

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

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

Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

В.Д. Кулагин

И.В. Якута

ТЕОРИЯ И УСТРОЙСТВО СУДНА

Раздел II Теория судна

Методические указания к выполнению контрольных работ
для студентов высших учебных заведений
по специальности 26.05.05 «Судовождение»
заочной формы обучения
(2-е издание, переработанное и дополненное)

БГАРФ

Калининград
Издательство БГАРФ
2019

УДК 629.12.011

Теория и устройство судна. Раздел II. Теория судна: метод. указания / сост.: В.Д. Кулагин, И.В. Якута – 2-е изд., перераб. и доп. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2019. – 26 с.

Методические указания содержат рекомендации по изучению второй части «Теория судна» дисциплины «Теория и устройство судна» студентами высших учебных заведений заочной формы обучения по специальности 26.05.05 «Судовождение». Приведено содержание программы и методические указания к самостоятельному изучению дисциплины, варианты и задания контрольных работ, методические указания к их выполнению, указана рекомендуемая литература, вопросы для самопроверки.

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

Рецензент: Устич Л.М., канд. пед. наук, доцент кафедры БМ БГАРФ



БГАРФ

© БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие организационно-методические указания	3
2. Примерный тематический план занятий	5
3. Общий перечень рекомендуемой литературы	6
4. Содержание программы дисциплины и методические указания к самостоятельному изучению	7
Тема 1. Основные положения гидродинамики	7
Тема 2. Плавучесть судна	9
Тема 3. Начальная остойчивость судна	10
Тема 4. Остойчивость судна на больших углах крена	12
Тема 5. Контроль и регулирование остойчивости и посадки судна в процессе эксплуатации	13
Тема 6. Непотопляемость судна	14
Тема 7. Качка судна	15
Тема 8. Сопротивление среды движению судна	17
Тема 9. Судовые движители	17
5. Задания к контрольным работам	18
6. Методические указания по выполнению контрольных работ.....	26
7. Примерный перечень лабораторных работ	26

БГАРФ

1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания составлены в соответствии с учебным планом заочного обучения по специальности 240200 "Судовождение" и программой дисциплины "Теория и устройство судна". Данная дисциплина является для судоводителей фундаментальной.

Цель изучения дисциплины состоит в том, чтобы студент получил твердые знания о мореходных качествах судов, конструкции корпуса, судовых устройствах и системах и научился использовать полученные знания для решения практических задач.

Дисциплина "Теория и устройство судна" тесно связана с дисциплинами "Безопасность мореплавания", "Управление судном и его техническая эксплуатация" и др. Основу для изучения дисциплины составляют судостроительное черчение, высшая математика, физика и теоретическая механика.

Изучение дисциплины следует начинать с ознакомления с настоящими указаниями, в которых сообщается, на какие задания разделен курс, сколько и каких контрольных, лабораторных работ и курсовых проектов требуется выполнить. В результате курсант получит общее представление об изучаемой дисциплине и сможет наметить план самостоятельной работы над ней.

Дисциплина «Теория и устройство судна» изучается в 1, 5, 6 и 7 семестрах. Дисциплина разделена на две части. Первая часть - «Устройство судна» - изучается студентами на первом курсе. Вторая часть - «Теория судна» - изучается студентами обычного срока обучения на 3-м и 4-м курсах, сокращенного срока обучения – на 3 курсе. Настоящие методические указания предназначены для студентов 3 и 4 курсов и в них рассматриваются вопросы мореходных качеств судов, прочности судна и их оценке в эксплуатационных условиях.

В соответствии с учебными планами для студентов обычного срока обучения отведено 20 часов лекций и 22 часа практических занятий, из них: в 5 семестре – 6 часов лекций, 8 часов лабораторно-практических занятий, 1 контрольная работа и зачет; в 6 семестре – 8 часов лекций, 8 часов лабораторно-практических занятий, 1 контрольная работа, экзамен; в 7 семестре - 6 часов лекций, 6 часов практических занятий, курсовой проект и экзамен. Для студентов сокращенного срока обучения в 5 семестре - 12 часов лекций и 12 часов лабораторно-практических занятий, 2 контрольные работы, курсовой проект и экзамен.

В методических указаниях даются краткая характеристика рассматриваемых вопросов, ссылки на разделы других дисциплин, которые служат теоретической базой и должны быть повторены курсантами, а также конкретные рекомендации по изучению отдельных пунктов программы.

Чтобы ответить на вопросы для самопроверки, как правило, требуется не формальное заучивание материала, а уяснение связи между явлениями.

При изучении курса полезно также иметь в виду следующее:

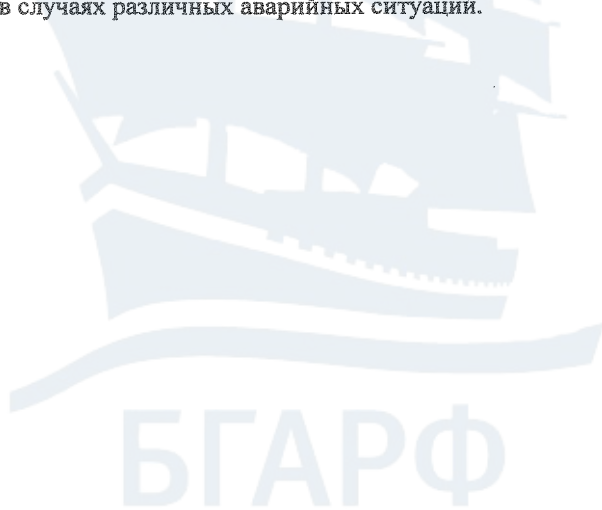
а) курсант должен уметь самостоятельно проводить доказательства и выводить формулы;

б) основные формулы и положения необходимо запомнить;

в) особое внимание следует обратить на анализ теоретических результатов и приложение их к решению практических задач;

г) при решении числовых примеров курсант должен научиться пользоваться справочной литературой и судовой технической документацией.

