компенсируются суммарной площадью парусности бака, лееров, мачт, антенн и т.д. На практике можно взять чертёж судна и, сняв с него размеры, вычислить площадь парусности более точно, но здесь, в учебных целях достаточно определить её, как указано выше.

Расчёт тяги на гаке и скорости буксировки.

Если судно (или в данном случае состав из двух судов) движется прямолинейно с определённой постоянной скоростью, то сила создаваемого гребным винтом (винтами) упора равна суммарной силе сопротивления воды и воздуха движению судна (в данном случае состава). Как известно, при увеличении скорости движения судна (состава) сопротивление движению растёт пропорционально квадрату скорости, а упор винта падает из-за того, что винт поступательно движется в воде и при этом отбрасывает назад только часть подтекающей к нему воды. Равенство упора винта буксировщика при оборотах, соответствующих полному ходу, и сопротивления движению состава наблюдается при определённой скорости движения, которая и будет искомой максимально возможной скоростью буксировки. Удобнее всего находить эту скорость при помощи построенных в одной системе координат графиков зависимости упора винта буксирующего судна и

сопротивления движению состава от скорости движения (рис. 6 линии 1 и 4 соответственно). Максимальное значение упора наблюдается, когда судно стоит на месте (на швартовах) и винт отбрасывает назад максимальное количество воды. Его можно найти по эмпирической формуле:

$$\mathrm{T_ш} = 0{,}15 \cdot N_i \qquad (26)$$

где N_i – суммарная мощность главных двигателей судна.

При скорости полного хода буксирующего судна на тихой воде упор его винта (или суммарный упор винтов, если их несколько) на этой скорости, будет равен сопротивлению движения этого судна на этой скорости без учёта влияния на него внешних факторов (ветра и волнения). Упор винта будет падать прямо пропорционально скорости, поэтому, отложив на графике упор винта на швартовах при скорости, равной нулю и сопротивление движению судна без учёта внешних факторов при скорости полного хода и соединив полученные точки прямой линией, получим график изменения упора винта буксировщика в зависимости от его скорости (рис. 6 линия 1).

Полное сопротивление движению судна (рис. 6 линии 2 и 3 для буксировщика и буксируемого соответственно) в общем случае складывается из следующих составляющих:

$$R = R_f + R_r + R_{\text{возд}} + R_{\text{волн}} + R_{\text{винт}} \qquad (27)$$

где R_f – сопротивление трения, кН.

R_r – остаточное сопротивление (из-за затрат энергии на образование волн корпусом судна), кН.

$R_{\text{возд}}$ – сопротивление воздуха, кН.

$R_{\text{волн}}$ – дополнительное сопротивление, создаваемое морским волнением, кН.

$R_{\text{винт}}$ – дополнительное сопротивление, создаваемое застопоренным гребным винтом буксируемого судна (у буксирующего судна отсутствует), кН

Перечисленные виды сопротивления движению находятся по следующим формулам:

$$R_f = f \cdot \gamma \cdot \Omega \cdot V^{1{,}83} \qquad (28)$$

$$R_r = 0{,}09 \cdot \frac{C_B \cdot \Delta \cdot V^4}{L^2} \qquad (29)$$

$$R_{\text{возд}} = c \cdot \frac{\rho_a}{2} \cdot S_{\otimes} \cdot (V + W)^2 \qquad (30)$$

$$R_{\text{волн}} = k \cdot \frac{\gamma}{2} \cdot \Omega \cdot V^2 \cdot 10^{-3} \qquad (31)$$

$$R_{\text{винт}} = 0{,}5 \cdot \Theta \cdot d^2 \cdot V^2 \qquad (32)$$

Здесь f – коэффициент трения, принимается равным 0,0014.

γ – плотность воды, для морской воды равна 1,025 т/м^3

V – скорость судна, м/с

W – скорость ветра, м/с

C_B – коэффициент полноты водоизмещения

$S_{\otimes}$ - лобовая площадь парусности судна (проекция надводной поверхности на плоскость мидель-шпангоута), м^2

ρ_a – плотность воздуха, принимается равной 0,122 х 10^{-3}

k – балл волнения.

D – диаметр винта, м

Θ – дисковое отношение винта.

Ω -площадь смоченной поверхности корпуса, м^2,

$$\Omega = 1{,}05 \cdot L \cdot \left(1{,}7 D_{\text{ср}} + \mathrm{C_B} \cdot B\right)$$

Сопротивление движению буксирующего и буксируемого судов (при однотипных судах отличаются друг от друга на величину сопротивления гребного винта) рассчитываются для полного хода, а затем – для малого хода (скорость 50% от полного) и для среднего хода (скорость 75%от полного) с использованием зависимости:

$$R = R_{\text{пх}} \cdot \left(\frac{V}{V_{\text{пх}}}\right)^2 \qquad (33)$$

где $R_{\text{пх}}$ – сопротивление движению при скорости полного хода $V_{\text{пх}}$

R – сопротивление движению при скорости V.

То есть для среднего хода

$$R = R_{\text{пх}} \cdot 0,56$$

Для малого хода

$$R = R_{\text{пх}} \cdot 0,25$$

Результаты вычислений заносятся в таблицу вида:

Таблица 5

Зависимость сопротивления движению судов от скорости

Скорость, м/с	Сопротивление движению судна, кН		
	Буксировщика	Буксируемого	Общее
Полный ход			
Средний ход			
Малый ход			

По таблице 5 строятся графики вида, изображённого на рис. 6. Точка пересечения графика зависимости упора винта от скорости и графика зависимости общего сопротивления состава от скорости даёт нам максимально возможную скорость буксировки. Сопротивление движению буксируемого судна при этой скорости создаёт нагрузку на буксирный трос, называемую «Тягой на гаке». Это название происходит от того, что на буксирных судах, не оборудованных буксирной лебёдкой, для крепления буксирного троса обычно используется специальное поворотное устройство с гаком.

Проверка буксирной линии на допустимое удлинение.

При движении состава из буксировщика и буксируемого судна на взволнованной поверхности моря оба судна совершают колебательные движения по круговым траекториям с радиусом, близким к половине высоты волны (см. рис. 7). Горизонтальная составляющая таких движений приводит к тому, что суда могут то «сходиться», то «расходиться» на расстояние, в худшем случае не превышающее высоту волны (рис. 7б.). Максимальные нагрузки на буксирный трос при его натяжении в этом случае составляют величину, равную суммарному весу обоих судов. Естественно, тросов, способных выдержать такие нагрузки, в природе не существует. Поэтому увеличение расстояния между судами Δlдолжно компенсироваться с одной стороны за счёт упругих деформаций (растяжения подобно пружине) троса Δl_e, а с другой – удлинением буксирной линии за счёт её распрямления Δl_f (ликвидации стрелки провисания, обозначенной на рис. 7а буквой f), по-другому называемым весовой игрой. То есть:

$$\Delta l = \Delta l_e + \Delta l_f \qquad (34)$$

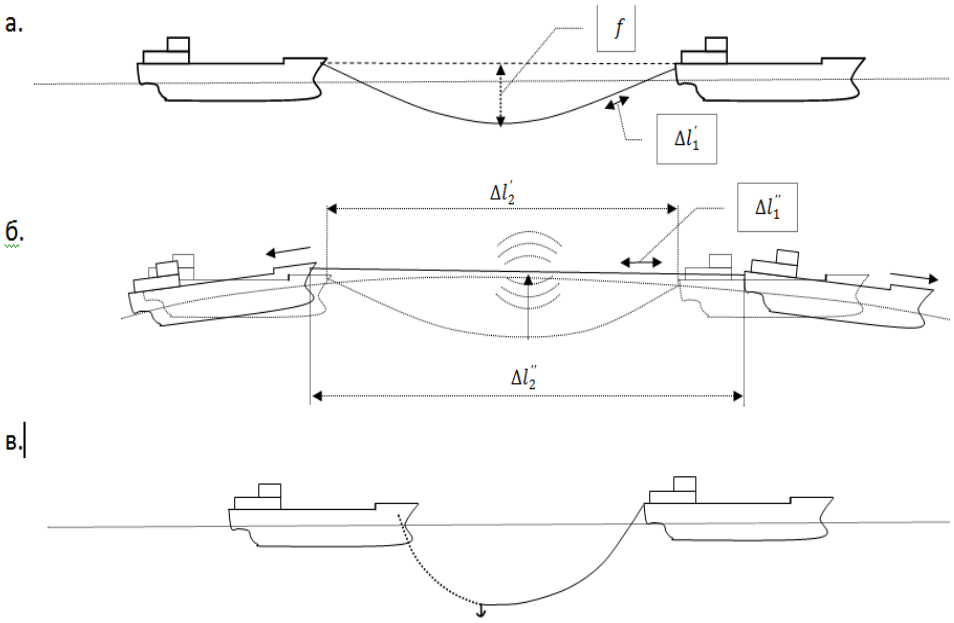


Рис. 7. Схема изменения расстояния между буксировщиком и буксируемым судном на волнении.

Упругая деформация троса при «расхождении» судов на волне находится, как разность его упругой деформации $\Delta l_1''$ при усилии, равном 0,7 (или 70 %)от разрывного (при превышении разрывного

усилия трос растянуться ьольше не может и поэтому лопается) и упругой деформации $\Delta l_1'$ при усилии, равном тяге на гаке:

$$\Delta l_e = \Delta l_1'' - \Delta l_1' \qquad (34)$$

Этот вид деформации определяется по формуле:

$$\Delta l_1 = \frac{T \cdot l_T}{E \cdot F} \qquad (35)$$

где T – усилие, приложенное к тросу (тяга на гаке или разрывное усилие троса),кН.

l_T – длина троса, м.

E – модуль упругости (для стального троса принимается равным 7500 кН/см^2).

F – площадь сечения троса, см^2,$F = \frac{\pi \cdot d_T^2}{4}$

d_T – диаметр троса, см.

Увеличение расстояния между судами за счёт распрямления буксирного троса определяется по выражению:

$$\Delta l_f = \Delta l_2' - \Delta l_2'''' \qquad (36)$$

Здесь $\Delta l_2'$ - разность расстояний между судами и длиной буксирного троса при его натяжении, соответствующем тяге на гаке.

$\Delta l_2''''$– разность расстояний между судами и длиной буксирного троса при его натяжении, соответствующем 0,7 от разрывного усилия.

