

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК



СЕРИЯ “НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА”

Основана в 1959 году

РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ РАН
ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ ДЕЯТЕЛЕЙ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ:

А.Л. Яншин (председатель), *Э.Н. Мирзоян* (зам. председателя),
В.М. Орел (зам. председателя), *З.К. Соколовская* (ученый секретарь),
В.П. Борисов, *В.П. Визгин*, *В.Л. Гвоздецкий*, *А.А. Гуриштейн*,
С.С. Демидов, *Г.М. Идлис*, *С.С. Илизаров*, *Э.И. Колчинский*,
В.Н. Краснов, *В.И. Кузнецов*, *Н.К. Ламан*, *Б.В. Левшин*,
К.В. Манойленко, *А.В. Постников*, *В.Н. Сокольский*,
Ю.И. Соловьев, *Ю.Я. Соловьев*, *М.Г. Ярошевский*

И. Р. Рассол



Иван Григорьевич БУБНОВ

1872 - 1919

Ответственные редакторы:

кандидат технических наук **Е. А. ШИТИКОВ**

кандидат технических наук **В. В. БАЛАБИН**



МОСКВА
«НАУКА»
1999

УДК 629.5 И.Г. Бубнов
ББК 39.42 г
Р 24

Рецензенты:

доктор технических наук К.Г. АБРАМЯН,
доктор технических наук С.М. ВИЛКОВ,
кандидат военно-морских наук В.Н. КРАСНОВ

Рассол И.Р.

Иван Григорьевич Бубнов. 1872–1919. – М.: Наука, 1999. – 164 с., ил. – (Научно-биографическая литература)
ISBN 5-02-002532-1

Книга посвящена жизни и деятельности известного русского инженера и педагога, профессора И.Г. Бубнова – одного из ведущих ученых-кораблестроителей России. Приведены новые и малоизвестные факты о жизни И.Г. Бубнова, дан анализ научного и технического творчества ученого при создании подводных и надводных кораблей, исследований в области кораблестроения. Судьба И.Г. Бубнова показана в неразрывной связи с развитием Российского флота. Используются опубликованные труды ученого, архивные материалы, воспоминания современников.

Для читателей, интересующихся развитием отечественной науки в области кораблестроения и историей Российского флота.

ТП-99-1-214

ISBN 5-02-002532-1

© Издательство “Наука”, 1999

Предисловие

Отечественное кораблестроение как самостоятельная область профессиональной деятельности возникло приблизительно в XV в. По мере накопления навыков “строения судов” и усложнения задач в последующие столетия появились и первые теоретические положения будущей кораблестроительной науки. Авторами их считаются Л. Эйлер и Д. Бернулли, работавшие в России во второй половине XVIII в.

Многое в их трудах опередило свое время и было использовано в следующем столетии, когда промышленный переворот вызвал в мировом, а затем и в отечественном кораблестроении переход от парусного флота к паровому и от деревянного строительства к железному. Эта эпоха выявила талантливых организаторов и конструкторов, среди которых выделялся адмирал А.А. Попов – создатель новых типов кораблей: броненосных крейсеров, мониторов-”поповок” и брестерно-башенных броненосцев. Весомый вклад в кораблестроение внесли его соратники С.О. Макаров, Э.Е. Гуляев, а также Н.Е. Кутейников. В эти годы работал М.М. Окунев, привнесший в практику проектирования кораблей начало научного анализа.

Однако на исходе XIX в. кораблестроительная наука вступила в своего рода кризис. Причина его состояла в противоречии усложняющихся потребностей создания новых кораблей с методами их проектирования, где многое еще определялось отжившими традициями. Для преодоления кризиса требовалось перестроить кораблестроительную науку на базе современных достижений математики и механики. Эту сложнейшую задачу разрешило следующее поколение инженеров, среди которых выделяются Алексей Николаевич Крылов и Иван Григорьевич Бубнов.

Выдающийся конструктор и ученый И.Г. Бубнов известен как создатель подводных лодок и новых типов линейных кораблей флота России, основоположник науки о прочности корабля, автор многих изобретений и фундаментальных работ в других областях кораблестроительной науки. К сожалению, в литературе ему посвящено до обидного мало страниц. Возможной причиной этого явилась безвременная кончина ученого в 1919 г. – в расцвете творческих сил, а также то, что многое в его научном наследии оказалось впоследствии утраченным.

Лишь в послевоенные годы осуществилось частичное переиздание трудов И.Г. Бубнова в сборниках [1] (под ред. А.С. Вольмира) и [2] (под ред. Ю.А. Шиманского). Обе книги включают очерки о творческом пути И.Г. Бубнова. Их авторы А.С. Вольмир и Ф.К. Дормидонтов предприняли первую попытку воссоздать его научную биографию. В дни празднования в Ленинграде 100-летней годовщины со дня рождения И.Г. Бубнова с докладами о его творчестве выступили академик

В.В. Новожилов [3], профессора В.П. Белкин [4] и Э.И. Григолюк [5]. В настоящей работе автор делает попытку более полно раскрыть научный и человеческий облик И.Г. Бубнова и значимость его творческого наследия.

Поиск материалов, составивших основу книги, проводился по фондам Санкт-петербургских, московских и нижегородского архивов, центральных библиотек и музеев Санкт-Петербурга, а также библиотек и музеев ряда учреждений и предприятий, связанных с кораблестроением. Особенно плодотворной оказалась работа в Российском государственном архиве ВМФ, Государственном архиве Нижегородской области, фондах Центрального военно-морского музея и музея Балтийского завода, где удалось обнаружить много неизвестных ранее материалов. Некоторые важные документы и уникальные фотографии, проливающие свет на личность И.Г. Бубнова, были получены благодаря помощи Л.Е. Шапиро, в семье которой они хранились.

В заключение автор считает приятным долгом выразить признательность профессору К.Г. Абрамяну, историку флота И.А. Быховскому, а также близким кораблестроителя и историка Ю.П. Потапова за помощь в работе над книгой.

Жизнь и творчество И.Г. Бубнова

Глава 1

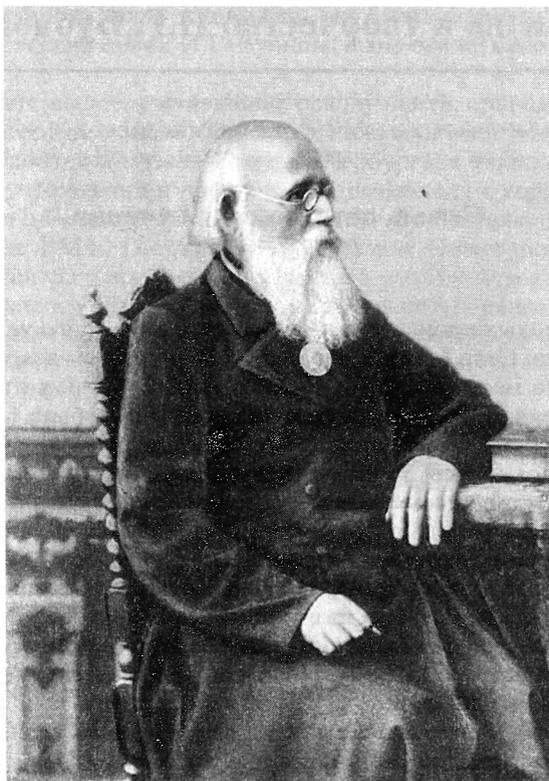
Семья, детство, годы учения (1872–1887)

Род Бубновых происходил из крестьян Рыбинского уезда Ярославской губернии. Село Малые Осовики, где в прошлом веке жила семья, принадлежало местным помещикам Власьевым. В 40-х годах дед Ивана Григорьевича Бубнова – Степан Семенович Бубнов (1803–1891) – выкупился с семейством “на волю”, а в середине 50-х годов он уже был нижегородским купцом 3-й гильдии и гласным городской думы. И торговые, и общественные дела шли успешно: Степан Семенович был награжден золотой медалью “За усердие” на Анненской ленте. К началу 70-х годов он уже входил во 2-ю купеческую гильдию, владел несколькими домами в центре города, у Мытного двора, и магазином на Нижегородской ярмарке. В одном из его домов на Алексеевской улице (ныне д. № 6) была устроена гостиница, а в ней часть номеров предназначалась “для приезжающих в Н. Новгород по делам службы гг. генералов, штаб- и обер-офицеров” [1].

В семейном торговом деле участвовали три сына Степана Семеновича – Иван, Василий и Григорий. Старший – Иван Степанович (1825–1891) – более 30 лет подряд избирался в городскую думу, занимая одновременно должности в городской управе. Он был человеком незаурядным: имея лишь “домашнее воспитание и образование” [2], стал председателем одного из губернских комитетов, его заслуги трижды отмечались золотой медалью “За усердие”.

Бубновы торговали лесом, для чего арендовали под пристань участки на берегу р. Оки, а также фуражом; каждый из братьев имел свою лавку. Большая семья Степана Семеновича сохраняла патриархальный уклад: капитал не делился, сыновья лишь взяли на себя различные дела отца. Младший сын – Григорий Степанович (1836–1880) – был управляющим гостиницы на Алексеевской улице; до сегодняшнего дня это здание сохраняет свое первоначальное назначение, только теперь называется “Дом крестьянина”. Бывшая усадьба Григория Степановича располагалась на Готмановской улице (ныне ул. Костина, д. № 22). Он владел каменным двухэтажным домом с флигелями и лавкой, купленным в 1872 г., вскоре после рождения старшего сына Ивана. Здесь прошли детство и юность И.Г. Бубнова.

Об отце Ивана Григорьевича Бубнова сохранилось мало достоверных данных, куда больше известно о его матери Елизавете Дмитриевне (в девичестве Душиной; род. в 1849 г.). Входившие во 2-ю гильдию купцы Душины содержали типолитографию. Елизавета Дмитриевна



С.С. Бубнов.
Публикуется впервые

воспитывалась и получила образование в Нижегородском Мариинском институте. Одно из ее писем [3] свидетельствует, что вкусы и привычки, вынесенные оттуда, не очень соответствовали укладу дома Григория Степановича, куда впоследствии она вошла хозяйкой. В семье Бубновых не принимали всерьез главного увлечения, ставшего стержнем ее духовной жизни: сочинения пьес. В конце 1872 г. Е.Д. Бубнова посылает письмо литературному критику Е.И. Уткину и просит опубликовать ее “лучшую драму” в журнале “Вестник Европы”. По ее словам, тогда “на меня бы в семье стали глядеть как на ученую” [3]. Всего известно около 15 пьес Бубновой, их перечень включен в каталог библиотеки Нижегородской губернской ученой архивной комиссии (НГУАК) [4]. Упомянутое письмо Уткину Елизавета Дмитриевна отправила, когда ее первенцу Ивану не было еще и года. Он родился 6 января* 1872 г., в канун дня Иоанна Предтечи, в честь которого и был на-

* Все даты в тексте до 1918 г., если это специально не оговаривается, приведены по старому стилю.

речен. Крестили Иоанна 9 января в Трехсвятительской церкви, в метрических книгах которой о его рождении и крещении сделана запись под № 1. Символично, что этот “билет № 1” будет сопутствовать ему всю жизнь. Ставил ли он перед собой цель всегда быть первым – неизвестно. Но так получалось почти всегда.

В сентябре 1877 г. в семье Бубновых родился второй ребенок – дочь Варвара, а в феврале 1880 г. – младший сын Григорий. В этом же году случилось несчастье: в возрасте 45 лет умирает отец семейства – Григорий Степанович. Елизавете Дмитриевне остаются хлопоты о запутанных делах, а на руках – трое малышей. Самое удивительное – она продолжает писать пьесы. Правда, часть забот по воспитанию детей умершего сына взял на себя Степан Семенович.

