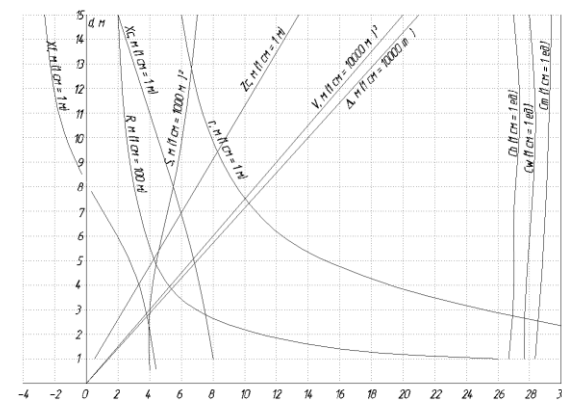


М.Г. Балашов

ТЕОРИЯ КОРАБЛЯ. ПЛАВУЧЕСТЬ



Методические указания

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Океанотехника и кораблестроение»

ТЕОРИЯ КОРАБЛЯ. ПЛАВУЧЕСТЬ

Методические указания
к выполнению практических заданий

Севастополь
СевГУ
2021

УДК 629.5.015.11(076.5)
ББК 39.42-01я73
Т33

Р е ц е н з е н т:

Т.Л. Чемакина - канд. техн. наук, доцент

Составитель : М.Г. Балашов

Т33 Теория корабля. Плавучесть : методические указания к выполнению практических заданий / Севастопольский государственный университет, Морской институт, кафедра «Океанотехника и кораблестроение» ; сост. М. Г. Балашов. – Севастополь: Изд-во СевГУ, 2021. – 17 с.: ил. – Текст : электронный.

Целью настоящих методических указаний является оказание методической помощи студентам направления 26.03.02 и 26.05.01 при выполнении практических по дисциплине «Теория корабля. Плавучесть».

УДК 629.5.015.11(076.5)
ББК 39.42-01я73

Рассмотрено и рекомендовано на заседании учебно-методического совета Морского института в качестве методических указаний по дисциплине «Теория корабля. Плавучесть» к выполнению практических заданий студентами направления подготовки 26.03.02 и 26.05.01 всех форм обучения, протокол № 4 от 15 марта 2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Практическая работа 1. Таблица ординат	7
2. Практическая работа 2. Расчет площадей шпангоутов	8
3. Практическая работа 3. Построение сводной таблицы и масштаба Бонжана 1-го вида	9
4. Практическая работа 4. Построение масштаба Бонжана 2-го вида	10
5. Практическая работа 5. Построение масштаба Бонжана 3-го вида	11
6. Практическая работа 6. Построение строевой по шпангоутам	12
7. Практическая работа 7. Решение задач с помощью масштаба Бонжана	13
8. Практическая работа 8. Кривые элементов теоретического чертежа	14
9. Практическая работа 9. Построение диаграммы Фирсова	16
Библиографический список	17

ВВЕДЕНИЕ

Форма корпуса судна является сложной криволинейной поверхностью, которую нельзя задать простыми аналитическими выражениями. Так как задать все необходимые размеры для его изготовления невозможно, то при постройке судна, как правило, используют плазовый метод производства, и недостающие на чертежах размеры снимают с плаза.

Одним из основных конструкторских документов является **теоретический чертеж** (ТЧ) корпуса судна, который используется не только для разбивки на плазе, но и при выполнении расчетов мореходных качеств судна, определении обводов при разработке чертежей общего расположения и др.

Теоретический чертеж представляет собой графическое изображение теоретической поверхности корпуса судна на трех ортогональных плоскостях проекций (рис. 1):

- вертикальная продольная плоскость, для судов – **диаметральная плоскость** (ДП), делящая судно в продольном направлении на две условно симметричные части: **левый борт** (ЛБ) и **правый борт** (Пр.Б);
- вертикальная поперечная плоскость, для судов – плоскость **мидель-шпангоута**, проходящая посередине длины корпуса судна между носовым и кормовым перпендикулярами;
- горизонтальная плоскость, для судов – **основная плоскость** (ОП), проходящая через точку пересечения плоскости мидель-шпангоута с килевой линией.