Эта разность определяется по формуле:

$$\Delta l_2 = \frac{f \cdot q \cdot l_T \cdot g}{3000 \cdot T} \qquad (37)$$

Здесь q – масса погонного метра буксирного троса, кг/м. Она может определяться по каталогу (пример см. табл. 6) или по формуле:

$$q = 0{,}03\ c^2 \qquad (38)$$

c - длина окружности троса, см.$c = \pi \cdot d_T$

f – стрелка провисания троса, м при соответствующем натяжении (тяга на гаке или 0,7 разрывного усилия), м рассчитывается по формуле:

$$f = \frac{g \cdot l_T^2 \cdot q}{8000 \cdot T} \qquad (39)$$

Таблица 6

Выписка из ГОСТ 2668-80

Диаметр каната, мм	Масса погонного метра, кг/м
24,0	2,110
25,5	2,390
27,0	2,685
28,0	2,910
30,5	3,490
32,0	3,845
33,5	4,220
37,0	5,015
39,5	5,740
42,0	6,535

Если полученное суммарное удлинение буксирной линииΔlза счёт упругих деформаций и ликвидации провисания тросаменьше ожидаемой высоты волны, необходимо каким-то образом утяжелить буксирный трос для увеличения его провисания. Для этого проще всего использовать якорную цепь буксируемого судна, прикрепив к её концу трос при помощи скобы и затем при помощи брашпиля вытравив её на расстояние до 1/8 общей длины получившегося таким образом комбинированного буксирного троса (рис. 7в). Якорное устройство судна рассчитано на удержание гружёного судна на месте якорной стоянки, то есть способно выдержать и усилие, соответствующее тяге на гаке. Поэтому такой способ крепления буксирного троса на буксируемом судне заодно позволяет при отсутствии специальных буксировочных кнехтов избежать более сложных (типа браги) способов его крепления за прочные судовые конструкции, а также при необходимости (например, при входе в узкость или выходе на мелководье) регулировать длину буксирной линии, подбирая или потравливая якорь-цепь при помощи брашпиля. Увеличение расстояния между судами за счёт распрямления

комбинированного буксирного троса и стрелка его провисания рассчитывается по приведённым выше формулам (36, 37 и 39), в которых масса погонного метра принимается из выражения:

$$q = \frac{q_{\text{ц}} \cdot l_{\text{ц}} + q_{\text{Т}} \cdot l_{\text{Т}}}{l_{\text{ц}} + l_{T}} \qquad (40)$$

Здесь индексы «ц» и «Т» относятся к весу погонного метра цепи и троса соответственно. Вес погонного метра цепи можно определить по выражению:

$$q = 0{,}023 \cdot d_{\text{ц}}^2 \qquad (41)$$

где $d_{\text{ц}}$ – калибр цепи **в миллиметрах**.

Увеличить стрелку провисания буксирного троса при необходимости можно также путём уменьшения скорости буксировки и снижения таким образом сопротивления буксируемого судна (тяги на гаке).

В данной работе необходимо рассчитать скорость буксировки заданным судном однотипного судна при заданных погодных условиях и проверить буксирный трос на допустимое удлинение. При необходимости добавить в него якорь-цепь.

5. Оценка возможности снятия судна с мели.

После посадки судна на мель в числе первоочередных мероприятий определяется наличие или отсутствие водотечности корпуса путём осмотра его отсеков, в которые имеется свободный доступ, а также контрольных промеров уровней жидкостей в отсеках, в которые такого доступа не имеется (танков, трюмов, коффердамов и т.д.). Помимо этого, определяются по маркам углублений или по замеренным расстояниям до палубной линии осадки в носовой, кормовой частях корпуса и на миделе. По мере возможности при помощи ручного лота производятся промеры глубин вокруг судна и определяется характер грунта.

Оценка возможности снятия судна с мели производится путём сравнения имеющегося тягового усилия (упора винтов только самого судна или ещё и доступной дополнительной тяги, например, упора винтов буксировщиков или тяги якорно-швартовных устройств при завезённых на глубокую воду якорях) и силы трения, препятствующей сдвигу судна с мели. При этом сила трения может быть найдена путём умножения силы реакции грунта на коэффициент трения судна о грунт:

$$F_{\text{тр}} = f_{\text{тр}} \cdot P \qquad (42)$$

Здесь $f_{\text{тр}}$ - коэффициент трения корпуса судна о грунт, принимается в зависимости от рода грунта по таблице 7.

P – сила давления корпуса на грунт (сила реакции грунта), кН.

Таблица 7

Коэффициент трения корпуса о грунт

Вид грунта	Коэффициент $f_{\text{тр}}$
Глина жидкая, ил	0,18–0,22
Глина мягкая	0,23–0,30
Глина с песком	0,30–0,32
Песок	0,35–0,38
Галька	0,32–0,42
Каменистый грунт	0,30–0,42
Булыжник	0,42–0,50

Сила реакции грунта в общем случае равна разности сил тяжести и сил плавучести, действующих на сидящее на мели судно. Если судно находится на плаву эти силы компенсируют друг друга, то есть по величине они равны между собой. При посадке на мель судно частично выходит из воды, т.е. частично уменьшается объём вытесняемой корпусом воды (его объёмного водоизмещения) и происходит потеря части сил плавучести. Если судно при посадке на мель получает пробоину, повреждённые отсеки перестают вытеснять воду, что приводит к дополнительному уменьшению сил плавучести. Если для облегчения снятия с мели судно частично разгрузить, соответственно уменьшится и действующая на него сила реакции грунта. То есть в общем случае сила реакции грунта может быть найдена по формуле:

$$P = \Delta - \gamma \cdot V_{\text{м}} + \sum \gamma \cdot v_i - \sum p \qquad (43)$$

где $V_{\text{м}}$ – объёмное водоизмещение судна на мели.

v_i – объёмі-го затопленного отсека.
$\sum p$ – суммарный вес выгруженных грузов.

Если посадка на мель произошла через небольшое время после замера осадок судна на плаву, потерянное за счёт выхода части корпуса из воды водоизмещение судна можно найти по упрощенной формуле:

$$\Delta - \gamma \cdot V_{\text{м}} = 9{,}81 \cdot TPC \cdot dD_{\text{ср}} \qquad (44)$$

где TPC – количество тонн на сантиметр осадки, находится из таблицы гидростатических элементов буклета «Информации об остойчивости судна.
$dD_{\text{ср}}$ – разница средних осадок судна до и после посадки на мель, м

Средние осадки до и после посадки на мель находятся по формуле:

$$D_{\text{ср}} = \frac{D_{\text{н}} + 2D_{\text{м}} + D_{\text{к}}}{4} \qquad (45)$$

Здесь $D_{\text{н}}, D_{\text{м}}, D_{\text{к}}$ – средние (между правым и левым бортом) осадки на носу, миделе и корме до и после посадки на мель соответственно.

Если осадка судна между последним её замером на плаву и моментом посадки на мель значительно уменьшилась вследствие расхода запасов, или требуется боле точный расчёт, весовое водоизмещение до посадки на мель рассчитывается с помощью таблицы весовых нагрузок с учётом реально имеющихся на борту запасов, а после посадки на мель может быть взято из таблицы гидростатических элементов по средней осадке судна на мели.

Очевидно, что судно самостоятельно сойдёт с мели, если

$$F_{\text{тр}} < \text{Т}_{\text{ш}}^{\text{зх}} \qquad (46)$$

Упор на швартовах при работе на задний ход можно найти по эмпирической формуле:

$$\text{Т}_{\text{ш}}^{\text{зх}} = 0{,}8 \cdot \text{Т}_{\text{ш}} \qquad (47)$$

Для определения $\text{Т}_{\text{ш}}$ см. формулу (26).

Если условие (46) не выполняется, а судно сидит на грунте только одной оконечностью корпуса (это определяется путём сравнения осадок на оконечностях и глубин у борта в районе оконечностей или попыткой протянуть под судном с кормы в нос подкильные концы), при наличии возможности приёма или перемещения груза или балласта можно попытаться изменить крен или дифферент с тем, чтобы приподнять сидящую на грунте оконечность. Изменение реакции грунта при приёме груза весом p на оконечность, противоположную сидящей на мели, рассчитывается по формуле:

$$dP = -p \cdot \left[1 - \frac{\gamma \cdot S \cdot (x_f - x_a) \cdot (x - x_a)}{\Delta \cdot H + \gamma \cdot S \cdot (x_f - x_a)^2}\right] \qquad (48)$$

Здесь x_f – абсцисса центра тяжести ватерлинии судна. Находится из таблицы гидростатических элементов судна. В данной работе можно принять равной минус 0,5 м
x_a – абсцисса точки приложения равнодействующей реакции грунта. В данной работе можно принять равной ½ L.
x – абсцисса центра тяжести принятого груза (балласта).
S – площадь действующей ватерлинии судна.
H – продольная метацентрическая высота судна.

При перемещении груза или балласта он считается снимаемым с оконечности, сидящей на грунте и принимаемым на противоположную оконечность. При этом абсциссы x берутся для тех мест, где расположен центр тяжести груза до и после перемещения или центры тяжести соответствующих балластных цистерн.

Если проведённые расчёты показывают, что судно самостоятельно сойти с мели не может, то требуется дополнительная тяга, определяемая из выражения:

$$F_g = F_{\text{тр}} - T_{\text{ш}}^{\text{зх}} \qquad (49)$$

Если для стягивания с мели задействовано несколько судов, величина их совместного усилия рассчитывается как:

$$F_g = n \cdot \sum T_{\text{ш}} \cdot \cos\beta \qquad (50)$$

где n – количество судов.
$\sum T_{\text{ш}}$ – суммарный упор их винтов на переднем ходу.
β – угол между буксирными тросами.

Если снятие с мели производится рывком буксировщика, то создаваемое им дополнительное усилие принимается равным 0,8 от разрывного усилия применяемого буксирного троса. В данной работе необходимо оценить возможность самостоятельного снятия с мели заданного судна. При необходимости рассчитать потребную для этого дополнительную тягу.

6. Расчёт длины вытравленной цепи при постановке судна на якорь.

Длина якорной цепи, вытравливаемой при постановке судна на рейд, должна выбираться таким образом, чтобы сумма действующих на судно силы компенсировалась силой натяжения цепи. При этом определённый участок цепи при её максимальном натяжении должен лежать на грунте, обеспечивая горизонтальное положение веретена якоря, с тем, чтобы лапы якоря заглублялись в грунт, препятствуя смещению судна. Таким образом, строго говоря, длина цепи зависит от глубины в месте якорной стоянки, водоизмещения судна, массы и типа (коэффициента держащей силы) якоря, массы (калибра) якорной цепи и величины воздействующих на судно внешних усилий (силы или скорости ветра, наличия и скорости течения, площади парусности надводной части судна, площади погруженной части мидель-шпангоута, наличия или отсутствия рывков при рыскании судна на якоре). Масса якоря и калибр якорной цепи подбираются, как описывалось выше, в главе 4, при помощи характеристики снабжения с учётом водоизмещения и размерений судна, т.е., часть упомянутых выше факторов учитывается уже при проектировании судна, поэтому на практике для определения необходимой длины вытравленной цепи обычно пользуются эмпирическими формулами:

$$l_{\text{яц}} = (5-7)\cdot H_{\text{гл}} \qquad (51)$$

где $H_{\text{гл}}$ – глубина в месте якорной стоянки, м.