Бывшая Готмановская улица располагается в нагорной части города, в те годы – почти на его окраине. Усадьба Григория Степановича была не малая: при доме – просторный двор со службами и конюшней,



**Дом Бубновых на бывшей Готмановской улице.
Публикуется впервые**



**Иван Бубнов (в центре) с сестрой Варварой и братом Григорием.
Публикуется впервые**

огород и сад; рядом – двory Ивана Степановича и Василия Степановича Бубновых. Братья имели большие семьи, но даже младшие их дети были намного старше Ивана, который рос самостоятельным и сдержанным мальчиком.

7 августа 1881 г. Иван Бубнов поступил в младший класс Нижегородского реального училища. Учебные ведомости за 1881/82 учебный год сохранили его, в основном, отличные оценки. Классный наставник (одновременно – преподаватель истории и географии) Петр Веселов записал единственное замечание: “Возвысить балл по рисованию”. В сохранившихся кондуитных журналах¹ за годы учебы фамилии Бубнова нет, стало быть, не было и претензий к поведению и прилежанию – случай не частый. И еще одна запись классного наставника в журнале посещений домов и квартир учеников: “20 января (1885 г. – *Авт.*) был посещен в праздничный день. Был дома за занятиями” [5]. Кажется, трудолюбие и тяга к знаниям были в характере Бубнова смолоду.

Двумя годами раньше в доме Елизаветы Дмитриевны произошла история, доставившая ей много тревог. Унаследованные ею после

смерти мужа дела пришли в упадок, торговля и гостиница не давали прежнего дохода. В октябре 1882 г. она пустила в дом квартирантов: адъютанта Казачьего полка Петрова и его сестру Александру Мошкову, жену уфимского врача. Женщины сначала подружились, но как-то во время беседы Мошкова призналась, что она по политическому делу содержалась 6 месяцев под стражей и неоднократно “каталась с жандармами”, что принадлежит к партии нигилистов [6]. Со страхом слушала Елизавета Дмитриевна квартирантку: “На что у тебя во всех углах иконы в серебряных ризах, с них ризы надо снять и продать, а вырученные деньги употребить на народное дело” [6]. Боясь дурного влияния постояльцев на старшего сына, Бубнова решилась на их выселение, но женщина сказала больно. Избавиться от “гостей” удалось лишь летом 1883 г.

7 июня 1887 г. Иван Бубнов закончил Нижегородское реальное училище, показав по большинству предметов отличные знания, но по рисованию получил все же “удовлетворительно”. К этому времени он уже выбрал дальнейший путь.

Его дед, Степан Семенович, 25 июня подал прошение в Техническое училище Морского ведомства в Кронштадте о желании “определить внука Бубнова Ивана на воспитание по Механическому отделу” [7]. Вскоре Иван Бубнов получил вызов: прибыть в училище к 24 июля 1887 г.

Интересный, но открытый пока вопрос: что же подтолкнуло купеческого внука к этому выбору? Приходится строить догадки: не сохранилось ни воспоминаний Ивана Григорьевича, ни свидетельств близких к нему людей. Однако некоторые факты следует отметить.

В учреждениях города служил его дядя – Иван Степанович, двоюродный брат – Александр Васильевич Бубнов – имел в то время чин коллежского асессора; мужьями двоюродных сестер Ивана были офицеры. Даже у родни многое можно было узнать о “большой” жизни. Может быть, на выбор будущей профессии повлияли рассказы постояльцев гостиницы его деда.

Да и сам Нижний Новгород – крупный торговый, промышленный и транспортный центр на Волге, связывающей Каспий с Балтикой, – не был рядовым провинциальным городом. Жизнь в нем могла много дать внимательному и пытливому юноше. Характерно, что Иван выбрал специальность механика, угадав свое призвание к точным наукам.

В то время судоходство парового флота на Волге, Оке и Каме в районе Нижнего Новгорода было очень интенсивным. Мало того, в городе работал Сормовский завод (Судостроительный завод Общества железодельных, сталелитейных и механических заводов “Сормово”), что и могло привлечь внимание Ивана к судостроению.

Наверное, для Бубновых имело значение, что в Кронштадтском училище обучали за казенный счет, – в это время семья начинала испытывать материальные трудности.

В середине июля 1887 г. Иван Бубнов выехал в Санкт-Петербург. Начиналась новая полоса его жизни.

В Техническом училище Морского ведомства (1887–1891)

Техническое училище Морского ведомства (позднее – Морское инженерное училище императора Николая I) с 1872 г. располагалось в Кронштадте. Уже несколько лет его неуклонно сокращали: общее число воспитанников в 1886 г. – 57 человек, часть офицеров-наставников перешла в другие места. “И воспитание, и обучение, и комплектование Училища – все требовало серьезных улучшений...” [1. С. 226]. В те годы училище являлось единственным учебным заведением России, готовящим инженеров для службы на флоте.

На 1887 г. Главный Морской штаб (ГМШ) определил 10 вакансий для поступающих: из них 6 – в механический отдел и 4 – в кораблестроительный. На экзамены явились 64 кандидата (в те годы на поступление в училище не накладывалось ни сословных, ни иных ограничений): 7 – купеческого звания, а 22 происходили из мещан, крестьян и разночинцев. Из поступающих только 8 человек закончили полный курс реального училища. После распределения в механический отдел училища поступало 37 кандидатов, а в кораблестроительный – 27. Им предстояло сдать 11 вступительных экзаменов, как полагалось за полный курс реального училища, с оценками по 12-балльной системе.

Набрав 105,4 балла, Иван Бубнов 9 сентября был зачислен (под № 1) воспитанником младшего, четвертого, курса механического отдела Технического училища [2].

При четырехлетнем сроке обучения в училище существовала система, при которой, наряду со специальными, продолжалось изучение общеобразовательных предметов “для лучшего усвоения”, например, русского языка. Средняя и высшая математика, теоретическая механика, сопротивление материалов и технология преподавались в обоих отделах. Сопротивление материалов вел известный ученый инженер-механик В.И. Афанасьев.

Во второй половине 80-х годов училищу, в основном, удалось преодолеть “кризис” преподавания. К январю 1888 г. изменилась постановка практических занятий: открылись первые учебные мастерские – слесарная и кузница. Воспитанники двух младших классов обоих отделов должны были изучать в них слесарное, кузнечное и медницкое ремесла.

Сдав отлично экзамены за первый год, Иван Бубнов 18 мая 1888 г. переходит на следующий курс. С 6 июня началась двухмесячная практика на канонерской лодке “Гроза”. Воспитанники собирали судовые машины, проверяли их в работе, разбирали и консервировали на зиму. В первый же учебный год Бубнов понял, что его место в кораблестроительном отделе. Учебно-воспитательный совет поддержал его просьбу, и с разрешения ГМШ воспитанник Иван Бубнов 4 июля был переведен в кораблестроительный отдел [3]. Его одноклассниками стали: Георгий Лизоблюдов, Александр Коссов, Лев Коромальди, Евгений Курьяк и Дмитрий Пушин.

Через год, уже на втором курсе, началось чтение специальных

предметов. Теорию мореходных качеств корабля преподавал М.М. Египтеос, а проектирование судов – П.Ф. Вешкурцев, пришедшие в училище в 1885 г. и совмещавшие занятия с работой по новому судостроению в С.-Петербургском порту. Деревянное и железное судостроение вели Н.И. Комов и П.Е. Черниговский, минное дело – лейтенант Левицкий. Зимние практические занятия теперь проводились на учебном плазе¹ училища по 6 час в неделю. В течение двух зим воспитанники-корабелы успевали сделать полную “разбивку корпуса” броненосца в половину натуральной величины.

В 1890 г. учебно-воспитательный совет “обратил особенное внимание на 8 воспитанников, которые в течение всех репетиций не получили ни разу неудовлетворительных баллов...” [4]. Среди названных – 5 корабелов второго курса, первый в списке – Бубнов. В этом же году в училище начал работать вновь назначенный штатный преподаватель, будущий изобретатель радио А.С. Попов, тогда же были переоборудованы физический и химический кабинеты.

Летние практические занятия корабелов проводились при судостроении С.-Петербургского и Кронштадтского портов. Начинались они обычно с середины мая и продолжались до середины августа. Первая практика проходила в шлюпочной мастерской, вторая – в мастерской железного судостроения, где воспитанники знакомились с инструментом, станками, работами и самим эллингом. Во время третьей практики требовалось проследить ход работ при постройке кораблей². Общая же задача летних занятий была такова: “...на протяжении трех лет практических занятий... видеть, по возможности, все судостроительные работы и ознакомиться с постройкою самого судна, начиная с набора и установки стпель-блоков до полного окончания постройки” [1. С. 237]. При этом каждый практикант должен был сделать описание постройки и произвести вычисления главных элементов судна. Практика заканчивалась экзаменом. Затем следовал отпуск до начала сентября.

Весна 1891 г. Старший курс корабелов готовится к выпускной сессии. Сдавать предстояло 14 предметов. Среди общих дисциплин – русский, английский и французский языки; специальные – деревянное и железное судостроение, теория мореходных качеств корабля, проектирование судов, минное дело. Предстояло еще и решение практических задач по теории корабля.

После успешной сдачи экзаменов началась последняя практика, которой руководил П.Е. Черниговский. Воспитанники были расписаны по кораблям, строящимся в С.-Петербургском порту, и работали под руководством их строителей. Так, кондукторы³ Бубнов и Коромальди «находились при строении броненосного корабля “Гангут” и все поручения выполняли весьма усердно и тщательно...», – докладывал главный корабельный инженер С.-Петербургского порта Н. Субботин в сентябре 1891 г. [5].

Последняя практика также заканчивалась экзаменом, который принимала комиссия, назначенная управляющим Морским министерством. От ее решения зависело присвоение выпускникам званий.

При проведении реформы личного состава флота было признано возможным снять с корабельных инженеров и инженеров-механиков офицерские чины и дать им звания, приравненные к соответствующим гражданским чинам. Это позволяло продвигать инженеров в званиях гораздо быстрее при сохранении их подчиненного положения на флотской службе. После окончания курса воспитанники-корабелы получали звание “младший помощник судостроителя”, приравненное к гражданскому чину 10 класса⁴, “что соответствовало вполне высшим учебным заведениям, но так как в России никто этого понять не мог и со званиями выпускали только различные ремесленные школы, то училище постоянно осаждалось разными запросами и расспросами...” [1. С. 248]. При этом “училище содержалось как военное, воспитанники носили военную форму, считались нижними чинами и должны были соблюдать всю военную дисциплину...” [Там же. С. 248]. Все это сбивало с толку поступающих молодых людей и вредило делу.

Блестяще сдав выпускные экзамены, Иван Бубнов “Высочайшим приказом, отданным по Флоту о чинах гражданских”, за № 535 14 сентября получил звание младшего помощника судостроителя с зачислением в Корпус корабельных инженеров [6].

Иван Григорьевич Бубнов закончил Техническое училище с занесением имени на мраморную доску и стал корабельным инженером в возрасте 19 лет. 23 сентября он получил назначение в С.-Петербургский порт на должность младшего помощника судостроителя⁵.

Г л а в а 3

В Санкт-Петербургском порту. Учеба в Николаевской Морской академии (1891–1896)

Вскоре после русско-турецкой войны 1877–1878 гг. была разработана обширная кораблестроительная программа. К началу XX в. предполагалось укрепить Балтийский и Черноморский флоты и создать на Дальнем Востоке особую флотилию – Сибирскую. Намечалось строительство около 200 военных кораблей, в том числе для Балтийского флота – более 140. В Санкт-Петербурге должны были строиться суда и для Сибирской флотилии. Оказалось, однако, что эта программа, составленная без учета реальных ресурсов страны, практически невыполнима; тем не менее ее осуществление привело к напряженной работе С.-Петербургских верфей.

Большие военные корабли строились здесь на казенных заводах. По левому берегу р. Невы располагались два из них: Новое Адмиралтейство и Галерный Островок. До 1900 г. они входили в состав С.-Петербургского порта, причем кораблестроением и ремонтом непосредственно заведовал помощник командира порта по технической части –

главный корабельный инженер Н.А. Субботин¹, которому был подчинен штат строителей кораблей и их помощников.