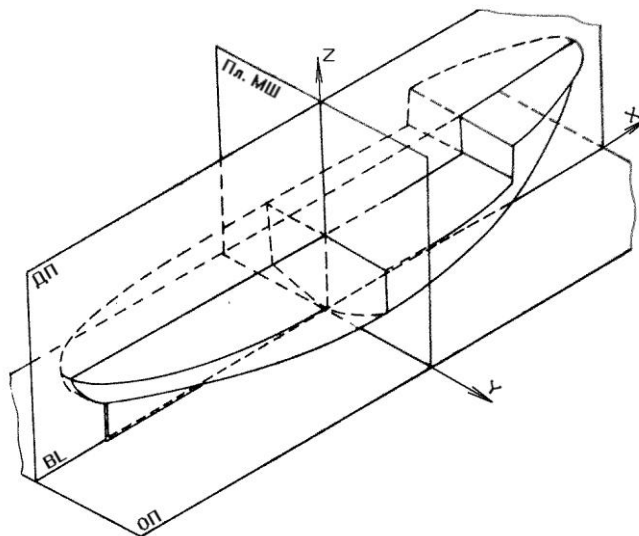


Рисунок 1 – Основные плоскости

В качестве теоретической поверхности судна при проектировании его обводов принимают внутреннюю поверхность наружной обшивки для металлических судов, а для судов с неметаллической обшивкой – наружную поверхность обшивки.

Линия пересечения ДП с ОП называется **основной линией** (ОЛ). Следы от пересечения теоретической поверхности корпуса судна плоскостями, параллельными ДП, называются **батоксами**, параллельными ОП – **ватерлиниями**, а параллельными плоскости мидель-шпангоута называются **теоретическими шпангоутами** (в дальнейшем – **шпангоутами**).

В Методических указаниях рассмотрен способ построения ТЧ без применения чертежных компьютерных программ.

Задание для выполнения практических работ

Задание на выполнение практических работ выдает преподаватель из альбома заданий. Они включают эскиз теоретического чертежа, состоящего из проекции корпус (21 шпангоут) и проекции бок, на котором изображены ветви фор- и ахтерштевней. Так же приведены главные размерения: длина L , м; ширина B , м; осадка d , высота борта D , м.

Все практические задания выполняются на листах А4, на усмотрение студента, карандашом, ручкой, тушью или на компьютере с последующей печатью выполненных эскизов по каждой работе.

Формирование отчета

На листах эскизов в верхней части должны быть написаны последовательно: **Практическая работа №__**, **Тема: _____**, **сам рисунок**, **Рисунок ##** - **Наименование рисунка, Фамилия и инициалы автора**. Пример оформления приведен в конце каждой практической работы. Практические задания сдаются на текущем занятии, если выполняются в ручную или на следующем, если требуется печать эскиза. По окончании всех практических работ из эскизов формируется отчет под общим титулом (рис. 2).

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
Севастопольский государственный университет
Морской институт
кафедра «Океанотехника и кораблестроение»

АЛЬБОМ

Практических работ
по дисциплине «Теория корабля. Плавучесть»

Ст.гр. _____

Проверил: _____

Севастополь
20__ г.

Рисунок 2 – Общий титул

1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: ТАБЛИЦА ОРДИНАТ

Цель: снять таблицу ординат с теоретического чертежа

Ход работы:

С готового ТЧ снять ординаты шпангоутов до последней расчетной ВЛ (y_i), линии борта ($y_{вп}$), расстоянии от последней верхней расчетной ВЛ до линии палубы на борту δh .

Отчет по практической работе

Отчет содержит лист с нарисованной и согласованной сеткой.