По формуле (51) необходимая длина цепи определяется в метрах. Формула обычно применяется российскими судоводителями.

или

$$l_{\text{яц}} = \sqrt{H_{\text{гл}}} \qquad (52)$$

По формуле (52) длина цепи определяется в смычках, при том, что $H_{\text{гл}}$ берётся в метрах. Формула применяется чаще на иностранных судах. Обе формулы дают приблизительно одинаковые результаты.

При недостаточности длины вытравленной цепи, вычисленной изложенным выше способом в случае усиления ветра и (или) течения судно начинает дрейфовать на якоре. В этом случае вытравливают дополнительное количество цепи до прекращения дрейфа, а при невозможности сделать это (вытравлена вся цепь, а дрейф не прекратился или, например, размеры якорной стоянки ограничены), меняют место якорной стоянки. В особо тяжёлых случаях выбирают якорь и ложатся в дрейф, дожидаясь ослабления воздействующих на судно внешних факторов. Помимо указанных выше существует множество редко применяемых на практике эмпирических формул, позволяющих вычислить необходимую длину якорной цепи, исходя из характеристик якоря и цепи, а также учитывающие воздействие на судно внешних факторов. Например, **для определения необходимой длины цепи из расчёта полного использования держащей силы якоря и участка цепи, лежащего на грунте**, может быть использована формула:

$$l_{\text{яц}} = H_{\text{кл}} \cdot \sqrt{1 + \frac{2}{H_{\text{кл}}}\left(\frac{m_{\text{я}} \cdot k}{q} + a \cdot f\right)} \qquad (53)$$

Здесь $m_{\text{я}}$ – масса якоря, кг.

k – удельная держащая сила якоря, зависящая от типа и массы якоря, в целях настоящей лабораторной работы может быть принята по таблице 8.

q – вес погонного метра якорной цепи в воде, может быть рассчитан по формуле: $q = 0{,}018 \cdot d_{\text{ц}}^2$ (см. также формулу (41)).

a – длина участка цепи, лежащего на грунте (принимается равной 50 м).

f – коэффициент трения цепи о грунт, зависящий от рода грунта, принимается по таблице 9.

$H_{\text{кл}}$ – высота якорного клюза над грунтом, м, определяется по формуле:

$$H_{кл} = H_{гл} + (H_к - D_н) \qquad (54)$$

Здесь $H_к$ – высота клюза над основной плоскостью судна (её можно принять равной расчётной высоте борта), м.

При определении длины цепи с учётом воздействия на судно внешних факторов могут применяться следующие формулы. Суммарная сила, действующая на судно, определяется, как:

Таблица 8

Удельная держащая сила якоря

Масса якоря $m_я$, кг	Удельная держащая сила k для грунта		
	илистого	песчаного	гальки
1500	0,9–2,5 (1,7)	2,0–2,9 (2,5)	2,4–3,6 (3,0)
3000	0,9–2,4 (1,7)	1,9–2,8 (2,4)	2,3–3,6 (2,9)
5000	0,8–2,2 (1,5)	1,8–2,6 (2,2)	2,1–3,3 (2,7)

Таблица 9

Коэффициент трения якорной цепи о грунт

Грунт	Коэффициент f
Песок мелкий	0,35–0,38
Галька	0,38–0,42
Каменная плита	0,40–0,50
Ил	0,10–0,15
Жидкая глина	0,18–0,22
Мягкая глина	0,23–0,30
Песок с глиной	0,30–0,32

$$\sum R = R_a + R_т + R_{ин} \qquad (55)$$

где R_a – сила воздействия ветра, кН.
$R_т$ – сила воздействия течения, кН.
$R_{ин}$ – сила воздействия рыскания и качки, кН.

$$R_a = 0{,}61 \cdot C_{xa} \cdot W^2 (A' \cdot \sin q_и + A'' \cos q_и) \qquad (56)$$

$C_{xa} = (0{,}8 - 1{,}0) \cos q_и$ – коэффициент воздушного сопротивления.
W – скорость ветра, м/с.
A' и A'' - площади проекции надводной части судна на ДП и плоскость мидель-шпангоута соответственно. Определяются, как указано в гл. 4 и по схематическим изображениям судов прил. 5.
$q_и$ – курсовой угол ветра.

$$R_т = 58{,}8 \cdot B_т \cdot V_т \cdot \sin \theta_т \qquad (57)$$

где $B_т$ – площадь проекции подводной части корпуса на ДП, приблизительно равна 0,9 произведения расчётной длины судна на осадку, м/с.
$V_т$ – скорость течения, м/с
$\theta_т$ – угол между направлением течения и ДП.

$$R_{ин} = 8{,}7\, m_я \qquad (58)$$

Необходимую длину якорной цепи с учётом вышеуказанных факторы можно найти по формуле:

$$l_{яц} = H_{кл} \cdot \sqrt{1 + \frac{2{,}8}{H_{кл}} \left(\frac{\sum R}{10q} + a \cdot f \right)} \qquad (59)$$

С целью обеспечения безопасности якорной стоянки вытравливают на одну смычку больше.

Минимальная безопасная глубина в месте якорной стоянки определяется, как:

$$H_{гл} =\cdot 1{,}2 \cdot D_{max} + 0{,}7 \cdot h_в \qquad (60)$$

где D_{max} – максимальная осадка судна.
$h_в$ – высота волны в месте якорной стоянки.

При необходимости точно вычислить радиус окружности, описываемой кормой судна при его развороте на якоре (например, когда стоянка осуществляется на стеснённом рейде и следует ожидать смены направления ветра и (или) течения в период стоянки), можно воспользоваться следующими выражениями. Расстояние от клюза до точки начала подъёма якорной цепи с грунта определяется по формуле:

$$X = \frac{\sum R}{10q} \ln \frac{l_{яц} + \sqrt{l_{яц}^2 + \left(\frac{\sum R}{10q}\right)^2}}{\frac{\sum R}{10q}} \qquad (61)$$

Длина отрезка цепи, лежащего на грунте, определяется, как:

$$a = l_{яц} - X \qquad (62)$$

Радиус окружности, описываемой кормой судна, можно найти, как:

$$R_к = X + a + L \qquad (63)$$

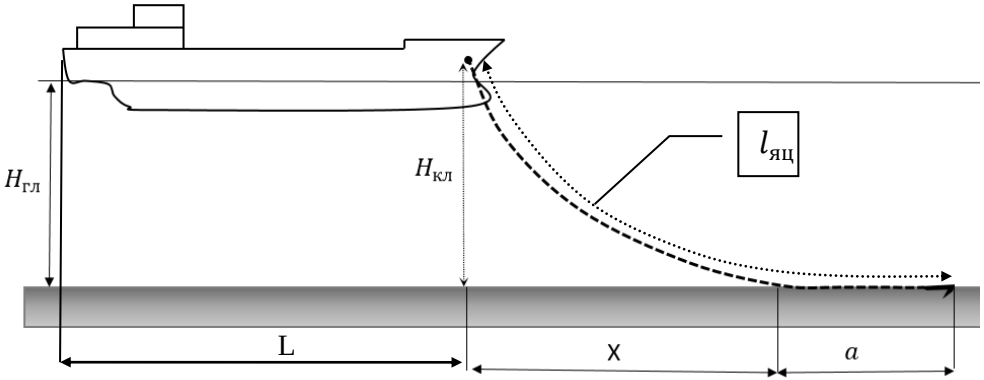


Рис. 8. Якорная стоянка.

В данной работе необходимо рассчитать потребную длину якорной цепи для стоянки в заданном месте при заданном течении и погодных условиях приведёнными выше различными способами.

7. Приложения.

Приложение 1

Выбор характеристик якорных цепей, швартовных и буксирных тросов, массы якорей по характеристике снабжения согласно Правил РМРС

Характеристика снабжения, N_c		Масса якоря, кг	Якорные цепи		Буксирный трос	
более	не более		Суммарная длина, м	Калибр, мм	Длина, м	Разрывное усилие, кН
500	550	1590	412,5	40	190	306
550	600	1740	440	42	190	338
600	660	1920	440	44	190	371
660	720	2100	440	46	190	406
720	780	2880	467,5	48	190	441
780	840	2460	467,5	50	190	480

Приложение 2

Выбор характеристик тросов для буксировки судна и крепления груза по разрывному усилию

Характеристики тросов по ГОСТ 7665-80

ЛК 6×24÷7 ОС (шестипрядный, по 24 проволоки в пряди, с 7 органическими сердечниками)		ЛК 6×30÷7 ОС (шестипрядный, по 30 проволок в пряди, с 7 органическими сердечниками)	
Диаметр, мм	Разрывное усилие, кН	Диаметр, мм	Разрывное усилие, кН
17	93,40	19	116,00
19	115,00	22	144,00
20,5	139,00	24	174,00
22,5	165,50	26	207,00
24,5	194,50	28	243,50
26	226,00	30	282,50
28	258,00	32	323,00
30	294,50	35	368,50
32	333,00	37	416,50
33,5	372,50	39	466,00
37,5	461,00	43	576,00
41	558,00	47	697,00
45	663,50	52	829,50

Приложение 3

Задания по вариантам

Номер варианта	Судно. Приложения 4 , 5	Груз. Приложение 6	Якорная стоянка приложение 9	Условия якорной стоянки приложение 7	Повреждённый отсек. Приложение 8
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	1	4	4	4	4
5	2	5	1	5	5
6	3	6	2	6	6
7	1	7	3	1	6
8	2	8	4	2	5
9	3	1	1	3	4
10	1	2	2	4	3
11	2	3	3	5	2
12	3	4	4	6	1
13	1	5	1	1	6
14	2	6	2	2	5
15	3	7	3	3	4
16	1	8	1	4	3
17	2	1	2	5	2
18	3	2	3	6	1
19	1	3	4	1	2
20	2	4	1	2	3
21	3	5	2	3	4
22	1	6	3	4	5
23	2	7	4	5	6
24	3	8	1	6	1
25	1	8	2	1	2
26	2	7	3	2	3
27	3	6	4	3	4
28	1	5	1	4	5
29	2	4	2	5	6
30	3	3	3	6	4
31	1	2	4	6	5
32	2	1	1	5	6
33	1	2	3	4	5
34	2	3	4	5	6
35	3	2	1	4	4