Новое Адмиралтейство (ныне АО “Адмиралтейские верфи”) располагалось при впадении р. Мойки в Большую Неву. И сегодня, сворачивая с площади Труда на Галерную улицу, можно видеть вдалеке его главный вход. При входе же на территорию АО “Адмиралтейские верфи”, как и в те годы, длинная аллея ведет примерно вдоль берега р. Невы, оставляя слева здание технического бюро, а справа – корпуса эллингов. Среди них большой каменный эллинг, построенный к 1892 г. Первый корабль, заложенный здесь, – эскадренный броненосец “Полтава”. На его постройку в октябре 1891 г. назначили И.Г. Бубнова и Д.Н. Пущина – помощниками к строителю корабля Леонтьеву. Броненосец был только что заложен, а время его спуска на воду – сентябрь 1894 г. – совпало со временем поступления И.Г. Бубнова в Николаевскую Морскую академию. На “Полтаве” он прошел весь цикл строительства корпуса одного из крупнейших кораблей того времени. Талант и ревностное отношение к делу вскоре выделили его среди молодых корабельных инженеров порта. К 1894 г. относится и начало его научной работы.

В марте Н.А. Субботин уведомил Морской техникой комитет (МТК) о желании корабельного инженера И.Г. Бубнова сделать публичное сообщение “Переборки, их подкрепление и условия их водонепроницаемости”. Это соответствовало существовавшей тогда традиции: в дни Великого Поста читались лекции для желающих в Морском музее (ныне Центральный военно-морской музей). Знакомство с программой сообщения [1] (Прил. 1) убеждает, что уже в 1894 г. И.Г. Бубнов вынашивал идеи, изложенные им позднее в статье “О непотопляемости судов”. Сообщение это было не единственным. Тематика докладов его коллег показывает, что строители кораблей в те годы интересовались вопросами непотопляемости судов. Среди причин этого интереса, несомненно, были и обстоятельства гибели в 1870–1890 годах ряда кораблей, которые получали сравнительно небольшие повреждения корпуса, но затонули опрокинувшись.

Три года самостоятельной работы принесли И.Г. Бубнову знания и опыт, свидетельством чему может служить следующий эпизод. В марте 1894 г. МТК был объявлен [2] конкурс на лучший проект океанского крейсера водоизмещением до 8000 т, тогда же в порт были присланы технические требования. Через два месяца в МТК были представлены 9 проектов (участие в конкурсе было анонимным, листы с фамилиями авторов присылались в запечатанных конвертах под девизами). Рассмотрев проекты, комиссия отобрала только 5 для дальнейшего рассмотрения. Окончательные итоги подводились в июле 1895 г. Первой премии в 2500 руб. был удостоен проект под девизом “Порт-Дуэ”², второй – в 1800 руб. – “Неуязвимый” и третьей – в 1000 руб. – “Труд” [2]. При вскрытии конвертов с фамилиями авторов оказалось, что первую премию завоевали инженеры С.-Петербургского порта И.Г. Бубнов и Л.Л. Коромальди, вторую – Г.Ф. Шлезингер и третью – П.Ф. Вешкурцев (наставник Бубнова и Коромальди по училищу).

В мае 1894 г. И.Г. Бубнов подал рапорт в Николаевскую Морскую академию (НМА)* и начал готовиться к вступительным экзаменам. Это разрешалось после двух лет службы в офицерских чинах. Отметим, что в то время не было принято давать поступающим какие-либо льготы: "...прошу не освобождать корабельных инженеров, избывавших прошения держать экзамен в Академию, от служебных обязанностей на все время, а только увольнять их в дни экзаменов", – писал В.П. Верховский [3]. Рапорты подали все одноклассники И.Г. Бубнова и еще несколько корабелов. В середине июня последовало решение ГМШ о допуске к экзаменам, которые должны были начаться в конце лета.

В те годы НМА размещалась в здании Морского кадетского корпуса и включала гидрографический, механический и кораблестроительный отделы. Прием слушателей проводился раз в два года, на два года и был рассчитан курс обучения. Важнейшие вопросы внутренней и внешней жизни Академии решались Конференцией, отличавшейся от современных ученых и научных советов существенно большей самостоятельностью. Членами Конференции назначались должностные лица и штатные преподаватели НМА, а также наиболее авторитетные офицеры флота и видные ученые.

Вступительные экзамены в 1894 г. начали сдавать 10 корабелов, а к концу их осталось только 7. В приемной комиссии был А.Н. Крылов, преподававший в Академии с 1890 г. И.Г. Бубнов сдавал ему экзамен по аналитической геометрии. Набрал наивысший балл, отстал слушателем НМА. Одновременно были приняты два его одноклассника по Техническому училищу – А.Л. Коссов и Л.Л. Коромальди, а также корабельные инженеры В.И. Невражин, Н.Н. Кутейников и В.В. Константинов [4].

Лекции начались 4 октября. А.Н. Крылов вспоминал, что во время учебы (1888–1890) для занятий "было отведено три аудитории, выходящие окнами на набережную Невы, на втором этаже здания Морского училища (Морского кадетского корпуса. – *Авт.*)" [5. С. 104]. Отдельное здание для НМА (на Васильевском острове, 11 линия, д. 8) было построено лишь в 1907 г. Помимо штатных преподавателей в Академии работали и приглашенные профессора³ с.-петербургских учебных заведений: среди них – А.Н. Коркин, читавший дифференциальное и интегральное исчисление, Г.А. Тиме – аналитическую геометрию и высшую алгебру, И.А. Евневич – прикладную механику. Физику читал князь Б.Б. Голицын, а теорию мореходных качеств корабля – А.Н. Крылов, он же вел практические занятия по математике, проектирование судов – А.А. Экенберг.

Профессор математики С.-Петербургского университета А.Н. Коркин обладал тонким пониманием меры, в какой надлежит излагать математику инженерам. Он читал "свой совершенно оригинальный курс, отличавшийся особенною точностью определений..."

* В 1918–1919 гг. – Морская академия; ныне Военно-Морская академия им. адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова.

изяществом выводов всех формул, отсутствием той излишней щепетильности и строгости, которая не поясняет для техников, а затемняет дело” [5. С. 105]. Профессор Технологического института И.А. Евневич, помимо прикладной механики, вел еще курс теории упругости. “Читал он превосходно, ясно, отчетливо, приводя иногда примеры из действительной практики” [5. С. 107]. Впрочем, по свидетельствам А.Н. Крылова, среди лекторов Академии были люди и более скромных возможностей. Сам он поддерживал высокий теоретический уровень лекций, свободно применяя необходимые математические методы и придерживаясь при этом “критической” методы физика К.Д. Краевича, у которого ранее учился. Суть ее – в необходимости всегда помнить и учитывать те исходные упрощения и допущения, на которых основаны и самая изящная теория, и самый тонкий эксперимент. Инженеры, “многие из которых полагают, что, чем вывод формулы сложнее, тем большего доверия она заслуживает...” [5. С. 106], должны ясно понимать, что точность результатов никак не выше таковой исходных допущений. Эти принципы, и сегодня иногда забываемые, оказались очень близкими по духу И.Г. Бубнову, склонному к точным наукам.

В кораблестроительных расчетах при определении площадей, объемов, моментов широко используют численные методы. Причина этому – поверхность корпуса, как правило, не может быть задана простым аналитическим выражением. Применение же численных методов неизбежно ставит вопрос о требуемой для практики точности вычислений, так как излишняя точность резко увеличивает трудоемкость расчетов. Поэтому А.Н. Крылов начинал курс теории корабля лекциями о приближенных вычислениях.

И.Г. Бубнов особенно заинтересовался применением численных методов к задачам теории корабля и изучил математические работы по этому вопросу. Предложив уточненные формулы численного интегрирования, он проверил их практическим расчетом. А.Н. Крылов вспоминал, что одних ординат с чертежей понадобилось снять до 22 тыс. [6]. В марте 1895 г. Бубнов доложил результаты своей работы на заседании IV (военного и морского) отдела Императорского Русского технического общества (ИРТО)⁴. В своем докладе “О точности вычислений элементов судов” он обосновал способ, “состоящий в упрощении коэффициентов формулы Чебышева и введении добавочного члена. При помощи составленной им таблицы докладчик доказал на примерах сравнительное превосходство (перед способами Симпсона и трапеций. – *Авт.*) предложенных им формул в смысле краткости и точности” [7]. Доклад вызвал полное одобрение присутствующих.

В январе–феврале в Академии состоялись репетиции⁵, а экзамены были в апреле–мае и сентябре. На летнюю практику Бубнов вместе с Невражиным и Коромальди был направлен в С.-Петербургский порт и на Балтийский судостроительный и механический завод. Экзамены не помешали ему и Коромальди закончить победивший впоследствии на конкурсе проект крейсера (см. выше).

О ходе практики слушатели были обязаны подавать рапорты. Бубнов докладывал о посещении построек броненосца “Генерал-Адмирал Апраксин” и канонерской лодки “Храбрый”, броненосцев “Петропавловск” и “Севастополь” в Новом Адмиралтействе и на Галерном Острове. На Балтийском заводе он присутствовал на постройке океанского крейсера “Россия” и учебного судна “Верный”. Круг изучаемых вопросов был очень широк: от знакомства с чертежами внутреннего расположения кораблей и устройства различных систем до технологических приемов постройки и расценок работ [8].

По результатам занятий представлялись письменные отчеты, которые просматривал заведовавший практикой А.А. Грехнев, и выставлялись оценки.

Этим же летом Иван Григорьевич взял темой своей практической работы вопрос о динамике спуска корабля на воду, где расчетный пример был выполнен на основании данных о спуске крейсера “Россия”. Это исследование, по отзыву А.Н. Крылова, “представляет собою обширный труд, вполне самостоятельный и мало похожий на ученическую работу по оригинальности примененных способов” [6]. Впоследствии Бубнов развил эту тему в обширное исследование, опубликованное им в 1901 г. на страницах “Морского сборника” [9].

В ноябре 1895 г. он закончил статью “Записка к проекту прибора для нахождения деформаций различных связей судна” [10]. В ней он обосновал проект первого русского гидравлического (ртутного) тензометра. Фактически же, содержание статьи значительно шире: это первая работа, где освещена в наиболее общей форме проблема расчета корпуса корабля. Приведем фрагмент ее вводной части.

«Задача теоретических изысканий крепости корпуса судна... заключается в нахождении того наименьшего предела, до которого можно безопасно уменьшить выработанные практикой размеры частей корпуса. Идеальная спецификация должна давать такие размеры различных частей корпуса, чтобы **наибольшие напряжения** на каждую часть были **не больше и не меньше** определенной заранее величины.

...Здесь мы встречаемся с двумя труднейшими вопросами теории упругости – с изгибом пустотелой сложной балки, каковую представляет совокупность всех частей корпуса, и с так называемой “задачей об колебаниях упругих пластин”» [10].

В “Записке”... И.Г. Бубнов уже обозначил вопросы, которые позднее будут развиты в теорию пластин конечной жесткости и на ее базе – расчет эквивалентного бруса в высших приближениях⁶.

В МТК работа получила одобрение. По приказу В.П. Верховского к сентябрю 1896 г. был изготовлен опытный образец прибора. Его успешные испытания⁷ состоялись в феврале следующего года [11]. Принимая образец “в казну”, комиссия рекомендовала “изготовить еще не менее пяти таких приборов, ...провести первые приложения прибора на судах флота, установив их в пробных плаваниях на одном из броненосцев и на миноносцах...” [12].

Став слушателем второго курса, Бубнов продолжил научную работу. По предложению А.Н. Крылова, он занялся вопросом о погашении

качки корабля водяным балластом. Анализ опытов, проведенных на остроумно сконструированной установке (теоретическому решению вопрос не поддавался), позволил установить существенную закономерность⁸ погашения размахов бортовой качки от глубины воды, налитой в цистерну, и ее размеров [6]. Свою учебную работу «Расчет поперечной крепости канонерской лодки «Отважный» по способу Дженкинса и Рида» [13] Бубнов подготовил, выполняя программу летней практики, которую он проходил при Опытном Бассейне С.-Петербургского порта.