Пример выполнения работы

Практическая работа № 1

Тема: ТАБЛИЦА ОРДИНАТ

№ вл	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	0,038	0,08	0,13	0,16	0,19	0,24	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0,06	0,2	0,37	0,64	1,07	1,61	1,9	1,9	1,77	1,5	1,2	0,96	0,74	0,49	0,29	0,119	0	0
2	0	0	0	0,1	0,4	0,87	1,44	1,97	2,43	2,68	2,65	2,54	2,36	2,1	1,84	1,49	1,12	0,81	0,42	0,04	0
3	0	0	0	0,33	1,02	1,7	2,21	2,57	2,74	2,89	2,86	2,81	2,74	2,6	2,32	2,008	1,65	1,23	0,72	0,22	0
4	0	0	0,14	1,3	1,9	2,3	2,67	2,84	2,9	2,95	2,95	2,95	2,88	2,8	2,64	2,34	2,02	1,6	1,018	0,44	0
квл	0,93	1,4	1,8	2,1	2,4	2,7	2,8	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,9	2,81	2,58	2,3	1,91	1,32	0,69	0
6	1,9	2,09	2,3	2,5	2,7	2,8	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	3	2,9	2,75	2,53	2,18	1,63	0,95	0,16
вп	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	2,93	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	3	2,95	2,94	2,85	2,66	2,39	1,97	1,28

Контрольные вопросы

- 1) Что такое сетка?
- 2) Как проверить согласованность сетки?

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ ШПАНГОУТОВ

Цель: выполнить расчет площадей для 21 шпангоута.

Ход работы:

С заполненной таблице в Пр.1 перенести значения ординат в таблицы расчетов площадей. Необходимо заполнить 21 таблицу (с 0 по 20 шпангоуты). Если имеется цилиндрическая вставка, то количество таблиц можно сократить.

Отчет по практической работе

Отчет содержит лист с нарисованной и согласованной сеткой.

Пример выполнения работы

Практическая работа № 2

Тема: РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ ШПАНГОУТОВ
(приведен пример только 11 шпангоута)

ВЛ №	Шпангоут № 11		
	$Y_{i,m}$	$\Sigma\Sigma$	ϖ
0	12,20	0,00	0,00
1	13,80	26,00	52,00
2	13,80	53,60	107,20
3	13,80	81,20	162,40
4	13,80	108,80	217,60
5	13,80	136,40	272,80
6	13,80	164,00	328,00
7	13,80	191,60	383,20
Борт. лин. ВП	dW	380,88	764,08
ВП в ДП	dWf	10,16	774,24

Контрольные вопросы

- 1) Что такое площадь шпангоута?
- 2) Для чего выполняется расчет площадей?

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Тема: ПОСТРОЕНИЕ СВОДНОЙ ТАБЛИЦЫ И МАСШТАБА БОНЖАНА 1-ГО ВИДА

Цель: построить сводную таблицу площадей шпангоутов и построить масштаб Бонжана 1-го вида.

Ход работы: На основе рассчитанных таблиц сделать сводную по площадям. Вид таблицы аналогичен Пр. 1.

На основе табл. 3.1 построить масштаб Бонжана (вид 1)

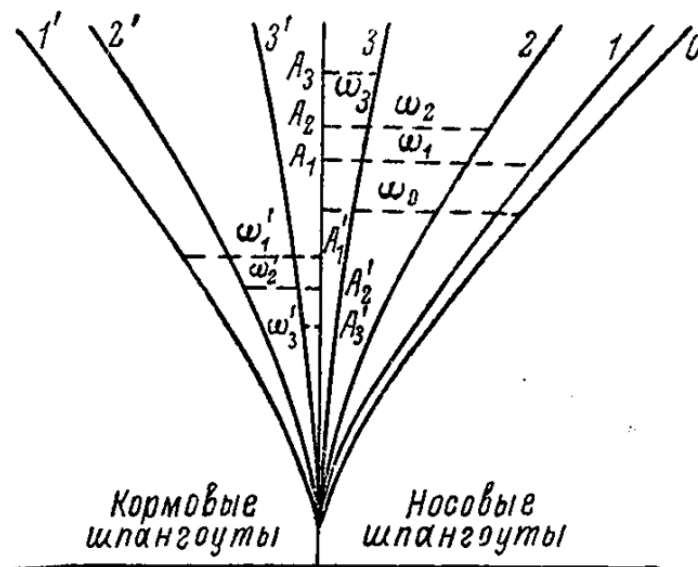
Отчет по практической работе

Отчет содержит лист с нарисованной и согласованной сеткой.