Приложение 4

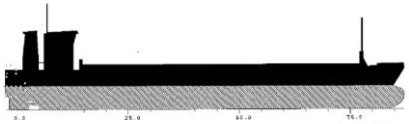
Технические характеристики судов

Данные судов	Номера судов		
	1	2	3
Длина габаритнаяLOA, м	90	89,7	90
Длина расчётная L, м	85	85	85
Ширина B	15,2	13,6	15,2
Расчётная высота борта, м	6,6	7,2	6,6
Поперечная метацентрическая высотаGM, м	1,3	0,44	1,0
Осадка носом / на миделе / кормой на плаву, м	5,19 / 5,25 / 5,31	5,7 / 5,7 / 5,7	5,1 / 5,1 / 5,1
Осадка носом/на миделе / кормой на мели, м	5,05 / 5,15 / 5,25	5,5 / 5,6 / 5,7	4,8 / 4,85 / 4,9
Аппликата центра тяжести, м	5,19	5,33	5,55
Диаметр винта, м	2,6	2,8	2,6
TPC, т/см	12,5	10,91	12,4
Амплитуда качки θ_{max}, град	12	15	12
Высота волны $h_в$, м (для расчёта крепление груза)	3	4	3
Эксплуатационная скорость V, уз	11	12	12
Длина волны λ, м	90	100	90
Весовое водоизмещение Δ, т	5 900	5460	5529
Мощность ГД N_i кВТ	1850	2400	1800
Площадь действ. ВЛ, S, м^2	1250	1090	1240
Продольная метацентрическая высота H, м	200	220	250
Абсцисса ЦТ действ. ВЛ x_f , м	- 3,8	0,25	- 3,7

Приложение 5

Схематические изображения судов

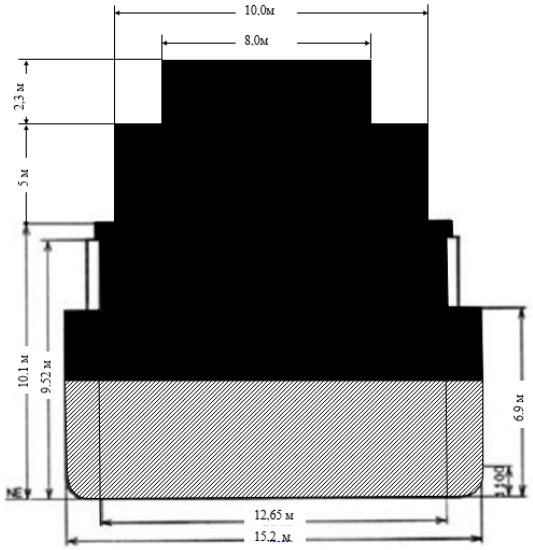
Судно 1.



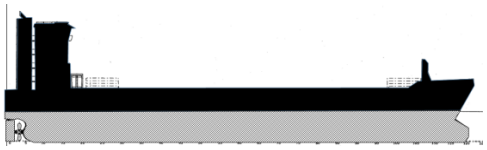
CALCULATION OF WINDMOMENT
BSM Yardno.689

SILHOUET Without Deck Cargo

Draft m	Displacement kg	Moment kgm	Lever m	Area m²
4.800	5339197	165031	0.031	540.57
4.900	5463511	162576	0.030	531.75
5.000	5587949	160130	0.029	522.97
5.100	5712532	157692	0.028	514.22
5.200	5837274	155257	0.027	505.49
5.300	5962241	152819	0.026	496.75
5.400	6087425	150378	0.025	488.00
5.500	6212825	147935	0.024	479.25
5.600	6338437	145488	0.023	470.49
5.700	6464256	143039	0.022	461.72
5.800	6590279	140587	0.021	452.95
5.900	6716511	138133	0.021	444.17
6.000	6842950	135676	0.020	435.39

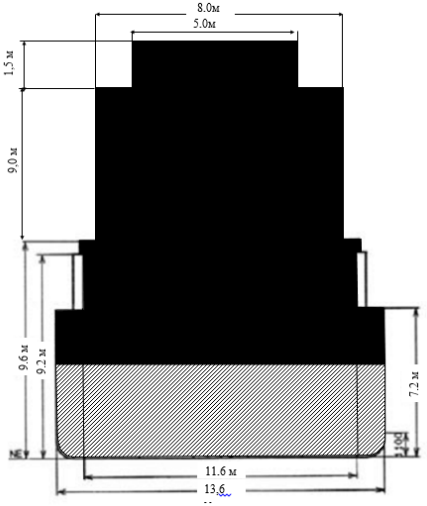


Судно 2.

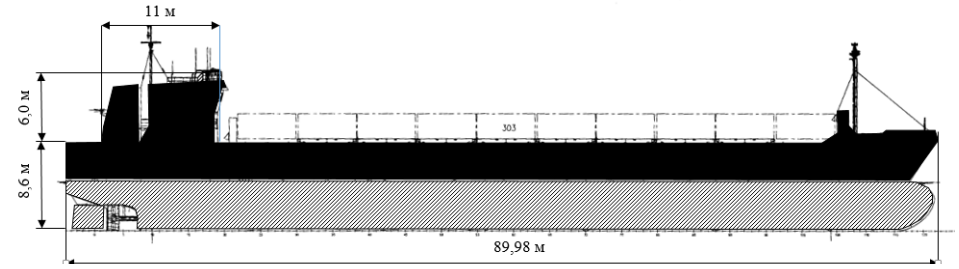


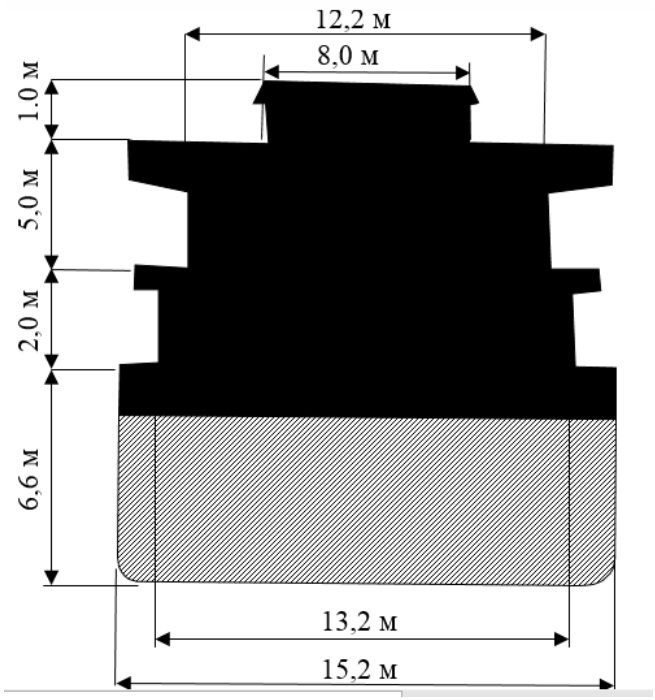
CALCULATION OF WINDMOMENT
B.S.M. Yardno. 581/582/583
Without deckcargo

Draft	Section 1	Moment	Lever	Area
3.400	239566	239566	0.077	702.89
3.500	237052	237052	0.074	694.45
3.600	234538	234538	0.071	686.02
3.700	232017	232017	0.068	677.57
3.800	229503	229503	0.066	669.15
3.900	226998	226998	0.063	660.77
4.000	224489	224489	0.061	652.39
4.100	221960	221960	0.059	643.94
4.200	219417	219417	0.056	635.45
4.300	216863	216863	0.054	626.93
4.400	214293	214293	0.052	618.35
4.500	211719	211719	0.050	609.75
4.600	209143	209143	0.049	601.15
4.700	206566	206566	0.047	592.54
4.800	203986	203986	0.045	583.92
4.900	201404	201404	0.044	575.29
5.000	198821	198821	0.042	566.65



Судно 3.





Приложение 6

Характеристики грузов

Данные о грузовом месте	Номера вариантов грузов							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Длина, м	3	4	4	6	12	4	6	10
Ширина, м	2	2	2,5	2	3	2	2	2
Высота , м	2	2	2	2	3	3	1	3
Вес, тонн	6	10	14	25	35	8	12	20
Расположение	Непосредственно на палубе (крышках трюма) вблизи миделя							
Высота точки крепления найтова над палубой, м	2	2	1	2	3	3	1	3
Расстояние между точками крепления найтовов на грузовом месте, м	2	2	1,5	2	3	2	2	2
Расстояние между точками крепления найтовов на палубе, м	4	3	3	4	5	4	3	6
Вид сепарации	дерево	дерево	резина	дерево	дерево	дерево	дерево	дерево
Высота заливния, м	0	0	0,2	0,5	0	0,3	0,2	0,5

Приложение 7

Условия якорной стоянки

Условия якорной стоянки	Номер варианта					
	1	2	3	4	5	6
Скорость ветра, м/с	8	10	12	5	6	10
Высота волны, м	1	1,5	1,5	1	0,5	1
Скорость течения, м/с	1	1,5	0,5	1	2	0,5

Приложение 8

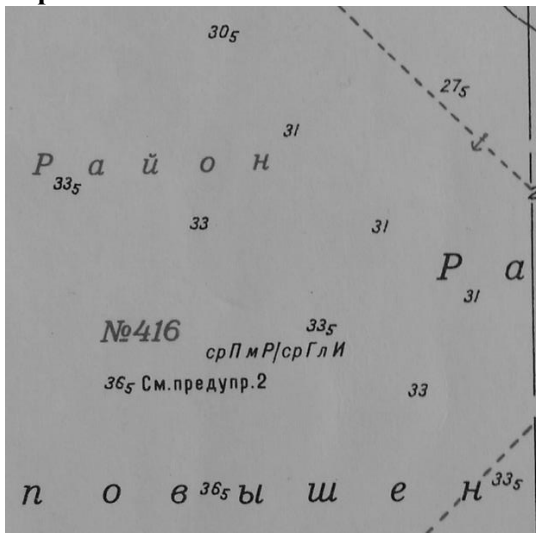
Характеристики повреждённого отсека

Характеристики отсека	Номер варианта					
	1	2	3	4	5	6
Объём, $м^3$	91	95,3	82	184	98,6	182
Абсцисса центра тяжести, м	42	41	40,7	38	40	35,7