Лабораторные занятия посвящены освоению методов контроля мореходных качеств судов и решению задач, имеющих практическое значение. Студенты должны понимать физические основы мореходных качеств судов и их достаточной прочности в эксплуатационных условиях, иметь навыки использования положений теории судна для управления факторами, обеспечивающими желательную посадку, остойчивость судов, непотопляемость, ходкость, управляемость. Знать и уметь пользоваться соответствующими международными правилами, кодексами и стандартами, касающимися безопасной обработки, размещения и перемещения грузов. Иметь навыки применения информации об остойчивости, посадке и прочности судна. Понимать необходимость и целесообразность определенных действий в случаях различных аварийных ситуаций.



2. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ

Номер, наименование разделов и тем программы дисциплины	Всего по дневной форме обучения, часы	По заочной форме обучения	
		Лекция, часы	Лабораторные и практические занятия, часы
1	2	3	4
Введение. Общая характеристика теории судна как научной дисциплины	1	-	-
Тема 1. Основные положения гидромеханики	4	-	2/-
Тема 2. Плавучесть судна	12	4/2	2/2
Тема 3. Начальная остойчивость судна	22	6/4	4/6
Тема 4. Остойчивость судна на больших углах крена	8	4/1	2/4
Тема 5. Контроль и регулирование остойчивости и посадки судна в процессе эксплуатации	16	2/2	4/-
Тема 6. Непотопляемость судна	10	2/2	2/-
Тема 7. Качка судна	12	1/1	2/-
Тема 8. Сопротивление среды движению судна	10	1/-	2/-
Тема 9. Судовые движители	12	-	2/-
Итого:	108	20/12	22/12

Примечание. В числителе приведено число часов для обычного срока обучения, в знаменателе - для сокращенного срока.

3. ОБЩИЙ ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Кулагин В.Д. Теория и устройство промысловых судов: Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Судостроение, 1986. - 480 с.
2. Друзь Б.И. и др. Задачник по теории, устройству судов и движителям. - Л.: Судостроение, 1986. - 240 с.
3. Кулагин В.Д., Ярисов В.В. Теория и устройство судов. Сборник задач для практических занятий по курсу ТУС и ТО для курсантов специальности 240200 «Судовождение». - Калининград: БГАРФ, 2000. - 53 с.
4. Кулагин В.Д., Ярисов В.В. Теория и устройство судов: Метод. руководство по разработке курсового проекта "Расчет посадки и остойчивости судна в процессе эксплуатации" для дневных и заочных факультетов вузов по спец. 240200 «Судовождение». - Калининград: БГАРФ, 2004. - 144 с.
5. Якута И.В., Ярисов В.В., Ярков И.А. Теория и устройство судов (плавучесть, остойчивость, непотопляемость судна): Методические указания к лаб. работам для вузов по спец. 240200 «Судовождение». - Калининград: БГАРФ, 2002. - 43 с.

Дополнительная

6. Гольденберг И.З., Кулагин В.Д., Якута И.В., Ярисов В.В. Теория и техническое обслуживание судна в вопросах и ответах: Учебное пособие. - Калининград: БГАРФ, 2003. - 95 с.
7. Кулагин В.Д., Ярисов В.В. Теория и устройство судов. Плавучесть и остойчивость: Учебное пособие. - Калининград: БГАРФ, 2001. - 88 с.
8. Кацман Ф.М. Теория и устройство промысловых судов. - Л.: Судостроение, 1986. - 392 с.
9. Александров М.Н. Судовые устройства: Учебник для кораблестроительных вузов. - Л.: Судостроение, 1986. - 369 с.
10. Благовещенский С.Н., Холодилин А.Н. Справочник по статике и динамике корабля. В 2 т. 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Судостроение, 1976.
11. Войткунский Я.И., Перлиц Р.Я., Титов И.А. Справочник по теории корабля: Судовые движители и управляемость. 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Судостроение, 1973. - 512 с.
12. Дунаевский Я.И., Маков Ю.Л. Моряку о непотопляемости. - Калининград: Кн. изд-во, 1981. - 143 с.
13. Кулагин В.Д., Герман Б.И., Маков Ю.Л. Практические расчеты остойчивости, непотопляемости и ходкости промысловых судов. - Л.: Судостроение, 1982. - 197 с.
14. Найденов Е.В. Контроль посадки и остойчивости судна. - М.: Транспорт, 1983. - 143 с.

15. Правила классификации и постройки морских судов. – СПб.: Транспорт, 1999. - 928 с.

16. Севастьянов Н.Б. Остойчивость промысловых судов. – Л.: Судостроение, 1970.– 200 с.