Пример выполнения работы

Практическая работа № 3

Тема: ПОСТРОЕНИЕ СВОДНОЙ ТАБЛИЦЫ И МАСШТАБА БОНЖАНА 1-ГО ВИДА



Контрольные вопросы

- 1) Что такое масштаб Бонжана?
- 2) Чем неудобен масштаб 1-го вида?

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Тема: ПОСТРОЕНИЕ СВОДНОЙ ТАБЛИЦЫ И МАСШТАБА БОНЖАНА 2-ГО ВИДА

Цель: выполнить построение масштаба Бонжана 2-го вида.

Ход работы:

На листе формата А3 построить диаметрально плоскость в разных масштабах по L и D. Нанести сетку в выбранных масштабах. На следах шпангоутов по ДП на высотах ватерлиний сделать надписи площадей шпангоутов указанных в таблице (Пр.3). Оформить как рисунок. Сделать надписи по чертежу.

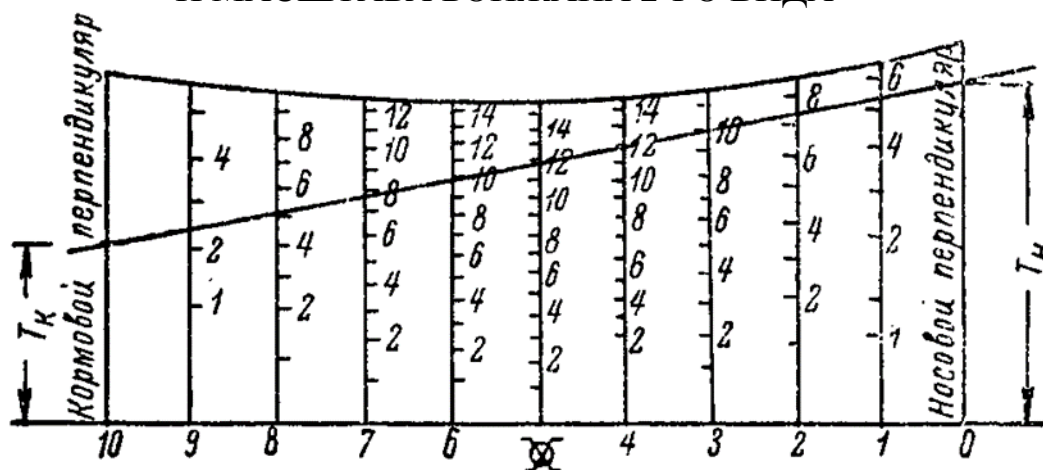
Отчет по практической работе

Отчет содержит лист с нарисованной и согласованной сеткой.

Пример выполнения работы

Практическая работа № 4

Тема: ПОСТРОЕНИЕ СВОДНОЙ ТАБЛИЦЫ И МАСШТАБА БОНЖАНА 2-ГО ВИДА



Контрольные вопросы

- 1) Какие вариации масштаба 2-го вида бывают?
- 2) Чем они удобны?

6. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Тема: ПОСТРОЕНИЕ СТРОЕВОЙ ПО ШПАНГОУТАМ

Цель: построить и изучить свойства строевой.

Ход работы: На имеемых МБ построенных в Пр. 4, 5 выполнить построение строевых для КВЛ. Для этого по следам шпангоутов вверх отложить площади соответствующих шпангоутов. Построение выполнить на готовых рисунках к Пр. 4, 5.

Свойства строевой по шпангоутам:

1. Площадь строевой = водоизмещению судна
2. Абсцисса ЦТ строевой = X_c .