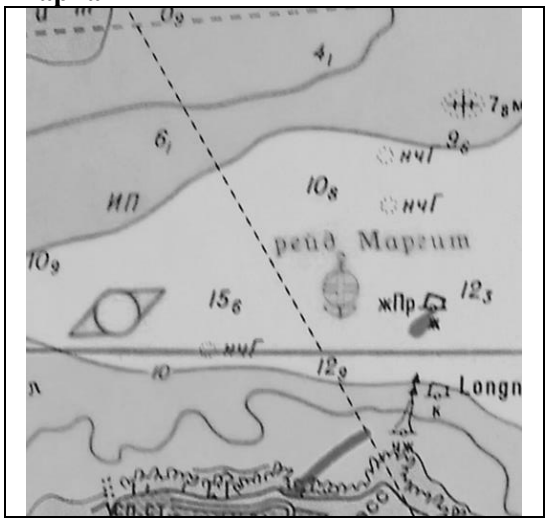
Приложение 9

Глубины и характер грунта на якорной стоянке

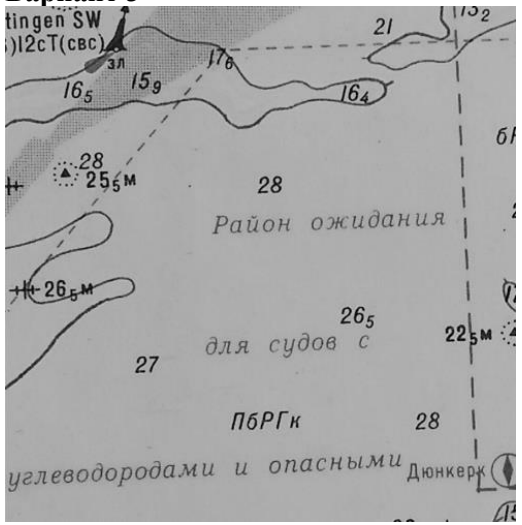
Вариант 1



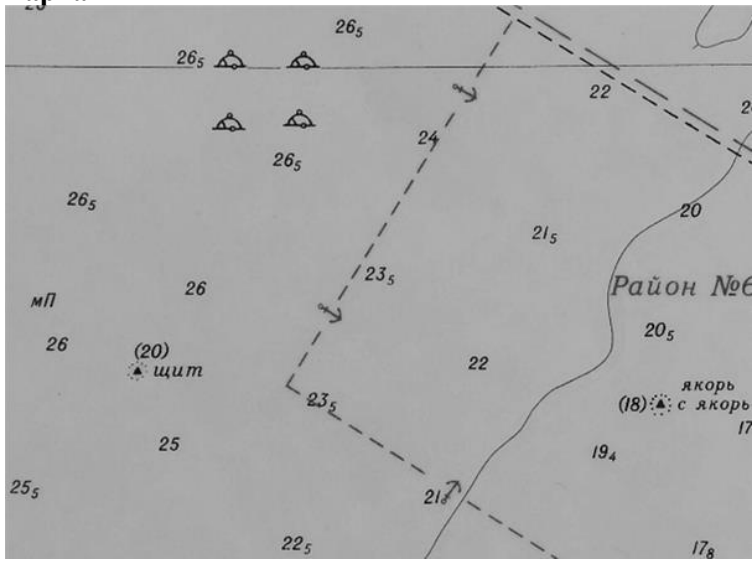
Вариант 2



Вариант 3

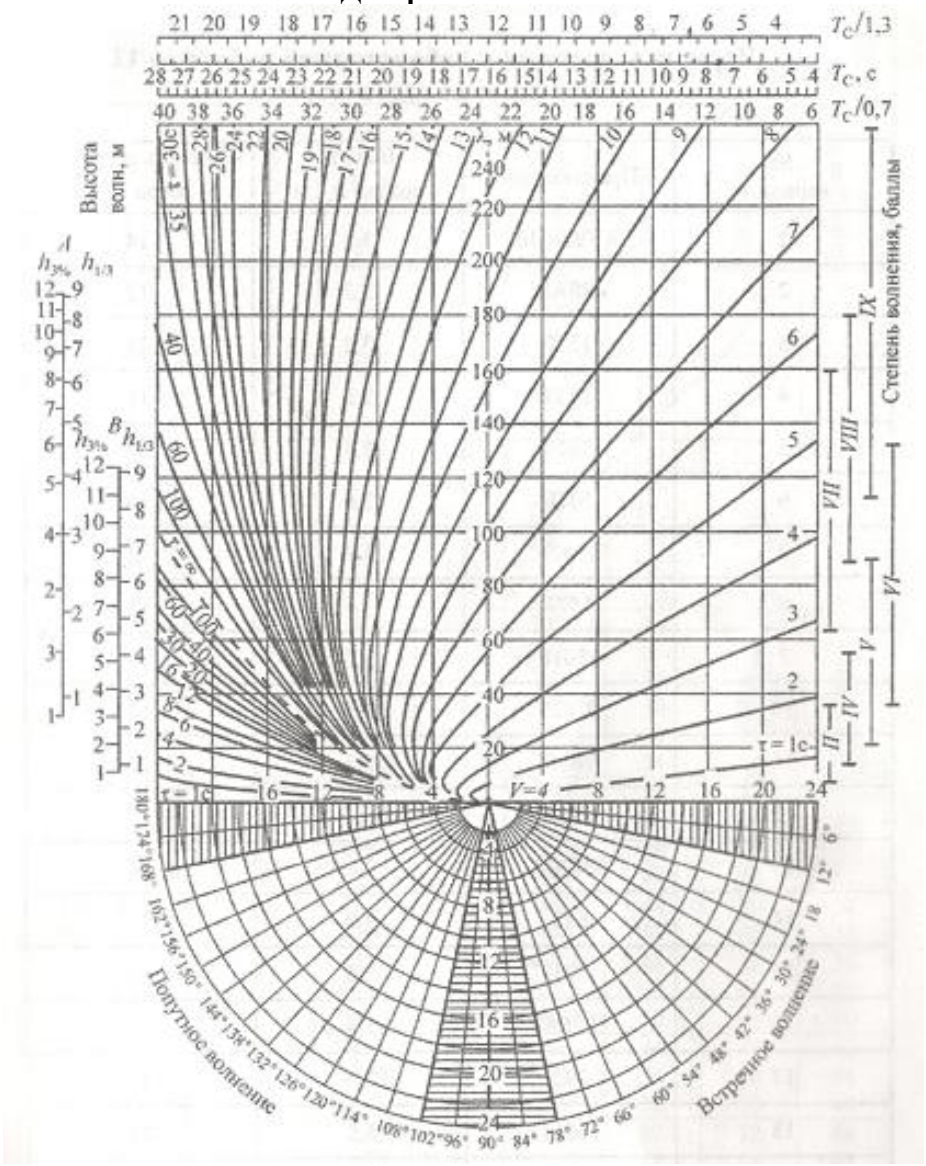


Вариант 4



Приложение 10

Диаграмма Ремеза



8. Литература.

1. Правила классификации и постройки морских судов. Том 1. – СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2008.
2. Международный кодекс остойчивости судов в неповреждённом состоянии 2008 года (Кодекс ОСНС) (рез. MSC. 267 (85)) с поправками- СПб.:АО «ЦНИИМФ», 3-е изд. 2016 г. – 242 с.
3. Выбор безопасных скоростей и курсовых углов при штормовом плавании судна на попутном волнении(РД 31.00.57.2 – 91) - СПб.:АО «ЦНИИМФ», 2002 г. – 58 с
4. А.Н. Клементьев, П.Н. Токарев, Р.С. Хвостов. Маневрирование и управление судном. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов очного и заочного обучения специальности 260505 «Судовождение» - Н. Новгород, изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2017 г. - 91 с.
5. Кодекс безопасной практики размещения и крепления груза (Кодекс РКГ) (по состоянию на 01.01.2006). Интернет-ресурс: docs.cntd.ru/document/420378304.

ИТОГОВОЕ ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ

по дисциплине «Маневрирование и управление судном»

Компетенции: ПК-19, ПК-79

Общее время выполнения: 45 минут

Общая инструкция: выберите или дайте ответ в соответствии с приложенной инструкцией.

Базовый уровень сложности

1. Выберите правильный ответ на вопрос: **при каком условии становится возможным появление гармонического резонанса качки на судне, движущемся в условиях волнения?**
    a. Кажущийся период волны отличается от периода собственных колебаний судна более, чем на 30 процентов.
    b. Истинный период волны отличается от периода собственных колебаний судна не более, чем на 30 процентов или эти периоды совпадают.
    c. Кажущийся период волны отличается от периода собственных колебаний судна не более, чем на 30 процентов или эти периоды совпадают.
    d. Длина волны близка к длине судна.
    e. Длина волны близка к ширине судна.
2. Выберите правильный ответ на вопрос: **что является причиной появления параметрического резонанса качки?**
    a. Совпадение длины волны с длиной судна.
    b. Совпадение истинного периода волны с периодом собственных колебаний судна или их отличие друг от друга не более, чем на 30 процентов.
    c. Совпадение или близость друг к другу периодов уменьшения остойчивости судна при уменьшении момента инерции действующей ватерлинии на волне с кажущимся периодом волны.
    d. Совпадение периода собственных колебаний судна с кажущимся периодом волны или их отличие друг от друга не более, чем на 30 процентов.
3. Выберите правильный ответ на вопрос (возможны один или несколько правильных ответов): **какие виды сил, воздействующих на груз при движении судна на взволнованной поверхности моря, вызывают необходимость крепления груза?**
    a. Составляющая силы тяжести, направленная перпендикулярно палубе при крене судна.
    b. Составляющая силы тяжести, направленная параллельно палубе при крене судна.
    c. Сила инерции, действующая на груз при качке.
    d. Сила Кориолиса.
    e. Сила ветра, воздействующего на палубный груз.
    f. Сила удара волны, воздействующей на палубный груз.
    g. Сила трения.

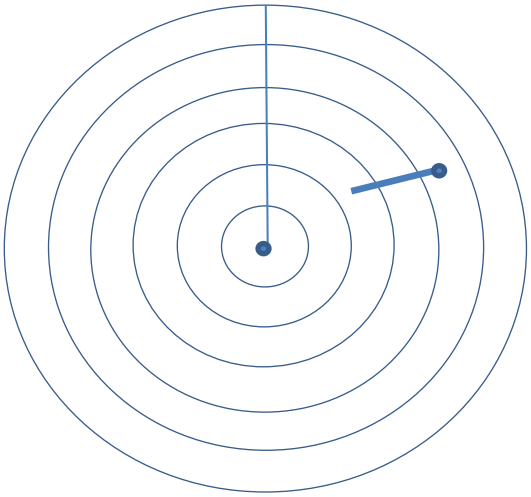
4. Выберите правильный ответ на вопрос (возможны один или несколько правильных ответов): **от чего зависит кажущийся период волны, действующей на движущееся судно?**
    a. От высоты волны.
    b. От длины волны.
    c. От длины гребня волны.
    d. От скорости ветра.
    e. От глубины.
    f. От скорости судна.
    g. От курсового угла волны.
5. Выберите правильный ответ на вопрос (возможны один или несколько правильных ответов): **от чего зависит усилие, необходимое для снятия судна с мели?**
    a. От водоизмещения судна.
    b. От коэффициента трения грунта.
    c. От величины потери осадки при посадке на мель.
    d. От коэффициента полноты водоизмещения судна.
    e. От наличия или отсутствия пробоин в корпусе, полученных при посадке на мель.
    f. От погодных условий.
    g. От стадии прилива.
6. Выберите правильный ответ на вопрос (возможны один или несколько правильных ответов): **от чего зависит величина стрелки провисания буксирной линии при буксировке судна?**
    a. От способа крепления буксирного троса на буксировщике и буксируемом судне.
    b. От скорости буксировки.
    c. От упругости буксирного троса.
    d. От массы погонного метра буксирной линии.
    e. От длины буксирной линии.
    f. От количества прядей в буксирном тросе.
7. Выберите правильный ответ на вопрос (возможны один или несколько правильных ответов): **от чего зависит держащая сила якоря?**
    a. От типа якоря.
    b. От погодных условий.
    c. От коэффициента держащей силы грунта.
    d. От скорости течения в месте якорной стоянки.
    e. От длины вытравленной якорной цепи.
    f. От калибра якорной цепи.
    g. От глубины в месте якорной стоянки.
    h. От характеристики снабжения судна.
8. Выберите правильный ответ на вопрос (возможны один или несколько правильных ответов): **от чего зависит длина растяжения буксирного троса, позволяющая судам расходиться на волне при выполнении буксировки?**
    a. От количества прядей в тросе.

b. От скорости буксировки.
c. От упругости буксирного троса.
d. От массы погонного метра троса.
e. От длины буксирного троса.
f. От высоты волны.
g. От длины волны.