17. Справочник по теории корабля. В 3 т. / Под ред. Я.И. Войткунского. – Л.: Судостроение, 1985.

18. Чаплыгин Ф.Т. Работа грузоподъемных устройств в условиях промысла. - М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982. - 144 с.

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ

Тема 1. Основные положения гидромеханики

Основные свойства жидкостей. Классификация сил в гидромеханике. Гидростатика. Закон Архимеда.

Гидромеханика. Установившееся и неуставившееся, ламинарное и турбулентное движение жидкости. Понятие о линии тока, элементарной струйке. Основные уравнения гидромеханики: уравнение неразрывности, уравнение Бернулли.

Теория подобия в гидромеханике. Силы сопротивления при движении тел в жидкости.

Основы теории крыла.

Методические указания

Цель изучения темы 1 состоит в освоении студентами основной теоретической базы для всех разделов теории судна - гидромеханики, науки о движении и равновесии жидкостей.

Материал темы имеет теоретический характер. Для лучшего его понимания целесообразно повторить из курса высшей математики вычисление площади, статического момента и момента инерции площади плоских фигур, из курса теоретической механики - вычисление координат центра тяжести плоских фигур, условие статического равновесия системы.

При изучении основных свойств жидкости курсант должен получить представление о численных значениях удельного веса и плотности пресной и морской воды в международной и технической системах единиц.

В гидростатике главным является вопрос об определении силы давления воды на плоские и криволинейные поверхности. Курсанту необходимо обратить внимание на вывод формул гидростатического давления.

Материал по гидродинамике содержит много понятий и выводов, имеющих большое значение при изучении теории судна. Главное внимание курсант должен уделить уравнениям неразрывности и Бернулли, хорошо понять связь между площадью поперечного сечения потока и скоростью жидкости, а также между скоростью и давлением жидкости.

Глубокого изучения в гидромеханике требует теория подобия, в основе которой лежит общий закон механического подобия. Важнейшее следствие его - возможность единообразной записи выражений для определения сил сопротивления и иных гидродинамических усилий. Курсант должен иметь в виду это замечание, облегчающее запоминание формул при изучении различных разделов курса. Для сознательного усвоения материала следует ясно представлять, что с точки зрения подобия явлений важно, чтобы величина имела определенную размерность, т.е. при замене в формулах подобия одних величин другими с той же размерностью будет меняться только безразмерный коэффициент.

Для понимания методов расчета ходкости, управляемости, а также теории судовых движителей важно уяснить условия подобия по Рейнольдсу и Фруду, учитывающие природу гидродинамических сил.

Выводы теории крыла широко используются при изучении управляемости судовых движителей и рулевых устройств, при этом главной целью является получение ясного представления о силах, возникающих на крыле в потоке жидкости в зависимости от угла атаки.

Литература: [1, § 3.1-3.5], [8], [10], [14].

Вопросы для самопроверки

1. Чему равна плотность пресной воды в системе СИ и в технической системе единиц?
2. При каких условиях центр гидростатического давления на плоскую поверхность совпадает с её центром тяжести?
3. Как перемещается центр гидростатического давления на плоскую поверхность с увеличением глубины её погружения?
4. Какое уравнение выражает в гидромеханике закон сохранения энергии?
5. В какой зависимости можно представить формулы для определения гидродинамических сил?
6. Какие дополнительные условия подобия должны соблюдаться при вязкой и гравитационной природе гидродинамических сил?
7. Что понимают под коэффициентом качества крыла?

Тема 2. Плаву́честь судна

Основные понятия. Определение веса и координат центра тяжести судна. Определение водоизмещения и параметров посадки судна в судовых условиях. Условия и уравнения равновесия судна. Определение водоизмещения и осадки судна при приеме и расходовании больших и малых грузов. Изменение средней осадки при перемене плотности воды. Нормирование и контроль плавучести морских промысловых судов.

Методические указания

Цель изучения темы 2 - ознакомление с судовой технической документацией и методами её использования в эксплуатационных условиях для решения практических задач плавучести.

"Плаву́честь" - относительно простая в теоретическом отношении, но имеющая большое прикладное значение тема, базирующаяся на законах гидростатики.

Перед изучением темы рекомендуется повторить основные положения гидростатики, условия равновесия твердого тела, определение координат центров массы и центров тяжести объемов, а также определенные интегралы и приближенные способы их вычисления,

Важным является определение водоизмещения судна. Следует уяснить, что водоизмещение судна может измеряться в единицах объема (m^3), единицах массы (т) и единицах веса (кН). В первом случае водоизмещение называют объемным, во втором - просто водоизмещением (или массовым водоизмещением), в третьем - весовым водоизмещением.

Далее необходимо изучить принцип расчета судовой технической документации с помощью теоретического чертежа. Необходимо хорошо запомнить, что кривые элементов теоретического чертежа строятся для судна при посадке прямо на ровный киль.

Освоение приемов определения водоизмещения и осадки судна в судовых условиях очень важно для судоводителей. При определении водоизмещения судна, плавающего с дифферентом, надо ясно представлять, что эту задачу можно решить по диаграмме осадок судна носом и кормой.

Очень важную роль в теории судна имеют понятия о малом и большом грузе. Следует помнить, что различие заключается не в абсолютной, а в относительной величине груза. Большой груз - это совокупность определенного числа грузов, общая масса которых превышает 10% водоизмещения судна.