21 сентября 1896 г. И.Г. Бубнов блестяще закончил Академию – его имя было занесено на мраморную доску – и был назначен в С.-Петербургский порт [14]. Однако в течение 1896 г. произошли важные события: в мае было утверждено новое положение об Академии, а в июне – ее устав, где учитывались наиболее значимые изменения. Они коснулись и учебных планов технических отделов, в которых были усилены курсы проектирования с целью дать выпускникам возможность более активно участвовать в развитии технической стороны строительства флота. В кораблестроительном отделе вводились новые предметы: «Обзор усовершенствований в кораблестроении» и «Проектирование боевых судов». К началу учебного года стало необходимым найти преподавателя, тем более что А.А. Экенберг, по выражению А.Н. Крылова, «догадался сам оставить Академию» [15]. Алексей Николаевич обратился в МТК и к Конференции Академии с предложением назначить на вакантное место И.Г. Бубнова. Мотивируя это необычное предложение, так как Бубнов к тому времени не сдал еще выпускных экзаменов, он составил подробную докладную записку [6], где ярко охарактеризовал деятельность своего ученика.

Конференция на заседании 27 сентября одобрила этот выбор: И.Г. Бубнов был оставлен в Академии на год для разработки и чтения новых курсов.

В эти годы он жил на Васильевском острове (16 линия, д. 11–13), недалеко от Морского кадетского корпуса.

Уже 3 октября состоялась первая его лекция для слушателей набора 1896 г.

Г л а в а 4

Начало преподавания в Николаевской Морской академии. Работа в Императорском Русском техническом обществе (1896–1901)

Приступая к подготовке курса лекций «Проектирование боевых судов», И.Г. Бубнов заложил в его основу свое представление об этом предмете: «Курс проектирования судов может быть излагаем или путем догматическим или путем исследования...» [1] (Прил. 2).

Создавая этот курс лекций, Бубнов был вынужден разрабатывать заново все основные его части, так как «не было даже простых учебни-

ков, в которых можно было бы найти свод различных мнений и практических данных по каждому отдельному вопросу” [2]. В ноябре он был на год освобожден от обязанностей по службе в С.-Петербургском порту [3] – приняли во внимание, что разработка нового курса потребует много труда и времени.

Испытывая потребность улучшить свою математическую подготовку, Бубнов просит разрешения посещать в качестве вольнослушателя лекции по чистой математике и аналитической механике в С.-Петербургском университете, “так как некоторые отделы этих предметов не входят в курс Академии, между тем существенно важны для разработки многих вопросов в проектировании судов...” [4]. Получив разрешение, он слушает в университете лекции А.Н. Коркина (в том числе о дифференциальных уравнениях в частных производных), академика А.А. Маркова – по теории вероятностей. Аналитическую механику читал И.В. Мещерский, будущий его коллега по Политехническому институту.

Через год (26 октября 1897 г.) И.Г. Бубнов был назначен штатным преподавателем НМА, так как он “уже год состоит преподавателем и заявил себя ученым трудом по своей специальности” [5]. Иван Григорьевич параллельно продолжал службу в С.-Петербургском порту [6]. Из порта он был отчислен через год – 19 июля 1898 г., а 20 июля получил звание старшего помощника судостроителя¹ [7].

Послужной список И.Г. Бубнова, составленный в канцелярии порта, свидетельствует, что к середине 1898 г. он был уже женат “первым браком на Охтинской 2-й гильдии купчихе, девице Анастасии Алексеевне Шапиро. Жена вероисповедания православного” [8]. С Анастасией Шапиро воспитанник Технического училища Морского ведомства Иван Бубнов познакомился в Кронштадте, видимо, в конце 80-х–начале 90-х годов.

Излагая математическую сторону своих предметов, Бубнов следовал доброй традиции, воспринятой от А.Н. Коркина и А.Н. Крылова. Трехлетний опыт преподавания убедил его, что у части слушателей отсутствуют элементарные навыки вычислительной работы. “В результате является вычисление на трех страницах задачи, которая могла быть решена в трех строчках, с затратой двух часов времени вместо десяти минут, причем все-таки полученное решение в большинстве случаев неверно...” – писал он в рапорте 15 февраля 1899 г. [9], считая положение неприемлемым и предлагая проверять эти навыки при поступлении в Академию. “Умение быстро и точно вычислять не есть искусство, требующее каких-либо особых способностей, а ремесло, знать которое необходимо для всякого инженера-конструктора. Достигается оно исключительно практикой и навыком...” [9].

Элементы дисциплины, названной позднее “Строительная механика корабля”, излагались Бубновым в курсе “Проектирование...”, причем он разрабатывал ее и читал одновременно. В 1897–1899 гг. выходят литографические издания некоторых составных частей курса – пока еще разрозненного и неполного. Среди них – статьи об уточнении действующих на корабль сил [10], о рациональном подборе профилей балок, о расчете заклепочных соединений и общей продольной прочности корпуса [11, 12, 13]. В то же время он пишет и издает прикладные пособия по мате-

матике [14, 15]. Последовательность работ Бубнова определяла потребность практики. Он опять возвращается к проблеме рационального расположения и конструирования поперечных переборок (см. Прил. 1). В то время строители обычно согласовывали их конструкцию с местными условиями размещения даже второстепенного оборудования: это был, конечно, абсурд. Иван Григорьевич рассмотрел несколько конструктивных типов подкреплений, оценивая их влияние на массу переборки. Результаты были доложены им в заседании IV отдела ИРТО 10 февраля 1898 г. [16. Л. 103]. Среди рассмотренных схем были и типы, послужившие прообразом современных “гофрированных” переборок.

В 1895–1900 гг. И.Г. Бубнов активно участвовал в деятельности ИРТО; в 1897–1901 гг. избирался неперменным действительным членом его Военного и Морского отдела. В 1897 г. он – эксперт выставки коммерческого, любительского и промыслового судостроения. Бубнов присутствует на двух докладах А.Н. Крылова (28 ноября 1895 г. и 28 января 1898 г.) по теории килевой качки корабля на волнении. В эти годы активного развития Российского флота в работе отдела участвовали известные корабелы и механики: П.Д. Кузьминский, В.И. Афанасьев, Н.Е. Кутейников; Н.Е. Титов, А.Н. Крылов, Ф.А. Брикс, А.П. Фандер-Флит, А.А. Грехнев; на заседаниях иногда присутствовал С.К. Джемевский. Председателем IV отдела неизменно (до 1904 г.) избирался В.П. Верховский, ставший в 1898 г. начальником Главного управления кораблестроения и снабжения (ГУКиС), человек, хорошо знавший техническую сторону жизни флота, интересовавшийся морской наукой.

И.Г. Бубнова заинтересовала популярная тогда идея составления теоретического чертежа судна² при помощи кривых, задаваемых аналитически, что намного упрощало работу конструктора. Вообще говоря, пристрастие к аналитическому заданию поверхности корпуса он пронес через всю свою инженерную практику. В ноябре 1898 г. им был сделан очередной доклад в ИРТО “Составление теоретического чертежа судна” [16. Л. 31], где Бубнов предложил для образования обводов применять кривые – “прогрессики” – определенного вида³, причем их построение было доведено до удобной формы в виде таблиц [17].

Представляется, что наиболее важный доклад был сделан Бубновым на заседании IV отдела в декабре 1899 г. Он назывался “О конструкции главных частей корпуса судна” [16. Л. 145] и как бы подводил итог последних лет работы. Основная идея доклада – приложение теории тонких пластин к определению толщин обшивки корпуса корабля и листов переборок; математические зависимости были составлены для пластин прямоугольного и круглого очертаний. Здесь же предлагается новая система набора корпуса, в которой наружная обшивка крепится не к шпангоутам, а к ряду продольных профилей, на шпангоуты опирающихся, – прообраз продольной системы. Значительные результаты в приложении теории пластин к расчетам прочности, также и практические выводы послужили И.Г. Бубнову базой для написания им три года спустя знаменитой статьи “Напряжения в обшивке судов от давления воды” [18].

В докладе [16] он писал: “...в настоящее время правила Ллойда являются отчасти тормозом”, – еще раз подчеркивая свое отношение к



Старший помощник
судостроителя И.Г. Бубнов.
1901 г.
Публикуется впервые

“догматическим методам” в проектировании.

Журналы заседаний IV отдела показывают, насколько остры были дискуссии в связи с обсуждением деятельности Опытного Бассейна, например, доклад А.А. Грехнева 24 марта 1898 г. [16. Л. 114]. Неизменными и активными их участниками были А.Н. Крылов и И.Г. Бубнов.

Однако в начале 1900-х годов научная деятельность Военного и Морского отдела постепенно сокращается. Новый председатель отдела Н.Н. Беклемишев объясняет это “неполным соответствием программ его за последние годы запросам русского общества” [19]. Фамилии видных технических деятелей флота почти исчезают из журналов заседаний отдела.

В 1900–1901 гг. появляются в печати крупные труды Бубнова “Спуск судна на воду” [20], “О непотопляемости судов” [21] и “Основы статистики судостроения” [22]. В ноябре 1901 г. он делает доклад о статистике судостроения для сотрудников МТК в Новом Адмиралтействе [23]. Эти труды И.Г. Бубнова, являясь по сути своей новаторскими, подвели итог его работы, начатой еще в 1895 г.

В 1902 г. была опубликована фундаментальная работа И.Г. Бубнова в области прикладной теории упругости [18]. Первым в мировой науке он сумел решить задачу изгиба гибких пластин с учетом натяжений в срединной поверхности, опередив на несколько лет Кармана и пользуясь более простой схемой. Решение стало базой для обоснования продольной системы набора корпуса корабля. Работа появилась и на английском языке [24], послужив основой для дискуссии о принципах конструирования корпуса корабля [25].

Будучи штатным преподавателем НМА, И.Г. Бубнов читал лекции “по обязательству” в Морском кадетском корпусе, а также в течение нескольких лет – лекции по теоретической механике, теории корабля и корабельной архитектуре в С.-Петербургском Морском училище⁴.

**На Балтийском заводе.
В Опытном Бассейне
и Кораблестроительной чертежной МТК
(1898–1907)**

В последние годы прошлого века должность управляющего (начальника) Балтийского завода занимал генерал-майор С.К. Ратник, корабельный инженер, талантливый организатор, человек либеральных убеждений. По его ходатайству И.Г. Бубнов в ноябре 1898 г. был назначен на завод, но “с тем, чтобы занятия на заводе отнюдь не мешали ему исполнять в точности обязанности штатного преподавателя Академии и преподавателя в Морском Кадетском Корпусе” [1]. Корабельными инженерами (строителями) на заводе тогда служили В.Х. Оффенберг, К.Я. Аверин, А.И. Моисеев и однокурсник Бубнова по Академии Н.Н. Кутейников. Шла достройка броненосца “Пересвет”, велись работы на минных транспортах “Амур”, “Енисей” и крейсере “Громобой”. Для этого крейсера Бубновым была сделана проработка конструкции поперечных непроницаемых переборок (доклад в ИРТО 10.02.1898 г.). Он обосновал подкрепление в виде системы вертикально идущих стоек, что давало, помимо технологической простоты, и экономию в весе около 10%. Еще легче получались переборки с “гофрами”, но он пока не решился рекомендовать этот тип [2].

На Балтийском заводе Бубнов в 1898–1900 гг. не был занят на конкретных постройках, а выполнял расчетные обоснования сложных вопросов. Видимо, это и предполагалось при назначении его на завод.