9. Выберите правильный ответ на вопрос (возможны один или несколько правильных ответов): **чем из перечисленного ниже необходимо руководствоваться при подборе найтовов для того или иного грузового места?**
   a. Разрывное усилие найтовов.
   b. Амплитуда качки.
   c. Количество найтовов с каждой стороны грузового места.
   d. Разница между силами, стремящимися сдвинуть или опрокинуть груз и силой трения, воздействующей на груз.
   e. Сезон года, во время которого осуществляется перевозка.
   f. Вид сепарации под грузом.
   g. Угол наклона найтова к палубе.
   h. Одноразовое или многоразовое использование найтовов.
   i. Прогноз погоды.
10. Выберите правильный ответ на вопрос: **какой из приведённых ниже видов крепления буксирного троса на буксируемом судне является наиболее ненадёжным?**
   a. За брагу.
   b. За специальные буксировочные кнехты.
   c. За якорную цепь.
   d. За одиночный обычный кнехт.
   e. За якорные клюзы.
   f. За несколько обычных кнехтов с распределением нагрузки между ними.

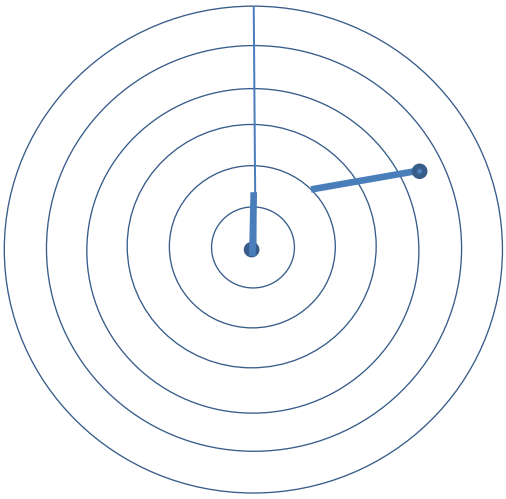
<u>Повышенный уровень сложности</u>

11. Выберите правильный ответ на вопрос: **на рисунке приведено изображение экрана РЛС, установленной на шкалу дальности 6 миль. Определите на глаз дистанцию и время кратчайшего сближения с целью.**



a. 0.5 мили, 6 минут.
b. 1 миля, 12 минут.
a. 2 мили, 12 минут.
b. 0 миль, 6 минут.
c. 1 миля, 15 минут.
d. Среди приведённых правильного ответа нет.

12. Выберите правильный ответ на вопрос: **на рисунке приведено изображение экрана РЛС, установленной на шкалу дальности 6 миль. Определите на глаз дистанцию и время кратчайшего сближения с целью.**



a. 1 миля, 9 минут.
b. 0.5 мили, 6 минут.
c. 2 мили, 12 минут.
d. 0 миль, 9 минут.
e. 1,5 мили, 6 минут.
f. Среди приведённых правильного ответа нет.

13. Куда (вправо или влево) будет стремиться корма судна, оборудованного винтом регулируемого шага правого вращения при его работе на задний ход?

14. Куда (вправо или влево) будет стремиться корма судна, оборудованного винтом регулируемого шага левого вращения при его работе на задний ход?
15. Куда (вправо или влево) будет стремиться корма судна, оборудованного винтом фиксированного шага правого вращения при его работе на задний ход?
16. Расставьте виды рулевых органов по степени влияния на управляемость судна на маневрах от наихудшей к наилучшей:
    a. Поворотные колонки.
    b. Руль Беккера (с закрылком).
    c. Простое перо руля.
    d. Поворотные насадки.

Высокий уровень сложности

17. Какова причина уменьшения остойчивости судна, приводящего к появлению параметрического резонанса качки на волне? Для каких судов возможен параметрический резонанс качки?
18. Какую информацию можно найти в руководстве по аварийной буксировке судна?
19. Какую информацию можно найти в судовом руководстве по креплению груза?
20. Каким бортом удобнее подходить к причалу на одновинтовом судне, оборудованном винтом фиксированного шага правого вращения и носовым подруливающим устройством при сильном навальном ветре?
21. Перечислите 5 видов уязвимости судна на волнении согласно второго поколения критериев остойчивости судна в неповреждённом состоянии.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

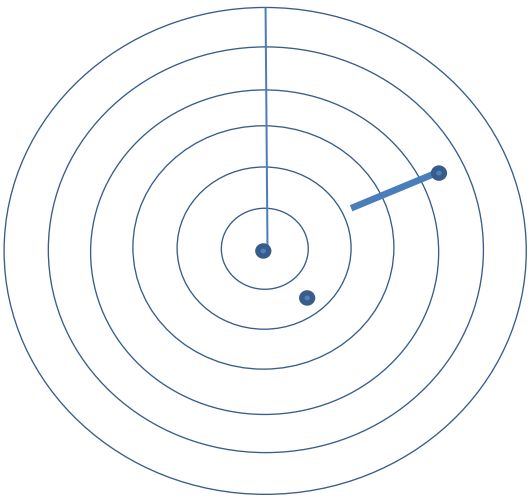
9 **семестр** *5* **курса _____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Виды морского волнения. Характеристики ветрового волнения и зыби и их влияние на безопасность плавания. Понятия обеспеченности и спектра волнения.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

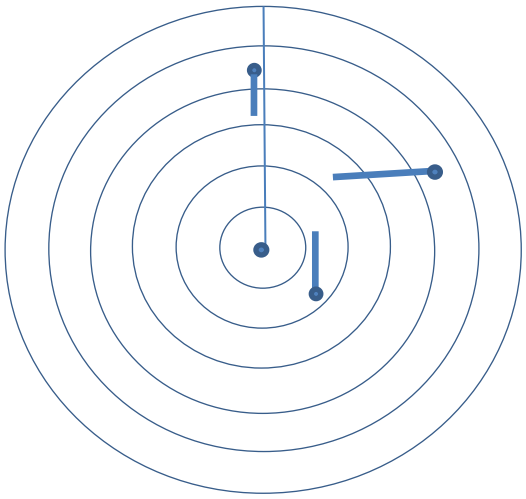
9 **семестр** *5* **курса _____учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Качка судна на спокойной воде, регулярном и нерегулярном волнении. Использование теории данных видов качки в целях обеспечения безопасности плавания.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

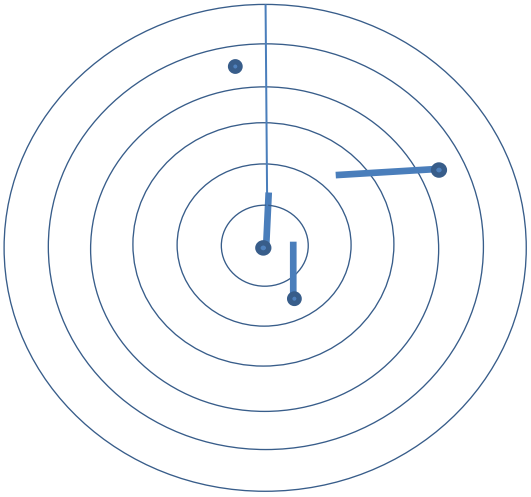
9 **семестр** *5* **курса** _____**учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Виды качки судна. Виды сил и моментов, действующиех на судно при качке. Общие уравнения качки.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

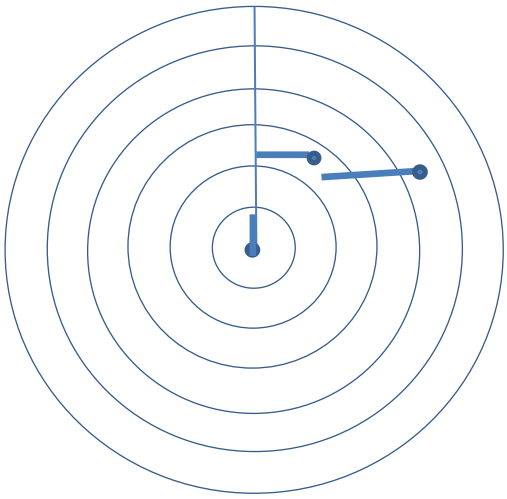
9 **семестр** *5* **курса _____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Виды резонанса качки, причины и условия его возникновения.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

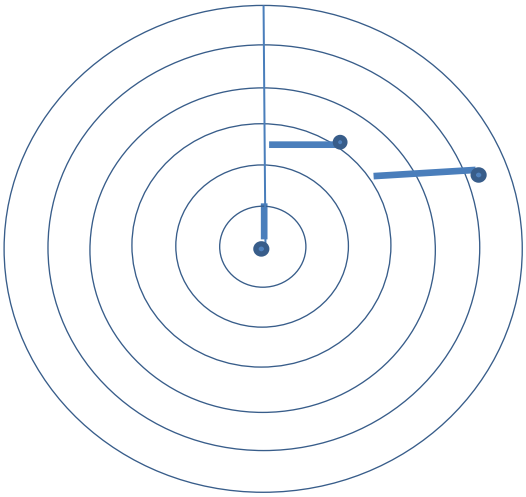
9 **семестр** *5* **курса _____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Виды резонанса качки, причины и условия его возникновения.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

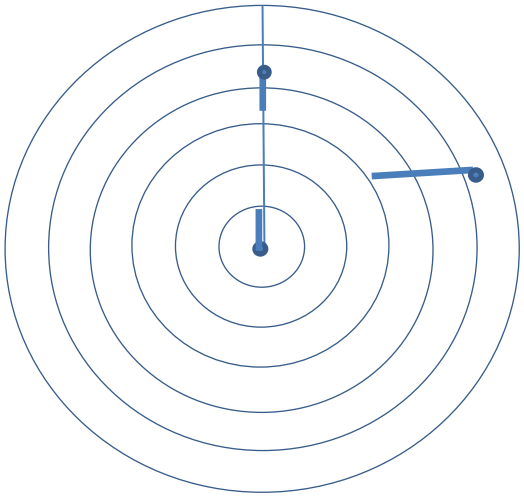
9 **семестр** *5* **курса_____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Виды опасных явлений, возникающих на встречном волнении. Способы уменьшения влияния этих явлений на безопасность плавания.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