При выводе формулы для определения изменения осадки судна при переходе в воду с иной плотностью следует помнить, что масса судна при этом не меняется.

Следует четко уяснить методику определения массы перемещаемого или принимаемого груза для получения заданных осадок судна носом и кормой, т.к. эти вопросы имеют большое значение при эксплуатации судов.

Литература: [1, гл.5], [7], [8], [14].

Вопросы для самопроверки

1. Почему при посадке судна с большим дифферентом для определения водоизмещения судна не рекомендуется пользоваться грузовой шкалой и грузовым размером?
2. Почему с увеличением загрузки судна растет число тонн на 1 см осадки?
3. Запишите значения водоизмещения и весового водоизмещения судна, плавающего в морской воде плотностью $0,25 \text{ т/м}^3$, если объемное водоизмещение составляет $10\,000 \text{ м}^3$.
4. Чем объясняется, что минимальный зимний и зимний североатлантический надводный борт выше летнего?
5. Дайте определение мореходному качеству «плавучесть судна». Что такое запас плавучести?
6. Назначение грузовой марки? Какие Вы знаете грузовые марки?
7. Что такое грузовой размер? Когда была принята Международная конвенция о грузовой марке?

Тема 3. Начальная остойчивость судна

Основные понятия. Метацентрическая формула остойчивости. Условия остойчивости судна. Теорема Эйлера. Определение метацентрических радиусов.

Определение параметров посадки и остойчивости при перемещении, приеме и расходовании грузов. Влияние подвешенных, жидких и сыпучих грузов на остойчивость судна.

Методические указания

Цель изучения темы 3 - освоение методов оценки и обеспечения остойчивости судна. Помимо этого, материал темы дает возможность выполнить расчеты посадки судна.

Перед тем как приступить к изучению темы, необходимо повторить из курса высшей математики определение статических моментов и моментов инерции площади плоских фигур, дифференциал и дифференцирование функций; из курса теоретической механики - определение центра масс системы тел, вращение твердого тела вокруг оси.

Основное внимание следует обратить на уяснение физического смысла показателей остойчивости: плеча статической остойчивости и поперечной метацентрической высоты.

Теорема Эйлера - основная теорема начальной остойчивости. Применяя её, следует иметь в виду, что центр тяжести площади ватерлинии обычно не совпадает с плоскостью мидель-шпангоута.

При выводе формулы для определения метацентрических радиусов необходимо уметь вычислять объемы тел с помощью определенных интегралов.

При решении задач, связанных с влиянием на посадку и остойчивость судна произвольного перемещения грузов, надо обратить внимание на последовательность операций. Первоначальная операция всегда должна быть связана с вертикальным перемещением груза.

Для понимания вывода формул при приеме малого груза целесообразно вспомнить правила определения равнодействующей параллельных сил. Следует обратить внимание на предельную плоскость и оценить её положение по высоте судна.

Большое значение для судоводителей имеет вопрос, связанный с использованием диаграмм осадок судна носом и кормой, начальной остойчивости, Фирсова-Гундобина и других для определения посадки и остойчивости судна при приеме или снятии грузов. При пользовании диаграмм осадок судна носом и кормой часто приравнивают абсциссу центра массы судна к абсциссе центра величины. Судоводитель должен четко представлять возможность такой замены.

Со всей серьезностью надо отнестись к изучению влияния жидких грузов на остойчивость судна и методов практического учета свободных поверхностей.

Литература: [1, § 6,1-6.10], [7], [8], [14].

Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте основное свойство кривой центров величины.
2. Дайте определения основных понятий начальной остойчивости.
3. Как влияет дифферент на поперечную метацентрическую высоту?
4. Возможно ли ухудшение остойчивости судна при приеме малого груза на уровень днища?
5. Почему при приеме большого груза нельзя пользоваться формулами для приема малого груза?
6. Как изменится поперечная метацентрическая высота судна при подтягивании подвешенного груза и его опускании?
7. Как можно уменьшить влияние жидкого груза на остойчивость судна?

Тема 4. Остойчивость судна при больших углах крена

Плечо статической остойчивости при больших углах крена. Диаграмма статической остойчивости и её свойства. Построение диаграммы статической остойчивости по пантокаренам и универсальным диаграммам. Изменение параметров диаграммы статической остойчивости при изменении загрузки судна. Задачи, решаемые по диаграмме статической остойчивости.

Динамическая остойчивость судна, диаграмма динамической остойчивости, её использование для расчета динамических наклонов величины минимального опрокидывающего момента при одновременном действии качки и ветра.

Практические приложения к теории плавучести и остойчивости: расчеты по обеспечению всплытия судна, сидящего на мели; расчет остойчивости судна при работе с орудиями лова при обледенении, - на попутном волнении.

Методические указания

Цель изучения темы 4 состоит в том, чтобы курсанты усвоили учение об остойчивости при больших углах крена, представляющей интерес, главным образом, с точки зрения безопасности плавания. При выводе формулы для плеча статической остойчивости нужно знать причины её расчленения на плечи остойчивости формы и веса. Необходимо также уяснить различие в формулах для плеча статической остойчивости при малых и больших углах крена.