В июне 1900 г. в Париже должна была открыться Всемирная выставка. Балтийский завод участвовал в экспозиции Морского отдела России [3], и когда возник вопрос, кого же из инженеров посылать в Париж для осмотра и описания новинок, выбор пал на И.Г. Бубнова; в это время он не был занят на постройке кораблей, да и лекций в Академии летом не читалось. Бубнов был командирован на выставку “для ознакомления с последними усовершенствованиями по корабельной архитектуре...” [4]. 25 июня он прибыл в Париж [5], а на следующий день уже начал осмотр морских отделов, причем это приходилось делать по утрам, так как днем было необыкновенно жарко (не менее 40°C), несмотря на это, скапливалось много посетителей. Спустя несколько дней, он отправляет предварительный доклад о своих впечатлениях С.К. Ратнику в С.-Петербург [6].

Его внимание привлекли отдельные корпусные узлы, в частности, пустотелые литые штевни, среди устройств – стрелы, шлюпбалки, непроницаемые переборочные двери с электроприводом. Он дает описание типов новых котлов, а среди новинок металлургического отдела – образцов брони. Общая же оценка – довольно скептическая: “... отделы Коммерческого и Военного Флотов представлены с кораблестроительной точки зрения весьма слабо...” [6].

Планировалось, что И.Г. Бубнов осмотрит во Франции некоторые

судостроительные заводы [7], но это пришлось отложить: внезапная болезнь его младшего брата Григория Григорьевича, отдыхавшего в это время в Сан-Ремо, заставила Бубнова срочно выехать туда.

В Россию он вернулся в конце июля морем, а в начале августа из Балаклавы высылает С.К. Ратнику подробный (с описаниями и рисунками) отчет по морским отделам выставки [8]. Занятно, что среди “тысячи никому ненужных пустикав” (оценка Бубнова. – *Авт.*) не встретилось ни одного экспоната по технике подводного плавания, несмотря на то что развитые страны усиленно им занимались. (Объяснялось это тем, что подобные работы были строго засекречены.)

В конце 1900 г. сложились обстоятельства, ненадолго прервавшие службу И.Г. Бубнова на Балтийском заводе. В начале года, после ухода на пенсию А.А. Грехнева заведующим Опытным Бассейном был назначен штабс-капитан А.Н. Крылов. Он предложил Ивану Григорьевичу, которого уже прекрасно знал по совместной работе в НМА, занять должность старшего помощника. В середине ноября Бубнов приступил к работе [9], а с 1 декабря он был уволен с Балтийского завода.

Опытный Бассейн, основанный по предложению Д.И. Менделеева, входил тогда в состав С.-Петербургского порта и размещался в Новой Голландии (основные сооружения сохранились до наших дней. – *Авт.*). Испытания моделей начались в 1892 г. Собственно бассейн представлял собой сильно вытянутый водоем с бетонным ложем и прямыми стенками, над которым было выстроено здание. Модели перемещались в воде при помощи буксировочной тележки, движущейся по рельсам, уложенным на стенках бассейна. На ней был установлен буксировочный динамометр¹, а перемещалась она с помощью канатного привода от паровой машины.

В те годы сотрудниками Опытного Бассейна, помимо А.Н. Крылова и И.Г. Бубнова, были Н.А. Смирнов, закончивший С.-Петербургский университет, и инженер-технолог С.В. Вяхирев.

Первое время после прихода в Опытный Бассейн А.Н. Крылова деятельность его коллектива была направлена на уточнение методики буксировочных испытаний, способов пересчета результатов на натуральный корабль и совершенствование оборудования. Во всем этом Бубнов принимал самое активное участие. Примерно к этому времени относится его техническая записка “Некоторые соображения по поводу программы опытов в Опытном Судостроительном Бассейне”, в которой обоснована направленность буксировочных испытаний.

В мае 1901 г., находясь в отпуске в Ессентуках, он пишет А.Н. Крылову [10], предлагая остроумный способ одновременной регистрации скоростей буксировочной тележки и модели. В Опытном Бассейне испытывались модели практически всех военных кораблей, строившихся тогда в России. Вместе с тем, его сотрудники организовали проведение ходовых и прогрессивных² испытаний кораблей. И.Г. Бубнов, не состоя еще в штате Опытного Бассейна, участвовал в проведении прогрессивных испытаний крейсера “Светлана” – в мае, броненосца “Полтава” и минного крейсера “Посадник” – в июне 1900 г. [11]. Замечая в июле того же года заведующего, он обращается к начальнику Морского ин-

женерного училища (МИУ) А.И. Пароменскому: “Одна из главных задач Опытного Бассейна – определение мощности судовых машин по сопротивлению моделей – может быть решена только при наличии достаточного материала относительно испытаний судов на мерной миле...” [12]. Бубнов просит разрешения организовать испытания на миноносце “Беркут”, входящем в состав учебного отряда МИУ. Испытания были проведены при участии офицеров и воспитанников училища в конце того же месяца.

В Бассейне проводились испытания многочисленных моделей кораблей, созданных по проектам разных лиц. Иногда они представляли значительный интерес. И.Г. Бубнов организовал испытания моделей водобронных (“непотопляемых”) броненосцев Э.Е. Гуляева³ [13], модели секционной подводной лодки Е.В. Колбасьева⁴ и водобронного миноносца⁵ С.К. Джевецкого.

С проектом подводной лодки Колбасьева Бубнов познакомился в мае 1901 г. на заседании МТК, куда были приглашены М.Н. Беклемишев и И.С. Горюнов. Из объяснений лейтенанта Колбасьева выяснилось, что лодка строилась без всяких предварительных расчетов и чертежей [14]. “Впоследствии Бубнов оказывал Колбасьеву методическую помощь, в чем тот признавался и сам”, – упоминал об этом и А.Н. Крылов [15. С. 136].

Выдающийся ученый и конструктор С.К. Джевецкий проявлял большой интерес к работе Бассейна: об этом свидетельствует его дружеская переписка⁶ с А.Н. Крыловым. В испытаниях модели водобронного миноносца он принял личное участие, тем более что его и Бубнова оценки максимальной скорости миноносца резко расходились. О результатах испытаний Бубнов докладывал: “...опыты эти показали, что наибольшая скорость при 1200 силах на валу будет около 14 узлов, а не 19-ти, предположенных С.К. Джевецким на основании существующей формулы... Этот результат, по словам изобретателя (Джевецкого. – *Авт.*), заставит его переработать весь проект до основания...” [16].

Испытания моделей подводных лодок проводились в те годы лишь для надводного положения.

Персонал Опытного Бассейна активно участвовал и в работах по уточнению остойчивости находящихся в строю кораблей: И.Г. Бубнов в 1900 г. проводил определение остойчивости минного транспорта “Амур” [17], он участвовал в опытах по определению центра тяжести броненосцев “Победа” и “Ретвизан” [18].

Будучи автором теории спуска корабля и изобретателем гидравлического тензомера (в Бассейне было 5 приборов его системы), И.Г. Бубнов начал применять их к регистрации напряжений в корпусе корабля при сходе со стапеля. В июне 1900 г. приборы применялись для определения прогибов палубы броненосца “Севастополь” при выстрелах его 12-дюймовых орудий; в мае 1903 г. были замерены напряжения в палубных связях крейсера “Алмаз” [19]. По меньшей мере дважды их использовал А.Н. Крылов: во время походов ледокола “Ермак” в феврале 1900 г. и на крейсере “Аскольд” во время его перехода Киль–Алжир летом 1902 г.

Тензомер не был единственным изобретением И.Г. Бубнова. Работы зачастую требовали создания уникальных приспособлений и приборов. Иван Григорьевич разработал аппарат для записи диаграмм скоростей спускаемых судов. Известно, что с 1900 г. он применялся на Балтийском заводе. В 1901 г. дирекция Невского судостроительного и механического завода (ныне Невский машиностроительный завод) даже просила в долг аппарат Бубнова [20] с целью записи скоростей при спуске эскадренных миноносцев.

Спуск броненосца “Победа” со стапеля Балтийского завода в мае 1900 г. подготовили особенно тщательно. При спуске корабля фиксировалось положение контрольных точек носа и кормы через очень малые промежутки времени, что позволило точно изобразить траекторию движения оконечностей и центра тяжести во все периоды его спуска, включая моменты, во время которых корпус корабля сносило в сторону под действием течения р. Невы [21. С. 81]. Одновременно замерялись деформации продольных связей корпуса. Большой интерес к этим опытам проявил присутствовавший при спуске корабля император Николай II, пожелавший заслушать авторов этой методики. Совместный доклад А.Н. Крылова и И.Г. Бубнова* Государю состоялся в Александрии (в Петергофе. – *Авт.*) 14 августа 1900 г. [22] в присутствии руководства флота и получил “высочайшее” одобрение. Позднее диаграммы скоростей делались и при спусках подводных лодок “Касатка”, “Налим”, “Макрель” и “Окунь”.

Сохранились отдельные расчетные работы Бубнова, относящиеся к проводимым в Опытном Бассейне испытаниям.

В июле 1903 г. И.Г. Бубнова назначили начальником Кораблестроительной чертежной⁷ МТК, в связи с этим он оставил службу в Бассейне, не прерывая прочной научной связи с ним. Председателем МТК в это время был Ф.В. Дубасов, а главным инспектором кораблестроения Н.Е. Кутейников. Позднее их сменили А.А. Вирениус и С.К. Ратник, соответственно.

Чертежная представляла собой небольшое конструкторское бюро, входила в состав кораблестроительного отдела МТК и была предназначена для подготовки эскизных проектов кораблей, передаваемых затем для разработки в технические бюро заводов-строителей. Здесь же проверялись проектные материалы и прочие поступающие в МТК технические предложения. Помощниками И.Г. Бубнова стали корабельные инженеры А.П. Шершов и Р.А. Матросов – его ученики по Академии.

Бубнов вскоре выяснил, что выполнять полноценно задачу контроля чертежная не может, так как обоснованность поступающих на отзыв проектов столь низка, что часто требует почти полного их пересчета. Времени на это, разумеется, не хватало, поэтому проверялись лишь наиболее простые выводы, а решения по проектам становились во многом произвольными [23]. В ноябре 1903 г. он докладывал положе-

* Для этого Бубнову пришлось вернуться в “пыльный С.-Петербург” из Балаклавы несколько раньше, чем он рассчитывал.

ние дел и, заручившись поддержкой Н.Е. Кутейникова, подготовил циркуляр МТК. Этот, как сейчас сказали бы, “ведомственный стандарт”, обязательный для всех военных кораблестроителей [24], вышел за подписью Ф.В. Дубасова в январе 1904 г. и строго определял полностью и обоснованность проектных материалов.

Перед русско-японской войной во флотских кругах развернулась дискуссия о принципах обеспечения непотопляемости кораблей и, в частности, о предложенных А.Н. Крыловым “Таблицах непотопляемости”⁸. Печальные итоги Цусимского сражения, где русские броненосцы погибали, опрокидываясь, еще более обострили дискуссию. Возможность практического применения “Таблиц...” А.Н. Крылова все же вызвала сомнения: во-первых, порождала недоверие их точность, во-вторых – реальность применения в бою, так как требовались довольно длительные расчеты варианта спрямления. Они делались в обстановке боя, исходные данные их устаревали, так как картина разрушений и затоплений на корабле могла быстро меняться. В дискуссии, развернувшейся и в МТК, принял активное участие И.Г. Бубнов. При этом известно, что он был противником применения “Таблиц...”. Окончательно и кратко свою точку зрения он сформулировал в докладной записке от 12 апреля 1905 г.: “На судах, нетопляемость которых обеспечена их конструкцией и выполнением, таблицы не нужны; на судах же, при проектировании и постройке которых непотопляемость не была обеспечена в достаточной степени, – таблицы бесполезны, ибо они сами по себе не могут спасти судна от гибели” [25]. Со второй частью высказывания можно согласиться безоговорочно, но что касается первой части, то сегодня из многих примеров известно, как быстро неверные действия команды способны утопить самый “непотопляемый” корабль. Видно, что будучи приверженцем конструктивных мер, Бубнов проявлял своеобразный максимализм и не очень верил в эффективность организации борьбы за непотопляемость. Это, конечно, издержки. Вместе с тем, он считал полезным применение “Таблиц...” в виде сборника готовых решений рекомендательного характера для некоторых типовых случаев затопления. Идея эта высказывалась и К.А. Теннисоном. Попытка же учесть в таких таблицах все возможные случаи затопления, как показала практика Бубнова, который пытался сделать это для броненосца “Пересвет”, оказалась нереальной вследствие огромного числа вариантов. Он считал возможным использование “Таблиц...” и в качестве учебно-справочного материала для тренировок команд. Все эти и некоторые иные предложения были реализованы позднее в Советском ВМФ.