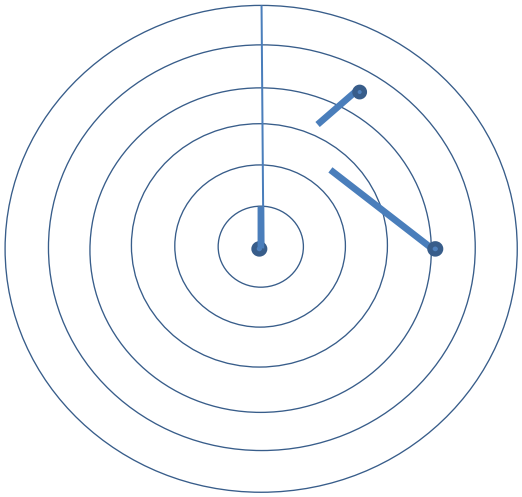
9 **семестр** *5* **курса _____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Критерии динамической остойчивости судна на волнении. Понятие о содержании промежуточного руководства ко второму поколению критериев динамической остойчивости судна.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

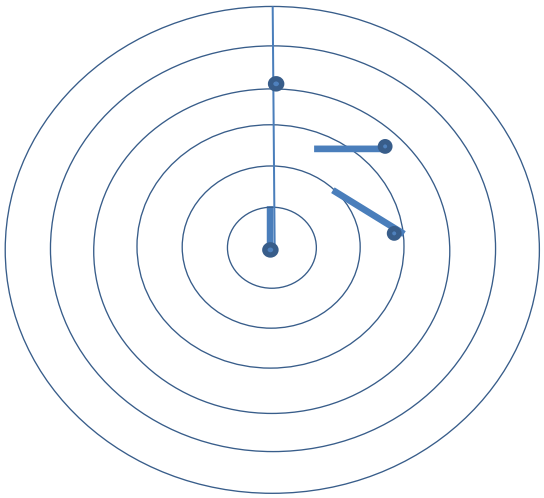
9 **семестр** *5* **курса** _____ **учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Расчёт сопротивления движению судов при морской буксировке.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

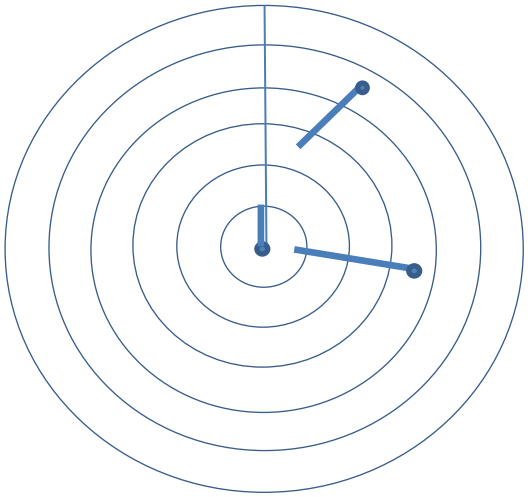
9 **семестр** *5* **курса_____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Расчёт скорости аварийной буксировки.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

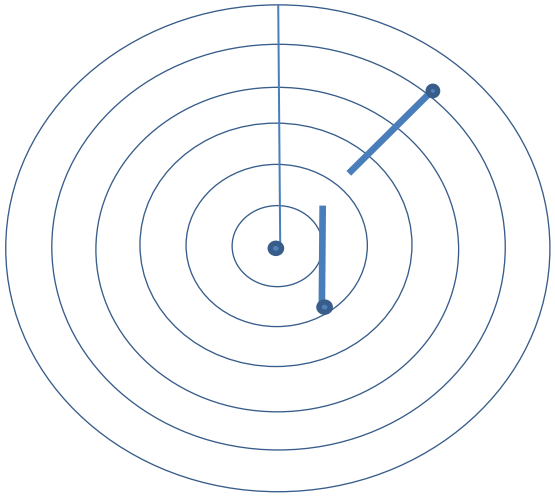
9 **семестр** *5* **курса _____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Способы подачи и крепления буксирного троса при аварийной морской буксировке. Отдача буксирного троса по окончании аварийной буксировки.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

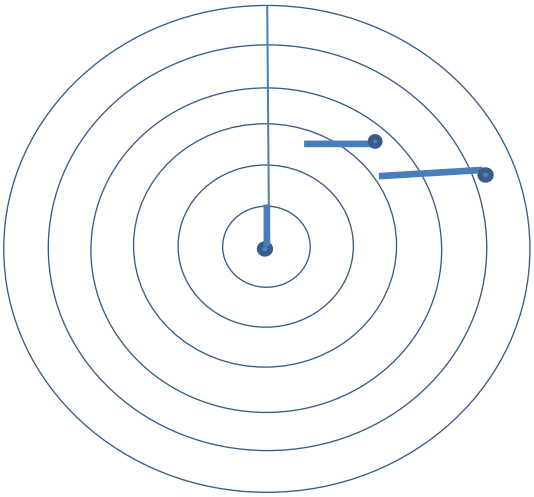
9 **семестр** *5* **курса** _____**учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Особенности управления судном при аварийной морской буксировке.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

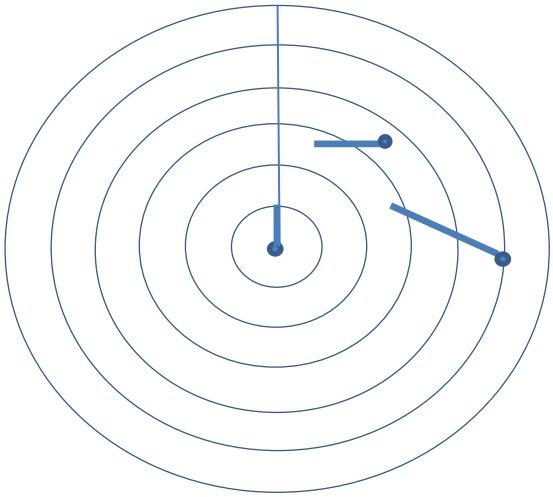
9 **семестр** *5* **курса** _____**учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Расчёт буксирной линии при аварийной морской буксировке.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

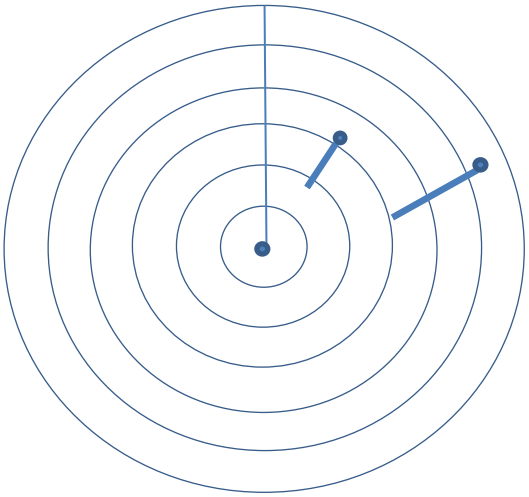
9 **семестр** *5* **курса_____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Содержание буклета по аварийной морской буксировке судна.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

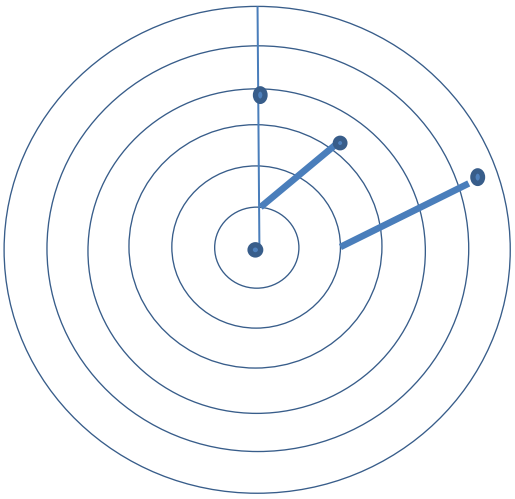
9 **семестр** *5* **курса _____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Способы постановки судна на якорь. Определение необходимой длины якорной цепи. Расчёт радиуса окружности, описываемой кормой судна на якоре.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

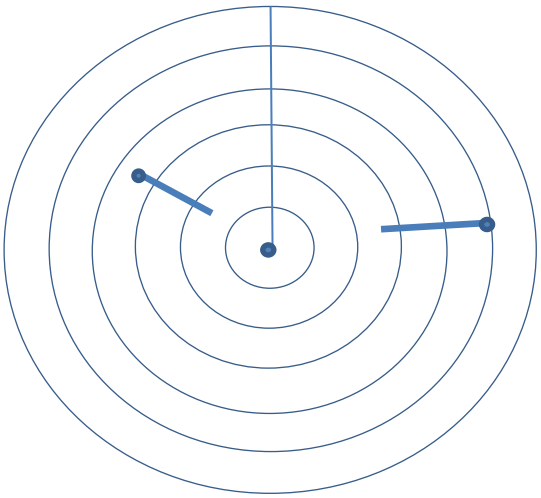
9 **семестр** *5* **курса _____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Силы, действующие на судно, стоящее на якоре и их учёт при выборе необходимой длины якорной цепи.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

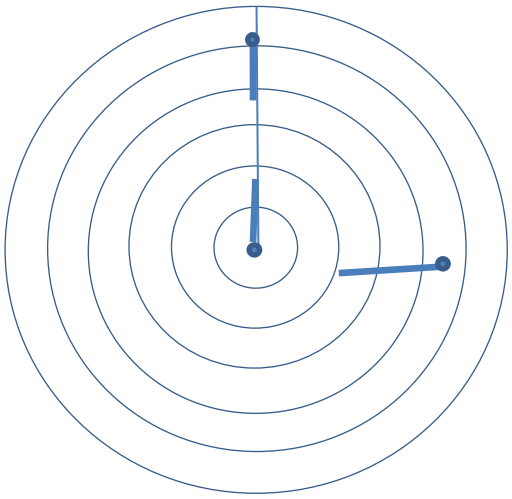
9 **семестр** *5* **курса _____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Снятие с якоря.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

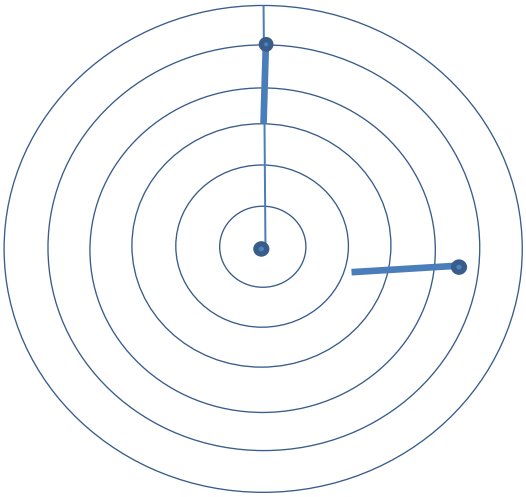
9 **семестр** *5* **курса _____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Кодекс безопасной укладки и крепления грузов на судне. Принципы расчёта крепления генеральных грузов согласно кодекса.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