Следует обратить внимание на то, что диаграмма статической остойчивости может быть построена в масштабе моментов и плеч.

При изучении динамических наклонов нужно уяснить физическую картину явлений и понять связь между диаграммами динамической и статической остойчивости. Нетрудно заметить, что расчет больших динамических наклонов судна может быть исполнен по диаграмме как динамической, так и статической остойчивости.

Судоводителям необходимо овладеть практическими способами построения диаграммы статической остойчивости.

При рассмотрении влияния условий плавания на остойчивость судна надо помнить, что для образования кренящего момента помимо силы давления ветра требуется еще одна сила - сила дрейфа при статическом действии ветра, сила инерции при динамическом действии ветра.

Для усвоения материала по снятию судна с мели, постановке его в док необходимо хорошее знание общих вопросов плавучести и остойчивости.

Литература: [1, § 7.1-7.6; 8.1-8.4], [7], [8], [12], [13].

Вопросы для самопроверки

1. Чем объясняются отличия в формулах для расчета статических и динамических кренящих моментов от действия ветра?
2. Какова связь между диаграммами статической и динамической остойчивости?
3. Какой шквал - с подветра или с наветра представляет большую опасность для судна?
4. Почему плавание на попутном волнении более опасно, чем на встречном?
5. Почему при отливе снижается начальная остойчивость судна, сидящего на мели?
6. В какой момент при постановке судна в док метацентрическая высота судна уменьшится в наибольшей степени?

Тема 5. Контроль и регулирование остойчивости и посадки судна в процессе эксплуатации

Общие и дополнительные требования Регистра РФ, предъявляемые к остойчивости и посадке промысловых судов.

Меры по обеспечению и регулированию остойчивости судна в процессе эксплуатации. Контроль остойчивости расчетными, измерительными и табличными методами. Использование ЭВМ для контроля посадки и остойчивости судна. Информация об остойчивости для капитана и использование её при решении задач по обеспечению остойчивости судна.

Методические указания

Цель изучения темы 5 - ознакомление с основными положениями нормирования, контроля и регулирования остойчивости морских судов. Вопрос о практических способах оценки остойчивости морских судов имеет чисто прикладное значение. Главное внимание надо уделить существу описываемых методов контроля остойчивости. Курсанты должны знать структуру "Информации об остойчивости для капитана" и уметь её использовать.

Следует помнить, что при контроле остойчивости используется кривая критических аппликат центра тяжести, полученная из условия обеспечения требований Регистра РФ по нескольким показателям остойчивости. Ординаты этой кривой соответствуют таким значениям аппликаты центра тяжести судна, при которых требования по одному из показателей обеспечения на пределе, а по остальным показателям - с некоторым запасом.

Контроль остойчивости судна производится сравнением расчетной аппликаты судна с критическим её значением, выбранным по указанной

кривой для данного водоизмещения судна, при этом равенство обоих значений означает, что остойчивость судна по одному из критериев находится в предельном состоянии, а по остальным - в избыточном.

В связи с тем, что для контроля остойчивости начинают находить все более широкое распространение на судах различные приборы, следует четко представлять работу приборов, основанных на электрическом моделировании нагрузки судна, специализированных и неспециализированных микроЭВМ и др.

Надо обратить внимание на опыт раскачивания судна для определения метацентрической высоты, который отличается простотой и может быть использован в эксплуатационных условиях.

Литература: [1, § 9.1-9.4], [7], [8], [13], [14].

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите общие требования, предъявляемые Регистром РФ к остойчивости морских судов.
2. Как рассчитывается количество водяного балласта, необходимого для обеспечения остойчивости судна?
3. Каким образом замеряется период свободных бортовых колебаний судна?
4. Как определяется аппликата центра величины и метацентрический радиус в судовых условиях?
5. Что такое критерий погоды?

Тема 6. Непотопляемость судна

Основные понятия. Конструктивные и организационные мероприятия, обеспечивающие непотопляемость судна.

Деление аварийных отсеков на категории. Расчет параметров посадки и остойчивости судна с аварийными отсеками различных категорий.

Борьба за непотопляемость судна после аварии. Требования Регистра РФ к непотопляемости морских судов.

"Информация об аварийной посадке и остойчивости судна" и пользование ею.

Методические указания

Цель изучения темы 6 - получить общее представление о методах обеспечения непотопляемости морских промысловых судов и поведении судна после затопления части помещений.

При изучении вопроса об изменении посадки и остойчивости судна при затоплении части помещений следует обратить особое внимание на то, каким образом влияет затопление разного рода отсеков на плавучесть и остойчивость судна, т.к. это имеет большое практическое значение. Курсант должен ясно себе представлять влияние на аварийную остойчивость судна длины и ширины аварийного отсека и уровня воды в нем. При рассмотрении принципов обеспечения непотопляемости промысловых судов следует разобраться в сущности вероятностного метода деления судна на отсеки, а также требованиях, предъявляемых Регистром РФ к посадке и остойчивости судна в аварийном состоянии.

Курсант должен хорошо представлять себе структуру "Информации об аварийной посадке и остойчивости судна" и уметь её использовать. Для судоводителя следует считать обязательным детальное ознакомление с результатами расчета непотопляемости судна, на котором он плавает.

Литература: [1, § 10.1-10.4], [7], [8], [12], [13], [14].