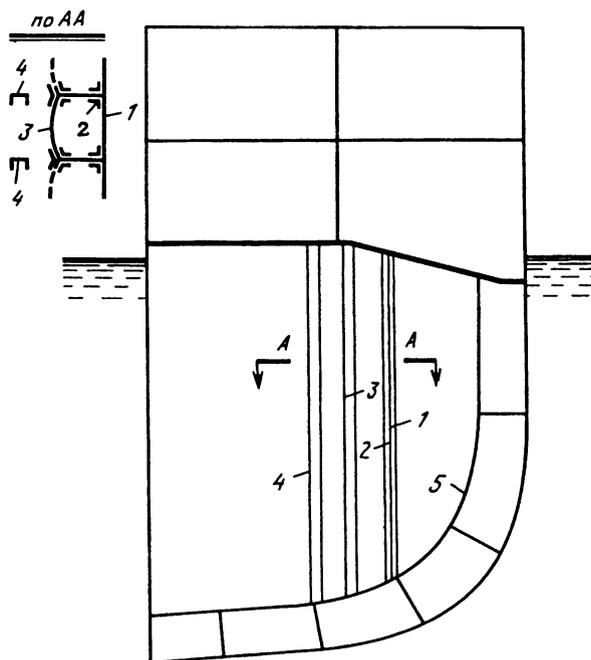
Среди принципов конструктивного обеспечения непотопляемости, предложенных для больших кораблей, важнейшим Бубнов считал безкреность при затоплении, для чего требовалось свести до минимума продольные переборки в больших отсеках, а при наличии бортовых – сообщать отсеки противоположных бортов через междудонное пространство (автоматическая противокреновая система). МТК согласился сделать это на высокобортных кораблях, а для проверки эффективности мер – провести эксперимент на броненосце “Ослябя”. Подготовку и

проведение опыта МТК поручил И.Г. Бубнову. Вопрос был близок к практическому решению, и уже договорились с одной из электротехнических компаний о прорезании отверстий в непроницаемых днищевых стрингерах (электрорезкой – в те годы!), но в 1904 г. “Ослябя” был включен в состав 2-й Тихоокеанской эскадры, готовящейся к переходу на Дальний Восток. Командующий З.П. Рожественский воспротивился предстоящим переделкам, мотивируя это опасением задержки эскадры. И хотя МТК настаивал, генерал-адмирал Алексей Александрович принял окончательное решение: опыты провести после прихода эскадры на Дальний Восток, чему случиться было не суждено.

Незадолго до русско-японской войны в России появились первые суда с двигателями Дизеля. Основателем этого направления следует считать профессора К.П. Боклевского, построившего первый дизель-электрический теплоход “Вандал” в 1903 г. Иван Григорьевич Бубнов был постоянным и активным сторонником идеи применения дизель-моторов на военных кораблях. Такая энергетическая установка сулила резкое увеличение района плавания и необыкновенную экономичность при простоте и удобстве обслуживания. Бубнов, уже применивший на первых лодках бензомоторы, учитывал и существование постоянной опасности взрывов паров бензина и пожаров. Излагая свою позицию как начальник чертежной в докладной от 4 ноября 1905 г. [26] он отметил: “... единственной гарантией от подобных несчастий может служить переход к тяжелому топливу... Дальнейшую же постройку для Русского Флота судов с бензомоторами считаю в высшей степени нерациональной”. На докладной – резолюция С.К. Ратника: “Двигатели Дизеля пока очень громоздки”. Это правда, очень громоздки и тяжелы. К тому же 4-тактные дизель-моторы тех лет не имели реверса⁹, и при установке их на судах применяли электродвижение: при этом дизель-мотор вращал генератор, а вырабатываемый ток питал гребной электродвигатель. Управление маневром хода судна получалось быстрым и простым, но имелся недостаток – потеря в электропередаче, доходившая до 20% мощности.

Первые годы после русско-японской войны деятельность флота на Дальнем Востоке определялась задачами обороны зал. Петра Великого (с г. Владивостоком) и Амурского лимана. Было принято решение о строительстве серии башенных канонерских лодок (мониторов) для действий в бассейне Амура. Эскизный проект канонерской лодки составлялся в чертежной МТК под руководством И.Г. Бубнова, и еще в середине 1904 г. в Опытном Бассейне испытывалась модель корабля [27]. При проектировании выяснилось, что наилучшее выполнение технического задания достигается применением дизель-моторов. Позднее, в 1906–1907 гг., в техническом бюро Балтийского завода (получившего заказ в начале 1907 г.) Бубнов проводит подробные расчеты прочности корпуса канонерской лодки.

В проекте была применена электропередача по системе инженера Ч.А. Дель-Пропосто¹⁰. О его фигуре в нашей исторической литературе сложилось превратное представление. Например, С.Я. Штрайх име-



Р и с . 1. Схема противоминной защиты. 1905 г. Публикуется впервые

1 – полотно; 2 – угольники; 3 – изогнутые листы – “паруса”; 4 – распорные колонны; 5 – обшивка внутреннего борта

нует его: “какой-то итальянский делец Дель-Пропосто...”, – и далее следует критика его роли в эпизоде с запросом “привилегии” на тип подводной лодки с единым двигателем [28. С. 136]. Такая позиция автора объяснима лишь его слабым знакомством с действительной ролью в развитии русской техники итальянского военного инженера Дель-Пропосто.

Строителями серии из восьми канонерских лодок на Балтийском заводе (головная получила имя “Шквал”) были назначены Г.Ф. Шлезингер и Ф.А. Перетягин. Первые в мире военные надводные корабли с дизельными двигателями в 1910 г. вошли в состав Амурской флотилии, а один из них в 1945 г. участвовал в разгроме Квантунской группировки японской армии.

Успехи в развитии минного оружия поставили перед МТК вопрос о поиске конструктивных средств защиты от него больших кораблей. Начало этих работ можно отнести к 1903 г. Определенное влияние при этом оказали идеи “непотопляемых” броненосцев Э.Е. Гуляева с их системой бортовых камер и защитных переборок. К сожалению, дело № 38 кораблестроительного отдела МТК, где фиксировались первые этапы работ по защите, было утеряно; уже в 1911 г. предпринимались его безуспешные розыски. К 1905 г. в Чертежной вырабатывается ва-

риант конструктивной защиты; на чертеже опытного отсека (кессона) стоит подпись И.Г. Бубнова и дата “17.01.1905 г.” [29]. Схема этого варианта защиты приведена на рис. 1. Она состояла из нескольких камер, а противоминная переборка* установлена примерно в 4,2 м от наружного борта. Особый интерес вызывает то обстоятельство, что принята правильная, по современным взглядам, попытка обеспечить “работу” материала противоминной переборки (см. рис. 1; поз. 1, 2, 3) на растяжение: этому подчинена и форма ее пластин – “парусов”, и система помещенных позади колонн (см. рис. 1; поз. 4), основным назначением которой являлось создание распора. Последнее следует и из пометок на чертеже [29]. Кстати, И.Г. Бубнов отметил в [30]: “... умышленно изогнутые листы, представляя огромное сопротивление давлению по сравнению с плоскими листами, могли бы с выгодой употребляться для переборок..., подвергающихся сильному давлению с одной, заранее известной стороны, например при минном взрыве” [31. С. 96].

С июня по август 1907 г. на Севастопольском рейде состоялись испытания кессона. В комиссии под председательством А.А. Вирениуса среди других участников работали М.Н. Беклемишев, А.Н. Крылов и И.Г. Бубнов.

На минной переборке кессона укреплялось до 50 реек для замеров прогибов и 60 крешеров¹¹ – регистраторов максимального давления [32]. В опытах производился контактный подрыв заряда мелинита¹² массой в 96 кг, установленного примерно напротив центра противоминной переборки. Результат первого опыта (2 июня 1907 г.): в борту пробоина примерно 12×4 м, минная переборка разорвана. Комиссия поручает И.Г. Бубнову разработать проект необходимых изменений и восстановить отсек [33]. Бубнов выполняет проект, поставив цель создать конструкцию с возможно малым разрушением от взрыва, чтобы получить показания приборов [34]. Второй опыт состоялся 24 августа в тех же условиях и с теми же приблизительно результатами.

Надо признать, конструктивное воплощение правильной идеи было не особенно удачным: отсутствовало глубокое понимание гидродинамических процессов при взрыве, а опыт выбора главных размеров был явно недостаточным. Как можно судить, испытывать начали сразу **натурные конструкции**. Убедившись, что эту проблему с ходу не одолеть, МТК принимает решение продолжить опыты на небольших моделях [35]. Их проект составил И.Г. Бубнов, а изготовление было поручено Санкт-Петербургскому Металлическому заводу. Опыты с моделями проводились в Новой Голландии силами Научно-технической лаборатории (НТЛ), однако, каких-либо сведений не опубликовано. Продолжение их относится уже к 1912 г., когда началось строительство линейных кораблей и проектирование броненосных крейсеров. Была создана специальная комиссия под председательством А.Н. Крылова, в нее назначили и Бубнова [36]. Снова планировались опыты, для них заказывались (уже на Балтийском заводе) модели кессона средних размеров. Чрезвычайно интересный и, видимо, забытый факт: тогда же, в

* В настоящее время применяют термин “основная защитная переборка”.

декабре 1912 г., была образована комиссия (А.Н. Крылов, М.Н. Беклемишев, С.П. Вуколов – начальник НТЛ) “по выработке **самопишущих (!)** приборов для регистрации упругих и остаточных деформаций противоминной переборки, также для определения величины наибольших давлений, записи быстроты их нарастания и продолжительности действия...” [37]. Скорее всего, эта, опередившая свое время, работа так и не была доведена до практических результатов.

В годы занятий в Чертежной Бубнову пришлось участвовать в экспертизе нескольких известных проектов подводных лодок. В мае 1906 г. он (вместе с М.Н. Беклемишевым и А.Н. Крыловым) оценивал новый проект подводной лодки Е.В. Колбасьева. Содержательных обоснований для проекта не было. Талантливый изобретатель, электрик и связист Е.В. Колбасев в области кораблестроения был “эмпириком”, однако, иногда его идеи заслуживали внимания, как было отмечено в журнале общего собрания МТК 15 декабря 1906 г.: “... осуществление поставленных задач капитаном 2 ранга Колбасьевым... представляется весьма желательным” [38]. Дело с этим проектом, однако, прекратилось, его основная идея стала известна за рубежом*, где автор получил “привилегию”, а доработать свой проект в России он не смог (или не захотел).

Более существенный эпизод связан с эскизным проектом подводного минного заградителя М.П. Налетова. Вначале с ним ознакомился А.Н. Крылов, но 7 апреля 1907 г. предложил Бубнову¹³ дать свое заключение [28. С. 137]. В отзыве Ивана Григорьевича выделено основное отличие проекта: устройство для постановки мин в подводном положении “это есть центральный пункт его изобретения, по-видимому, весьма трудно осуществимый практически” [39]. Так и получилось, лишь четвертый вариант устройства оказался действительно удачным. Кораблестроительную часть проекта Бубнов оценивал положительно: “... автор, насколько можно судить по его чертежам и расчетам, не затруднится выполнить (проект. – *Авт.*) по требованиям и указаниям подводного плавания” [39]. Иными словами, корабельный инженер Бубнов считал техника Налетова способным довести свой проект до требуемого совершенства. Отзыв объективен и, возможно, опровергает пущенную когда-то сплетню о чрезвычайной ревности профессора Бубнова к **любым трудам** своих возможных “конкурентов”.