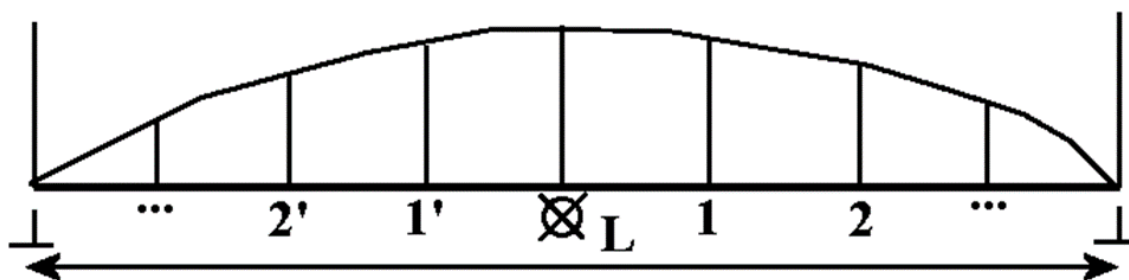
Отчет по практической работе

Отчет содержит лист с нарисованной и согласованной сеткой.

Пример выполнения работы

Практическая работа № 6

Тема: ПОСТРОЕНИЕ СТРОЕВОЙ ПО ШПАНГОУТАМ



Контрольные вопросы

- 1) Что такое строевая по шпангоутам?
- 2) Для чего она применяется?

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Тема: РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ МБ

Цель: построить серию произвольных ватерлиний и снять значения площадей шпангоутов

Ход работы: На имеемых МБ построенных в Пр. 4, 5 выполнить построение строевых для КВЛ. Для этого по следам шпангоутов вверх отложить площади соответствующих шпангоутов. Построение выполнить на готовых рисунках к Пр. 4, 5.

Построение строевых и определение V и X_c выполнить для разных осадок носом и кормой:

$d_n = 1,2 \cdot d_{ср}$, но не более чем палуба входит в воду;

$d_k = 2/3 \cdot d_{ср}$.

Построение выполнить на тех же рисунках. Записать результаты вычислений в таблице.

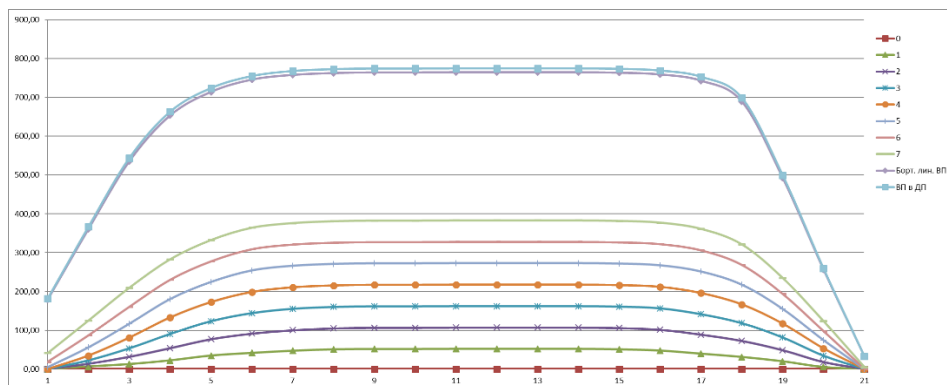
Отчет по практической работе

Отчет содержит лист с нарисованной и согласованной сеткой.

Пример выполнения работы

Практическая работа № 7

Тема: РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ МБ



Контрольные вопросы

- 1) Что такое строевая по шпангоутам?
- 2) Для чего она применяется?

8. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

Тема: КРИВЫЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЧЕРТЕЖА

Цель: построить кривые элементов теоретического чертежа (КЭТЧ).

Ход работы: Построение кривых элементов теоретического чертежа начинается с вычерчивания координатных осей. В отличие от принятого в математике, направление оси аргумента (осадки) принимается по вертикали, а оси функций (элементов теоретического чертежа) – по горизонтали.

На вертикальной оси наносится шкала осадок и отметки ватерлиний, по которым шел расчет. На горизонтальной оси наносится шкала в принятых единицах, начало отсчета (точка ноль) смещается вправо с таким расчетом, чтобы можно было нанести отрицательные значения абсциссы центра величины и абсциссы центра тяжести площади ватерлинии.