Вопросы для самопроверки

1. Какова роль двойного дна в обеспечении непотопляемости судна?
2. Какие требования предъявляет Регистр РФ к остойчивости аварийного судна при симметричном и несимметричном затоплении?
3. Почему коэффициент проищаемости больше для пустого помещения, чем для загруженного?
4. От каких факторов зависит требуемый индекс деления судна на отсеки?
5. Какой знак записывается в символе класса судна Регистра РФ, если оно непотопляемо при затоплении двух любых смежных отсеков?

Тема 7. Качка судна

Основные понятия. Бортовая, килевая и вертикальная качка судна на тихой воде.

Морское волнение. Бортовая качка на волнении. Влияние на качку курса и скорости судна. Успокоители бортовой качки.

Методические указания

Цель изучения темы 7 состоит в том, чтобы получить представление о поведении судна при волнении и ознакомиться с определением безопасных режимов штормового плавания судов.

Перед изучением качки надо обязательно повторить: из курса высшей математики - однородные и неоднородные линейные дифференциальные уравнения, из курса теоретической механики - гармонические колебания.

Основная задача при изучении качки на тихой воде - научиться определять периоды собственных колебаний судна, обратив особое внимание на определение периода бортовой качки и его связь с устойчивостью судна. При практическом использовании полученных зависимостей надо помнить, что в судовых условиях период бортовой качки наиболее просто определяется экспериментальным путем.

При изучении морского волнения следует хорошо представлять физический смысл уравнений профиля волны и изменения угла волнового склона, записанных в пространственных координатах и в функции от времени. В первом случае волна как бы фотографируется, во втором - пробегает мимо неподвижного наблюдателя.

Рассматривая бортовую качку на волнении следует понять, что кажущаяся сила веса всегда нормальна к поверхности воды.

Это является важным при составлении дифференциального уравнения качки. Главное внимание необходимо уделить анализу полученных зависимостей и связи амплитуды качки с отношением частот свободных и вынужденных колебаний.

Для судоводителей наиболее практическое значение имеет вопрос о качке на волнении судна, имеющего ход. Надо уделить достаточно внимания задачам, посвященным выбору благоприятных сочетаний курса и скорости судна во время шторма.

Литература: [1, § 12.1 - 12.6].

Вопросы для самопроверки

1. Как влияет распределение грузов на судне на величину его момента инерции?
2. Почему на рудовозах двойное дно имеет большую высоту?
3. На каком основании в дифференциальных уравнениях бортовой качки на регулярном волнении полагают, что восстанавливающий момент пропорционален углу наклона судна относительно поверхности воды?
4. Может ли судно испытывать на тихой воде чистую вертикальную качку?
5. Каким образом можно оценить период собственных бортовых колебаний судна при плавании на нерегулярном волнении?
6. Какие особенности имеет качка на волнении судна, обладающего ходом?
7. Как влияет опускание грузов на период бортовой качки судна на тихой воде?

Тема 8. Сопротивление среды движению судна

Общие сведения о сопротивлении движению судна. Элементы теории подобия.

Мощность, затраченная на движение судна. Пропульсивный коэффициент судна.

Составляющие полного сопротивления воды движению судна по результатам буксировочных испытаний моделей. Приближенные способы расчета мощности полного сопротивления и буксировочной мощности.

Влияние условий эксплуатации на сопротивление движению судна.

Тема 9. Судовые движители

Назначение, принцип действия и типы движителей. Геометрические кинематические и гидродинамические характеристики гребного винта. Расчет гребных винтов по данным систематических испытаний. Взаимодействие гребного винта с корпусом судна. Кавитация гребных винтов. Паспортные диаграммы судов, оборудованных гребными винтами фиксированного шага. Гребные винты регулируемого шага. Выбор наиболее экономичного режима работы энергетической установки.

Методические указания

Цель изучения тем 8 и 9 - получить представление об основных закономерностях, связывающих ходкость судна с условиями плавания, посадкой судна и другими факторами. Материал темы не содержит сложных математических выкладок, но требует хорошего знания основ гидромеханики.

Прежде чем приступить к изучению темы, необходимо повторить вопросы гидромеханики: основные свойства жидкостей, уравнение Бернулли, теорию подобия.

При ознакомлении с составляющими сопротивления надо обратить внимание на то, что формулы для всех составляющих имеют одинаковую структуру. Сопротивление трения может быть определено теоретическим путем, а теоретические формулы для определения сопротивления формы и волнового сопротивления дают большие погрешности, поэтому, если необходимо, их определяют экспериментальным путем.

При рассмотрении приближенных способов расчета ходкости следует обратить внимание на формулу адмиралтейских коэффициентов, с помощью которой можно решать задачи по ходкости судна, представляющие практический интерес.

Для судоводителей весьма важными являются вопросы влияния эксплуатационных факторов на буксировочное сопротивление. С практической точки зрения важен вывод об огромном влиянии обрастания на ходкость судна. Большое значение при изучении этого материала могут иметь собственные наблюдения курсанта, например, наблюдения, связанные с влиянием дифферента на ходкость судна.

При изучении судовых движителей надо четко усвоить принцип работы гребных винтов. Для этого необходимо хорошо представлять себе физическую картину обтекания элемента лопасти. Следует помнить, что при построении кривых действия винта принимаются во внимание поступи, соответствующие работе винта не только при нормальных условиях эксплуатации, но и на переходных режимах, на буксируемом судне и т.п.