К 1907 г. Морской Генеральный штаб (МГШ), в рамках общей стратегии восстановления Российского флота, выработал и план обороны Финского залива. Большая роль в этом отводилась минному флоту, который сам нуждался в коренном обновлении. МГШ обосновал новый тип эскадренного миноносца: при водоизмещении до 1000 т корабль должен был обладать высокой скоростью при хороших мореходных качествах, мощным минным и артиллерийским вооружением, дальностью плавания до 1800 миль. На эсминце предполагалось установить мощные турбины [40. С. 17]. Эти предложения были во многом новаторскими и требовали тщательного анализа.

* Суть проекта заключалась в предложении расположить на подводной лодке около 30 торпедных аппаратов с расчетом производить залповую стрельбу – “веером”.

После рассмотрения задания в МТК осенью 1907 г. в Чертежной приступили к определению основных элементов эсминца. Докладывая результаты проработки, И.Г. Бубнов показывает возможность создания скоростного корабля при заданных ограничениях на водоизмещение [41]. Из его расчетов следовала необходимость сокращения весов некоторых статей нагрузки и в первую очередь корпуса. За их счет следовало увеличить относительный вес энергетической установки. Предусматривалось жидкое топливо (нефть), поскольку угольное отопление котлов “приводит к миноносцу водоизмещением около 10 тысяч тонн” [42].

Заданный ход корабля в 35 уз. потребовал придания корпусу оптимальных обводов¹⁴, что вело к его удлинению и обостряло вопрос о прочности при изгибе на волнении. При этом увеличивать размеры связей было нельзя, так как требовалось облегчать корпус. Бубнов указал единственно возможный путь [41]: поиск наиболее рациональных конструкций набора с одновременным применением материалов повышенной прочности.

Все установки И.Г. Бубнова стали отправными пунктами при дальнейшей разработке проекта. Однако заказ этих кораблей затормозился из-за отсутствия в то время ассигнований, и первый скоростной эсминец был построен на средства Особого комитета по усилению военного флота на добровольные пожертвования¹⁵, членом которого И.Г. Бубнов состоял с 1904 г. и в работе которого принимал самое живое участие. В 1907 г. его деятельность в комитете была отмечена “Монаршим благоволением за особо полезные труды” [43]. На собранные деньги были построены 18 миноносцев и 2 подводные лодки, в том числе подводная лодка с единым двигателем “Почтовый” по проекту С.К. Джевецкого. Вопрос о постройке “Почтового” на Металлическом заводе (С.-Петербург) был решен комитетом по докладу специальной комиссии при участии Бубнова [44].

К концу 1905 г. на счете комитета оставалось около 2 млн руб., которые было решено использовать на постройку минного крейсера. В середине декабря 1905 г. под председательством З.П. Рождественского состоялось объединенное совещание Особого комитета и МТК. Технические данные корабля, обозначенные тогда, были еще очень далеки от будущих характеристик эсминца “Новик” [45]. В течение двух лет они уточнялись, затем был объявлен конкурс, на котором победил проект Путиловского завода. Первый эскадренный миноносец нового типа, получивший название “Новик”, заложили на его стапеле в июле 1910 г. Строителем корабля был назначен К.А. Теннисон, а окончательный проект разрабатывался судостроительной технической конторой завода под руководством инженеров Б.О. Василевского и Д.Ф. Дубницкого.

Для корпуса впервые в полном объеме применялась продольная система набора И.Г. Бубнова. Внутренний вертикальный киль высотой более 1 м, бортовые, днищевые и палубные стрингеры (продольный набор) проходил непрерывно на протяжении всего корпуса. В его средней части устанавливались протяженные карлингсы¹⁶. Сравнительно

тонкая наружная обшивка состояла из восьми поясов, включая усиленные – килевой пояс и ширстрек¹⁷. Получившаяся жесткая конструкция удовлетворяла всем требованиям, предъявляемым к прочности корабля. Для напряженных связей корпуса (где действующие напряжения превышали 7 кг/мм²) применялись высокопрочные стали с временным сопротивлением 55–70 кг/мм². В расчетах были приняты нормы допускаемых напряжений, предложенные И.Г. Бубновым в 1908 г.

Принципы, на которых были созданы “новики”, описал А.Н. Крылов. В Бизерте при осмотре русских кораблей он обратил внимание французского адмирала Буи на два стоящих рядом эсминца: один из “новиков” и французский – примерно равного водоизмещения. Разница в мощи их вооружения впечатляла. “Взгляните, адмирал, на палубу, – сказал Алексей Николаевич, – кроме стрингера, в котором вся крепость, все остальное, представляющее как бы крышку, проржавело почти насквозь; трубы, их кожухи, рубки и т.п. – все изношено. Посмотрите на ваш эсминец, на нем все как новенькое; правда, наш миноносец шесть лет без ухода и без окраски, но не в этом главная суть. Ваш миноносец построен из обыкновенной стали и в нем взято расчетное напряжение в 7 кг на 1 мм², как будто бы это был коммерческий корабль, который должен служить не менее 24 лет. Наш построен целиком из стали высокого сопротивления, напряжение допущено в 12 кг и больше, местами до 23 кг/мм²... Весь выигрыш в весе корпуса и употреблен на усиление боевого вооружения...” [15. С. 280].

В 1906 г. было закончено строительство 4-этажного дома на углу 16-й линии Васильевского острова и Большого проспекта; через несколько месяцев Иван Григорьевич с женой занимает квартиру № 4 этого дома (№ 13/46), переехав сюда со Среднего проспекта, 34.

Г л а в а 6

Педагогическая деятельность в Санкт-Петербургском Политехническом институте и НМА (1902–1914)

К началу XX в. в России сложилась острая нехватка специалистов с высшим образованием для ее быстроразвивающейся промышленности. В Санкт-Петербурге при поддержке С.Ю. Витте (в то время министра финансов) был открыт Политехнический институт (ныне С.-Петербургский государственный технический университет), занятия в котором начались с осени 1902 г. Видные кораблестроители того времени, среди которых были Н.Е. Кутейников и А.Н. Крылов¹, настаивали на открытии в составе института кораблестроительного отделения. В этом они получили поддержку управляющего Морским министерством вице-адмирала П.П. Тыртова. Дело в том, что стране требовался сильный коммерческий флот, а кадров для его строительства не было, по-

скольку инженеры-кораблестроители готовились лишь в Кронштадтском училище – для военного флота.

Система подготовки морских инженеров² на учреждаемом кораблестроительном отделении обсуждалась на заседаниях особой комиссии. В некоторых из них участвовал И.Г. Бубнов. Так, 24 марта 1900 г.³ рассматривалась постановка преподавания специальных предметов [1], чуть позже – программы отделения по математике и механике. Иван Григорьевич и сам предлагал варианты программ [2].

Система обучения на кораблестроительном отделении* способствовала подготовке широкообразованных специалистов-проектантов. Математика, механика и специальные предметы изучались по углубленным программам, предполагавшим и обширные практические занятия. Будущие морские инженеры получали почти равную подготовку по кораблестроению и судовому машиностроению; специализация проводилась лишь на последнем, десятом, семестре.

Деканом отделения был утвержден К.П. Боклевский⁴, который в скором времени (в 1903 г.) предложил Ивану Григорьевичу читать курсы теории упругости и строительной механики корабля, согласно учебному плану, начиная с пятого семестра. Бубнов в этот период, помимо преподавания в НМА, заведовал Чертежной МТК и служил строителем на Балтийском заводе. Приняв предложение, в мае 1904 г. он защитил диссертацию⁵, переработав для этого свой труд “Напряжения в обшивке судов от давления воды”, и 9 июня был утвержден адъюнктом⁶ Политехнического института по прикладной механике “без особого испытания и без прочтения пробных лекций” [3]. Среди его коллег были известные профессора – И.В. Мещерский (теоретическая механика), И.Н. Воскресенский (морская технология) и В.Л. Кирпичев (общая и прикладная механика). Теорию корабля начал читать А.П. Фан-дер-Флит. С 1906 г. курс вибраций корабля вел А.Н. Крылов. Преподавание в Политехническом институте считалось престижным. Из коллег И.Г. Бубнова по МТК к 1908 г. в институте читали лекции Р.А. Матросов и А.П. Шершов. В декабре 1904 г. Иван Григорьевич сам рекомендует корабельного инженера Л.М. Мациевича в адъюнкты по кораблестроению**.

Осенью 1904 г. И.Г. Бубнов был назначен экстраординарным профессором по кафедре строительной механики “с оставлением на службе по Морскому министерству”. К этому времени относится любопытный эпизод: в ноябре директор института А.Г. Гагарин хотел представить [4] старшего помощника судостроителя (по табели – лейтенант) И.Г. Бубнова по новой должности в чин коллежского советника (по табели – полковник). Морское министерство, видимо, не поддержало предложение Гагарина.

Бубнов начал свою деятельность профессора с чтения лекций и ру-

* Кораблестроительное отделение Политехнического института в 20-е годы было реорганизовано в Ленинградский кораблестроительный институт; ныне – Морской технический университет.

** Журнал № 48 Соединенного собрания отделений, 1.12.1904 г.

ководства практическими занятиями у студентов-корабелов первого набора в 1902 г. Этот курс оказался очень сильным и дал впоследствии выдающихся инженеров, среди которых – В.Л. Поздюнин, Б.Г. Харитонович, Б.П. Лебеданский, Е.Н. Замятин. Бытовавшие в институте взгляды на преподавание давали лекторам большую свободу в выборе методов, в частности это позволяло по-разному сочетать объемы лекций и практики.

В 1904 г. при участии Крылова и Бубнова было принято решение об организации практики студентов третьего курса в Опытном Бассейне. Предполагалось последовательное командирование групп из двух студентов на 7–10 дней. Учебников по строительной механике не было, и Иван Григорьевич, как и в Академии, начал составлять курс лекций, который был впервые издан Политехническим институтом в 1906 г. В книге “Теория упругости и строительная механика” [5] вслед за основами теории упругости изложены главные разделы строительной механики, необходимые для расчета корпуса корабля, – здесь она уже четко обозначена как единая дисциплина.

В 1906–1908 гг. развернулась дискуссия в Политехническом институте о методе преподавания кораблестроительных дисциплин. В те времена, по словам П.Ф. Папковича, “вопрос шел не о том, как строить суда, а о том, как учить этому будущих их строителей...” [6. С. 230]. Развивая идеи, высказанные ранее в НМА, Иван Григорьевич восстает против догматического метода преподавания. Дело состояло в том, что в институте описательные части специальных курсов читались начиная с третьего семестра, и Бубнов подверг острой критике тех преподавателей, которые сразу же излагали правила проектирования судна по рекомендациям страховых обществ (Ллойда, Веритас и др.). Между тем таблицы таких обществ не могли служить надежным основанием, так как никаких мотивировок по ним никогда не публиковалось. И в то же время на этих правилах, “излагаемых авторитетными профессорами, санкционированных практикой зарубежного судостроения, формируются инженерные воззрения студентов, складываются способы мышления, вырабатываются приемы и навыки... Нельзя вырабатывать строй инженерного мышления на правилах Ллойда и в то же время требовать сознательного восприятия серьезных теоретических курсов...” [6. С. 232]. Иван Григорьевич выступал за обучение студентов “в духе критики устарелых догм и правил”⁷ и развитие у них самостоятельного инженерного мышления.

Бубнов как преподаватель был весьма требователен. В своих лекциях он уделял внимание прежде всего принципиальной стороне задач, акцентируя его на важнейших разделах курса. Поступивший на отделение в 1907 г. Ф.К. Дормидонтов вспоминал, что, ведя практические задачи по строительной механике корабля, И.Г. Бубнов “знакомился с умением каждого студента производить вычисления, отмечал недостатки и требовал от студента самой настойчивой тренировки, результат которой обязательно проверял. Он всячески добивался того, чтобы будущие инженеры умели рассчитать любую нужную величину с необходимой, но не излишней точностью, чтобы они владели приближен-

ными вычислениями и устно, и трехзначными логарифмами, и на логарифмической линейке, а где надо, умели бы считать и с помощью арифмометра” [7. С. 430].