Для каждого элемента теоретического чертежа выбирается свой масштаб (из допускаемых ЕСКД) с таким расчетом, чтобы все кривые были разнесены по площади чертежа и каждая кривая в основной части имела бы наклон около 45° . Масштаб кривых x_c и x_f , r и z_c должен быть одинаковым.

Коэффициенты полноты C_b , C_w , C_m следует построить в правой части графика и выбрать для них новую ось отсчета. Масштаб для коэффициентов полноты следует принимать таким, чтобы соответствующие кривые имели заметный наклон. Это позволит избежать больших погрешностей при снятии значений коэффициентов для заданной осадки. Кривые элементов теоретического чертежа представляются в табл. 8.1.

Таблица 8.1 – Элементы теоретического чертежа

№ ВЛ	$V, \text{м}^3$	$S, \text{м}^2$	$x_f, \text{м}$	$x_c, \text{м}$	$z_c, \text{м}$	$r, \text{м}$	$R, \text{м}$	$z_m, \text{м}$	c_b	c_m	c_w
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0											
1											
2											
...											
n											

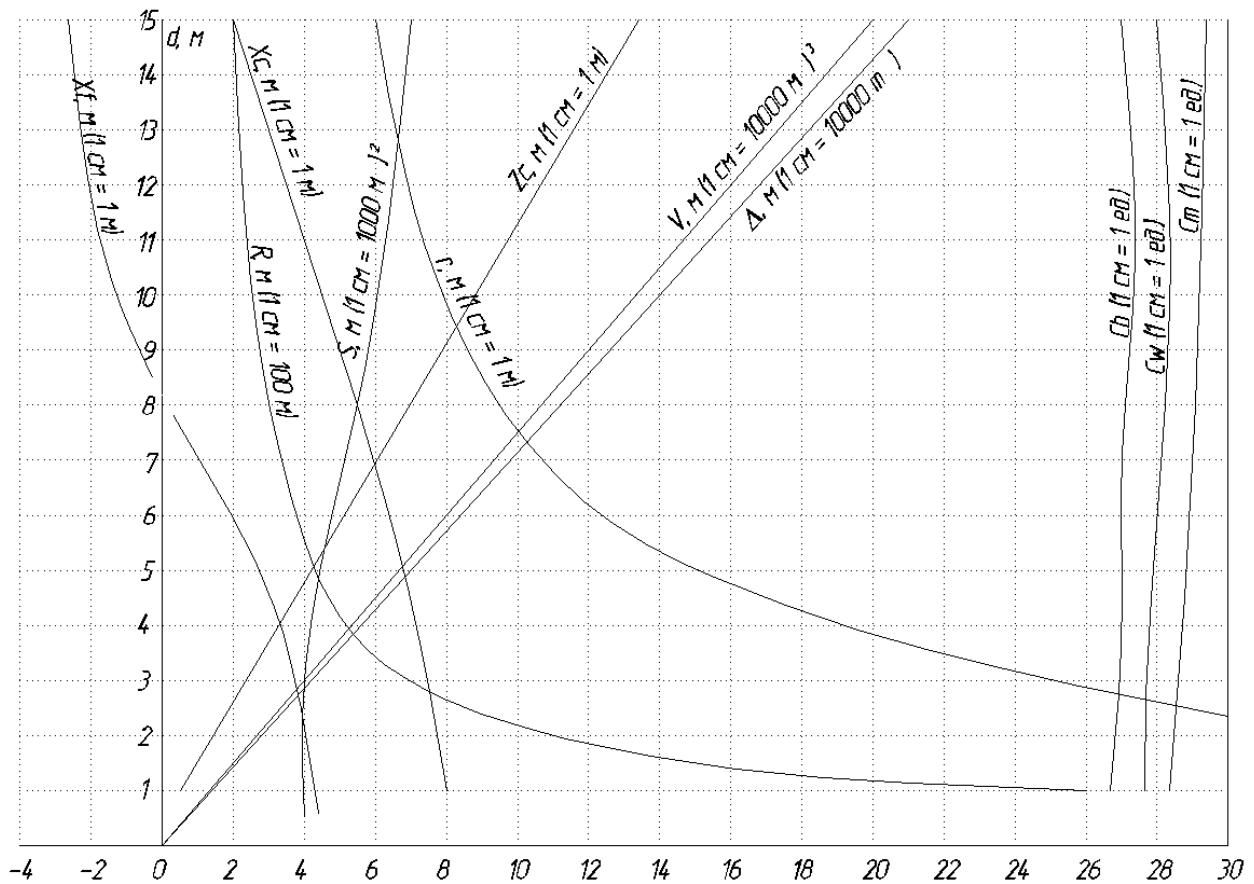
Отчет по практической работе

Отчет содержит лист с нарисованными кривыми элементами теоретического чертежа.

Пример выполнения работы

Практическая работа № 8

Тема: КРИВЫЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЧЕРТЕЖА



Контрольные вопросы