Принципиальное значение имеет работа гребного винта совместно с двигателем. Главными являются понятия нормального, легкого и тяжелого винтов. Необходимо уяснить, что на взаимосвязь между винтом и двигателем оказывают влияние как геометрические параметры винта, так и режимы работы судна.

Курсант должен хорошо разобраться в паспортных диаграммах судов и уметь решать с их помощью практические задачи ходкости.

Литература: [1, § 13.1-13.9; 14.1; 14.2; 15.2; 15.5; 15.9; 15.10; 16.3].

Вопросы для самопроверки

1. Как влияет скорость судна на сопротивление трения, формы и волновое сопротивление?
2. Почему при модельных испытаниях нельзя обеспечить полное динамическое подобие с судном?
3. На сколько возрастает мощность двигателя при увеличении скорости судна на 5%?
4. На сколько увеличивается скорость судна при уменьшении осадки на 7%?
5. Почему в сильный шторм судно теряет скорость даже при попутном ветре?
6. При каких условиях поступь винта может оказаться больше геометрического шага?
7. Как скажется на взаимодействии винта с двигателем увеличение сопротивления воды вследствие обрастания корпуса?

5. ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ

Номера задач к контрольным работам (таблица 1) даны по задачникам [2] и [3]. Числовые данные для решения задач приведены в таблице 2.

Таблица 1

Номера задач к контрольной работе

Тема	Предпоследняя цифра шифра										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Основные положения гидромеханики судна	2.39	2.40	2.41	2.42	2.43	2.44	2.45	2.46	2.47	2.48	
	3.1	3.2	3.5	3.8	3.9	3.11	3.16	3.18	3.21	3.22	
	3.23	3.24	3.26	3.27	3.28	3.31	3.32	3.33	3.34	3.35	
Начальная остойчивость судна. Остойчивость на больших углах крена	Задачи из задачника [2]										
	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10	
	4.13	4.14	4.15	4.16	4.17	4.18	4.19	4.20	4.21	4.22	
	4.23	4.24	4.25	4.26	4.27	4.29	4.31	4.32	4.33	4.35	
	4.36	4.37	4.38	4.32	4.40	4.42	4.43	4.44	4.45	4.46	
	4.56	4.58	4.59	4.60	4.61	4.62	4.63	4.73	4.74	4.75	
	4.85	4.85	4.85	4.85	4.85	4.85	4.85	4.85	4.85	4.85	
	Задачи из задачника [3]										
	Сопротивление среды движению судна	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21		22	23	24	25	26	27	28	29	30	
31		32	33	34	35	36	37	38	39	40	
9.1		9.2	9.4	9.5	9.6	9.7	9.6	9.2	9.26	9.27	
9.39		9.39	9.39	9.39	9.39	9.39	9.39	9.39	9.39	9.39	
10.8		10.9	10.10	10.11	10.12	10.13	10.14	10.15	10.16	10.17	
Судовые двигатели											

Таблица 2

Числовые значения величин к задачам контрольной работы

Номер задачи	Обозначение заданной величины	Последняя цифра шифра											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
2.39	t°, C	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32		
2.40	Cf	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,5		
2.41	α , град	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5		
2.42	α , град	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5		
2.43	α , град	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5		
2.44	α , град	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26		
2.45	$F_{н}$, кН	185	192	200	207	215	222	230	237	245	252		
2.46	h , м	0,1	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55		
2.47	h , м	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6		
2.48	$F_{в}$, кН	290	315	330	355	380	405	430	455	480	505		
3.1	DW, т	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000	12500		
3.2	$M_{кз}$, тм	5000	3000	5000	10000	15000	20000	30000	40000	50000	60000		
3.5	P , т	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750		
3.8	x , м	5,0	4,55	4,0	3,5	3,0	0,0	-5,0	-4,5	-4,0	-3,5		
3.9	x , м	45	40	35	30	20	5	-10	-15	-20	-25		
3.16	$d_{св}$, м	9,0	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0	0,5		

Продолжение таблицы 2

3.16	$d_{\text{дв}}, \text{м}$	45	50	55	60	65	47	57	52	67
3.18	$d_{\text{кв}}, \text{м}$	65	70	75	80	85	67	7	72	62
3.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.22	п, дни	4	8	5	10	6	-	7	13	15
3.23	п, дни	4	5	6	7	8	9	10	12	13
3.24	п, дни	4	5	6	7	8	9	10	12	13
3.26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.31	d, м	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	1,00	1,05
3.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.34	$M_x, \text{тм}$	-52000	-40000	-43000	-30000	-14000	5000	10000	20000	29000
3.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.1	d, м	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	1,25	2,25
4.2	d, м	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	1,25	2,25
4.3	$Z_{\text{гв}}, \text{м}$	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	13,0	13,5
4.4	d, м	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,5	7,75
4.5	d, м	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,5	7,75
4.6	h, м	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,45	0,43
4.7	h, см	1,0	1,5	2,0	1,7	1,9	1,2	2,2	1,0	2,5
4.8	d, м	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	2,2	1,2	2,9	3,2
4.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.10	D, м	0,26	0,20	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,42	0,44