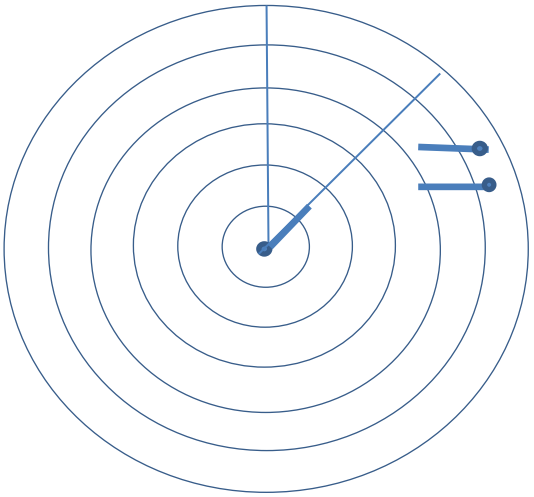
9 **семестр** *5* **курса _____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Силы, действующие на груз при качке и их учёт при расчёте найтовов для генерального груза.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

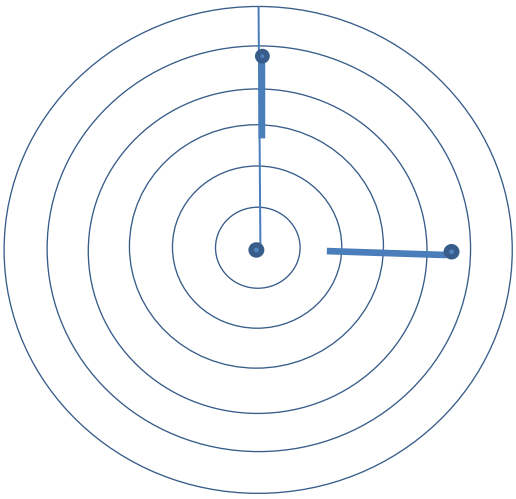
9 **семестр** *5* **курса _____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Порядок расчётов при выборе найтовов для генерального груза.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

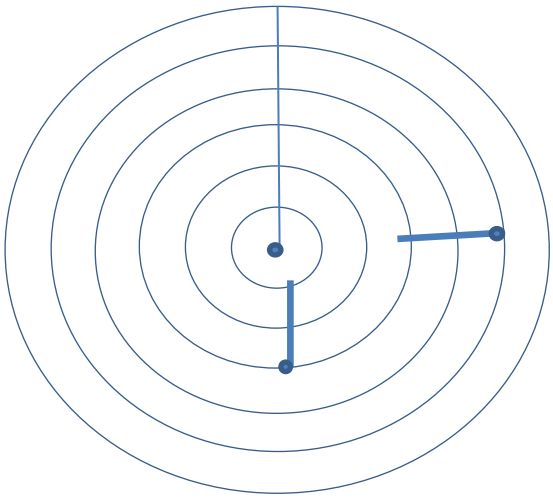
9 **семестр** *5* **курса _____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №20

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Содержание судового руководства по креплению груза.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

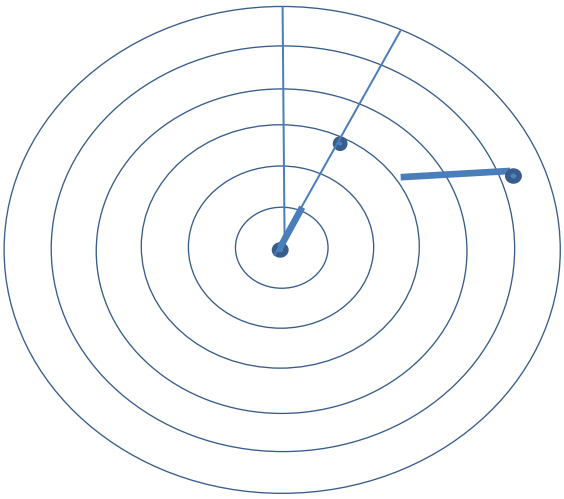
9 **семестр** *5* **курса** _____**учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 21

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Первичные действия при посадке судна на мель.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

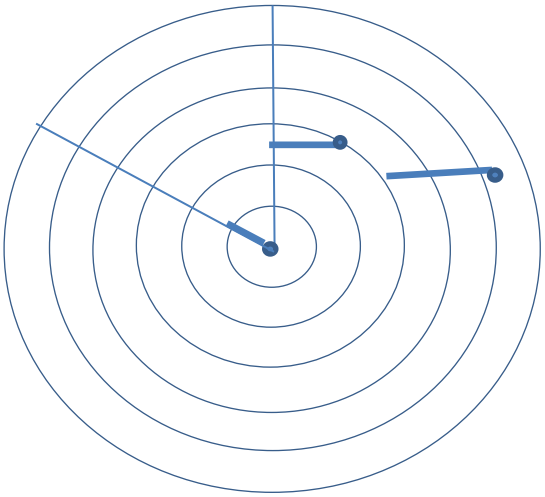
9 **семестр** *5* **курса _____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Судовые расчёты, проводимые при снятии судна с мели самостоятельно и с посторонней помощью.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

9 **семестр** *5* **курса** _____**учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Виды сил, действующих на судно на мели и факторы, влияющие на величину этих сил.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

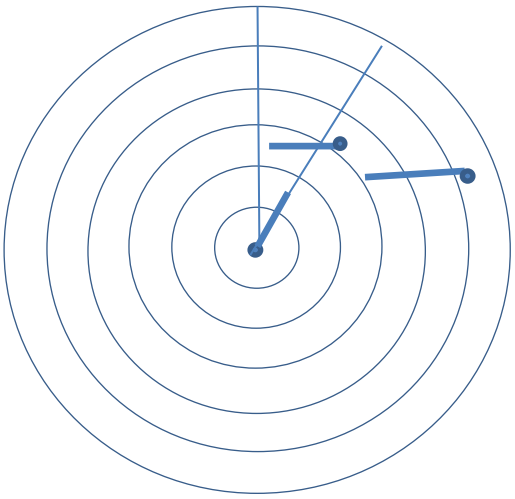
9 **семестр** *5* **курса** _____**учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Техническая подготовка судна к плаванию во льдах.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

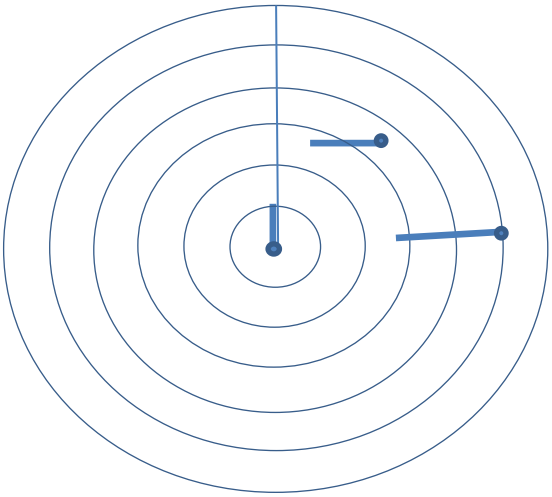
9 **семестр** *5* **курса** _____**учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 25

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Навигационная подготовка судна к плаванию во льдах.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

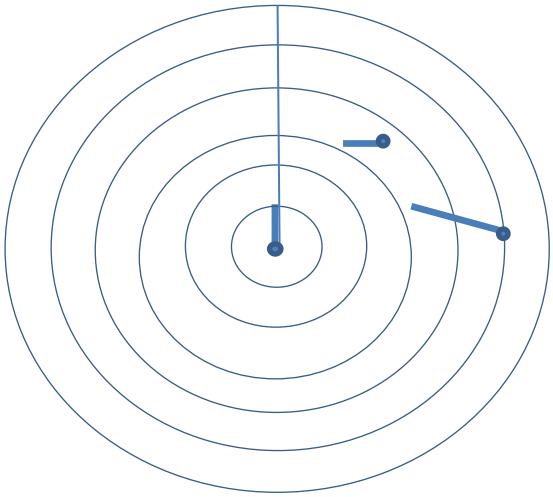
9 **семестр** *5* **курса** _____**учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 26

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Карты ледовой обстановки их использование для обеспечения безопасности плавания во льдах.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

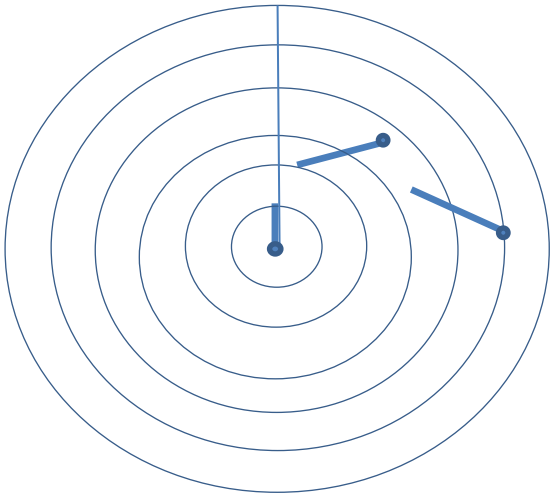
9 **семестр** *5* **курса _____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 27

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Самостоятельное маневрирование судна во льдах.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
Нестерова ул., 5а,
Нижний Новгород , 603005
телефон: (831) 419-47-56;
тел/факс: (831) 419-78-58
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru
ОКПО 03149576, ОГРН 1025203032645,
ИНН/КПП 5260001076/526001001

Кафедра «Судовождения и безопасности судоходства»

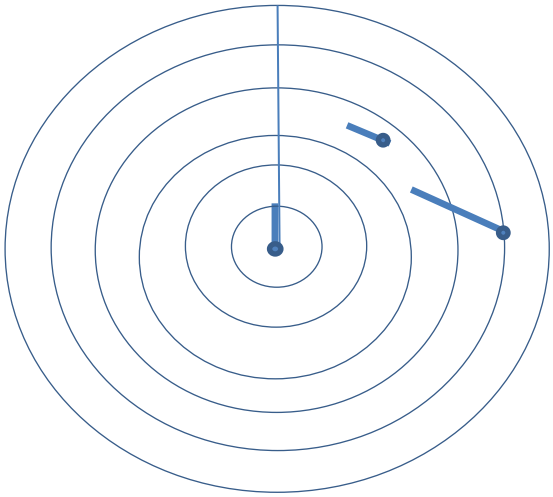
9 **семестр** *5* **курса _____ учебного года**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 28

по дисциплине:

Маневрирование и управление судном

1. Особенности работы судоводителя при ледокольной проводке судна.
2. На рисунке приведён вид экрана РЛС с выбранной 6-мильной шкалой дальности. Вектора за 6 минут. Определить время кратчайшего сближения и дистанцию кратчайшего сближения с судами, показанными на рисунке. Рекомендовать маневр для расхождения с указанными судами на дистанции не менее 1 мили.



Зав. кафедрой **Р.С. Хвостов**