- 1) Для чего применяется КЭТЧ?
- 2) Какие задачи могут быть решены с помощью КЭТЧ?

9. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

Тема: ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММЫ ФИРСОВА

Цель: построить диаграмму Фирсова

Ход работы: Справочник «По статике корабля» стр.40 - 41 п.1.12.1.

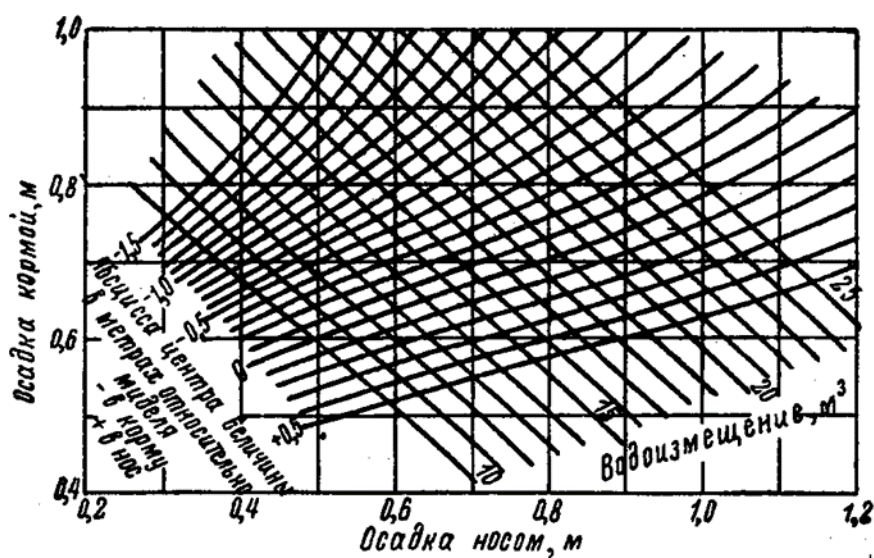
Отчет по практической работе

Отчет содержит лист с нарисованной диаграммой.

Пример выполнения работы

Практическая работа № 8

Тема: ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММЫ ФИРСОВА



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семенов-Тянь-Шанский В.В. Статика и динамика корабля / В.В. Семенов-Тянь-Шанский В.В. – Л.: Судостроение, 1973. – 607 с.
2. Борисов Р.В. Статика корабля: учеб. для студ. вузов / Р.В. Борисов и др. – СПб.: Судостроение, 2005. – 230 с.
3. Аксютин Л. Р. Контроль остойчивости морских судов / Л.Р. Аксютин. – Одесса: Фенікс, 2003. – 134 с.
4. Донцов С.В. Основы теории судна: учеб. пособие / С.В. Донцов. – Одесса: Фенікс, 2007. – 164 с.

ТЕОРИЯ КОРАБЛЯ. ПЛАВУЧЕСТЬ

*Методические указания
к выполнению практических заданий*

Составитель: **Балашов** Михаил Георгиевич

В авторской редакции

Изд. № 64/2021. Объем 1,25 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»