Номер задачи	Обозначение заданной величины	Последняя цифра шифра									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.13	M_z, TM	50000	55000	60000	65000	60000	53000	63000	73000	77000	57000
4.14	h, M	0,60	0,65	0,67	0,70	0,75	0,77	0,80	0,85	0,90	0,67
4.15	M_z, TM	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500
4.16	M_z, TM	35000	90000	93000	96000	98000	99000	97000	07000	86000	91000
4.17	h, M	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90	1,00	1,20	1,25	1,5	1,75
4.18	M_z, TM	52000	54000	56000	58000	60000	84000	73000	78000	80000	84000
4.19	Δ, T	300	350	360	370	380	390	400	410	420	430
4.20	Δ, T	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500
4.21	Δ, T	8500	8700	8800	8900	9000	9100	9300	9400	9500	9700
4.22	$\Delta h, \text{M}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
4.23	Δ, T	13600	13000	12500	12000	11500	11700	12700	13200	13500	11200
4.24	Z_2, M	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
4.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.32	h, M	8,0	8,5	8,2	9,6	10,5	11,0	12,1	10,0	12,0	7,5

Продолжение таблицы 2

4.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.35	B, M	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.37	h, M	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91	0,93	0,95	0,86	0,90	-	-	-	-	-	-	-	-
4.38	h, M	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-
4.39	h, M	0,89	0,91	0,93	0,95	0,97	0,99	1,0	0,90	0,94	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
4.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.43	Δ, T	10000	11000	11500	10500	12000	12500	13000	13500	14000	14500	-	-	-	-	-	-	-	-
4.44	h, M	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	-	-	-	-	-	-	-	-
4.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.46	h, M	1,36	1,38	1,40	1,42	1,44	1,46	1,48	1,50	1,52	1,55	-	-	-	-	-	-	-	-
4.56	h, M	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	0,82	0,87	0,97	-	-	-	-	-	-	-	-
4.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.59	h, M	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,42	0,44	0,34	0,36	-	-	-	-	-	-	-	-
4.60	Δ, T	8500	8700	8900	9100	9300	9500	9700	9900	10000	10300	-	-	-	-	-	-	-	-
4.61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 2

Номер задачи	Обозначение заданной величины	Последняя цифра шифра									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.63	h, м	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
4.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.75	Δ, г	6000	6200	6400	6600	6800	7000	7200	7100	6100	6500
4.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.1	DW, г	10000	10500	11000	11500	12000	12500	13000	11700	12700	13100
5.2	Df, м	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	3,25	2,25	3,70	3,20	3,9
5.44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.46	P, г	600	580	550	560	540	520	500	450	620	650
5.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.1	h, м	0,4	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,8	0,85
7.2	h	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
7.3	τδ1, с	10,0	10,25	10,5	10,75	11,0	11,25	11,50	11,75	12,0	12,25
7.4	τδ, с	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,9	17,0	18,0	19,0
7.7	B, м	8,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	42,5	45,0
7.10	λ, м	60,0	80,0	100,0	125,0	150,0	175,0	200,0	225,0	250,0	275,0
7.19	υ _в , у3	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0
7.20	τδ, с	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Номера задач и числовые данные курсант выбирает из таблиц соответственно по предпоследней и последней цифрам шифра. Например, если шифр заканчивается цифрами 23, то курсант должен решить задачи, номера которых указаны в таблице 1 для второго варианта заданий, а числовые данные для решения этих задач выбирать из таблицы 2 по последней цифре шифра (3), т. е. курсант должен решить задачи 2.41; 3.5; 3.23; 4.5 и т. д. соответственно при числовых данных 1,20; 18; 1,4; 4,85 и т. д. Если в таблице 2 стоит прочерк, то это означает, что во всех вариантах задачи решаются при исходных данных, приведенных в указанных выше задачниках.

Перед выполнением контрольной работы курсант должен повторить все темы, входящие в задание, обратив особое внимание на формулы, используемые для решения задач.

Всего необходимо решить 18 задач. Первые 9 задач составляют первую контрольную работу, следующие 9 – вторую. Студенты сокращенной формы обучения могут оформлять две контрольные работы в одной тетрадке.

7. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Определение метацентрической высоты методом кренования.
2. Определение запаса плавучести судна.
3. Исследование влияния перемещения грузов на посадку и остойчивость судна.
4. Исследование влияния приема и снятия малого груза на посадку и остойчивость судна.
5. Исследование влияния приема и снятия большого груза на посадку и остойчивость судна.
6. Исследование влияния жидких грузов на остойчивость судна.
7. Исследование влияния подвешенного груза на посадку и остойчивость судна.

Виталий Дмитриевич Кулагин
Ирина Владимировна Якута

ТЕОРИЯ И УСТРОЙСТВО СУДНА

Раздел II **Теория судна**

Методические указания к выполнению контрольных работ
для студентов высших учебных заведений
по специальности 26.05.05 «Судовождение»
заочной формы обучения
(2-е издание, переработанное и дополненное)

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

Лицензия № 021350 от 28.06.99.

Компьютерное редактирование
И.В. Леонова

Печать офсетная.

Подписано в печать 10.04.2019 г.
Усл. печ. л. 1,6. Уч.-изд. л. 1,9.

Заказ № 1481. Тираж 10 экз.

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

БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»

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