По воспоминаниям П.Ф. Папковича, «И.Г. Бубнов являлся на лекции всегда затянутым в форменный сюртук, при кортике... Одевался так И.Г. Бубнов сознательно, чтобы, как он выразился, “не распускаться на лекциях”. К студентам он был требователен. Промахов не допускал и зачастую довольно язвительно их вышучивал... Лекции его были всегда содержательны, но немного официальные» [8. С. 209]. Петр Федорович писал, что экзамены у Бубнова запомнились ему лучше других: “Причиной этого было, видимо, то, что главная трудность экзамена у И.Г. Бубнова состояла в необходимости решить предложенную им задачу, обычно неожиданную по форме и требовавшую для своего решения от экзаменуемого не простых подстановок тех или иных чисел в те или иные формулы, а умения рассуждать в соответствующей области и самостоятельно делать выкладки в общем виде...” [8. С. 210].

В сентябре 1909 г. И.Г. Бубнов был утвержден ординарным профессором института по кафедре прикладной механики [9]. В 1908 и 1912 г. в институте выходят литографированные издания его “Теории упругости”, в 1909 г. – “Дополнения к курсу строительной механики корабля”, куда вошли важнейшие разделы о классификации нагрузок и методика выбора допускаемых напряжений, еще в 1908 г. утвержденные к применению в военном кораблестроении. Общая направленность “Дополнений...” – приложение выводов теоретических частей курса строительной механики к задачам проектирования корпуса. В этот период Иван Григорьевич уже приступил к составлению своего основного труда, содержащего общую и специальные части строительной механики корабля.

Читая на протяжении многих лет свой курс строительной механики, Иван Григорьевич не только вносил в него решения новых задач, но и постоянно увязывал материал с современностью. По воспоминаниям Ф.К. Дормидонтова, в 1909 г. на лекциях Бубнов коснулся событий русско-японской войны, остановившись на качестве боевых русских кораблей и доказывая, что их корпуса в боях показали высокую живучесть (он привел огромную цифру количества попаданий вражеских снарядов в русские броненосцы, потребовавшихся для их гибели). Рассказывая о судьбе “Полтавы”, в постройке которой он участвовал, Иван Григорьевич охарактеризовал повреждения, полученные ею в бою 28 июля, а затем – при бомбардировке Порт-Артура, когда она была притоплена. Даже после подрыва командой уцелевшего оборудования башен и батарей корпус корабля оказался настолько прочным, что японцам удалось ее поднять и восстановить⁸ [7. С. 431].

С 1909 г. на кораблестроительном отделении был введен факультативный курс военного кораблестроения. Прослушавшие его и сдавшие экзамены⁹ студенты дополнительно получали звание корабельного инженера и право занимать посты в учреждениях Морского министерства. У таких профессоров, как А.Н. Крылов, К.П. Боклевский,

И.Г. Бубнов, конечно же, можно было получить глубокие знания по военно-морской специализации.

В 1912–1914 гг. выходят I и II части капитального труда И.Г. Бубнова – “Строительная механика корабля”. Эти книги быстро стали настольным руководством корабельных инженеров, основным учебником по прочности корпуса в Политехническом институте и Академии. Выпущенные сравнительно небольшим тиражом на средства Морского министерства, они вскоре стали библиографической редкостью.

В 1910-е годы ассистентом И.Г. Бубнова на кафедре был Я.М. Хлытчиев, читавший заключительную (прикладную) часть курса строительной механики. Яков Матвеевич принадлежал к узкому кругу людей, лично знавших И.Г. Бубнова, и нередко бывал у него дома.

В конце мая 1913 г. Бубнов взял в институте отпуск до конца года [10]. Ведение курса и руководство практическими работами были поручены Хлытчиеву. В январе 1914 г. Иван Григорьевич обратился к В.В. Скобельцину (в то время директор института) с просьбой о продлении отпуска еще на семестр, мотивируя это болезнью и домашними обстоятельствами [11]. Из письма следует, что между К.П. Боклевским и Иваном Григорьевичем уже были какие-то переговоры об его уходе. Совет отделения не поддержал просьбу Бубнова, и 6 июля 1914 г. он посылает прошение об отставке [12]. Интересно, что А.Н. Крылов преподавание в институте оставил неделей раньше. Все это происходило за 2–3 недели до объявления Германией войны¹⁰. На решение Ивана Григорьевича могла повлиять и загрузка конструкторской работой над вариантами линейных кораблей и подводных лодок. Ранее, в начале 1914 г., он добился отставки с должности заведующего Опытным Бассейном.

За десять лет преподавания в Политехническом институте И.Г. Бубнов подготовил для России более 90 морских инженеров. Часть имен уже была названа, упомянем еще некоторые: Я.А. Копержинский, Б.М. Калинин, П.Ф. Папкович, В.Ф. Попов, В.Т. Струнников, К.И. Руберовский, В.И. Юркевич, Е.С. Толоцкий, А.Э. Цукшвердт, Г.Г. Ростовцев.

Оставив Политехнический институт, И.Г. Бубнов продолжил деятельность в НМА, руководя кафедрами строительной механики и проектирования кораблей. Кафедру теории корабля возглавлял А.Н. Крылов. В механическом отделе работали известные ученые В.П. Мадисов и Ф.А. Брикс, в гидрографическом – Ю.М. Шокальский и Н.Н. Оглобинский, в военно-морском отделе – Н.Л. Кладо, ставший впоследствии начальником Академии, в самый тяжелый для нее период.

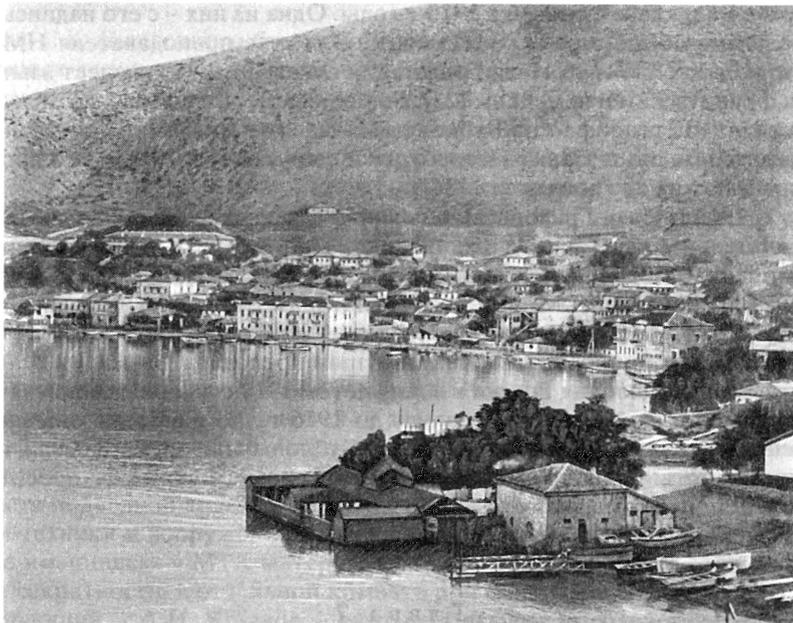
После русско-японской войны, показавшей недостатки в подготовке офицеров флота, были приняты меры по улучшению постановки дела в НМА. С декабря 1905 г. приступила к работе комиссия под председательством контр-адмирала П.В. Римского-Корсакова¹¹, которой следовало до 1909 г. подготовить проекты новых Положения, Устава и штатов. Бубнов был членом этой комиссии. Свою точку зрения о необходимых мерах реорганизации он изложил в записке “О постановке

технического образования в русском военном флоте” [13]. Главная его мысль – развитие флота требует инженеров как с эксплуатационным уклоном, так и конструкторов. Иван Григорьевич ставит вопрос об организации образования инженеров обеих категорий и считает необходимым иметь на флоте заведение для обучения конструкторов, чтобы не привлекать их из числа выпускников Политехнического института. В этом с Бубновым был солидарен и А.Н. Крылов.

Новое положение о НМА было утверждено лишь в июле 1910 г. Начальником Академии стал генерал-лейтенант флота Г.И. Шульгин; ее высшим органом осталась Конференция. Учебные планы были изменены с учетом опыта русско-японской войны что привело, в частности, к расширению курса проектирования боевых судов. В дополнение к уже сложившимся И.Г. Бубнов начинает читать совершенно новые курсы лекций по истории строительства броненосцев и курс методов проектирования судов особого назначения (миноносцев и подводных лодок). Продолжительность обучения в технических отделах была увеличена до 2 лет 7 месяцев. Примерно к этому времени относится составленный Иваном Григорьевичем “Проект добавочных статей к общему курсу математики” [14] – программа углубления фундаментальных знаний слушателей-корабелов.

В августе 1910 г. И.Г. Бубнов был утвержден ординарным (штатным) профессором НМА. Иван Григорьевич всегда стремился развить у слушателей чувство гордости за свое учебное заведение и звание профессора Академии ценил чрезвычайно высоко. Весьма щепетил он был и в вопросах профессиональной этики. Свидетельство этому – история вокруг брошюры Р.А. Матросова [15], вышедшей в 1907 г., в которой автор допустил ряд не вполне корректных замечаний в адрес академической школы по теории корабля и А.Н. Крылова лично. На особом заседании МТК в марте 1907 г. эти замечания были сочтены “легкомысленными и неверными вследствие недостаточной осведомленности автора...” [16]. Иван Григорьевич, однако, считал, что это еще не оправдывает преподавателей Академии в глазах общества. “Только авторитетное решение суда, основанное на законе, а не произвольное решение случайных лиц может реабилитировать Академию...”, – утверждал он в докладной записке [17].

И.Г. Бубнов всячески поддерживал научную инициативу слушателей. Именно он помог издать отдельной брошюрой работу А.И. Маслова “К вопросу об устойчивости сжатых пластин, лежащих на упругом контуре”. Оценивая труды своих коллег, Бубнов был неизменно выскателен. В марте 1911 г. рассматривалась диссертация П.П. Лукина, представляемого к званию экстраординарного профессора Академии. Тема называлась “Опыт расчета фланцевых соединений”. Ознакомившись с работой, и Крылов, и Бубнов дали поначалу отрицательные отзывы. Иван Григорьевич поставил в вину соискателю, что тот “не столько интересуется анализом рассматриваемого явления, сколько стремится к оправданию стандартных норм для труб и фланцев при помощи выкладок и формул, внутренний смысл которых для него безразличен” [18]. Тон этой обескураживающей критики заставляет вспом-



Балаклава. Фото И.Г. Бубнова. Публикуется впервые

нить фразу о И.Г. Бубнове [19]: "...в выражениях иногда резок, но всегда деловит". Промак П.П. Лукина заключался в том, что он, вводя в свои формулы поправочные множители, согласовал результаты не с данными каких-либо опытов, а с действующими нормами. Все же ему удалось как-то объяснить свою позицию, так как при повторном рассмотрении исправленной работы оба прежних критика согласились с ее выводами [20]. Такие эпизоды друзей И.Г. Бубнову, конечно, не прибавляли. А.И. Маслов, позже работавший с Иваном Григорьевичем на Балтийском заводе, вспоминал, что Бубнов "очень не любил всякого рода эмпирические правила и людей, которые ими пользовались в технике... Особенно это задевало инженеров-кораблестроителей старой школы..." [21].

От своего приятеля Я.М. Хлытчиева А.И. Маслов узнал о некоторых увлечениях Ивана Григорьевича, в частности, "что он очень любит природу и свободное время посвящает путешествиям, посещает театры, концерты, любит оперетту, читает художественную литературу" [21]. Иван Григорьевич на летний период снимал дачу. Он предпочитал природу Карельского перешейка. Сохранился один из его дачных адресов: Мустимяки (Финляндская ж.д.), хутор Ярви, дача Петрова [22]. Отдыхая на родине, он останавливался обычно в окрестности станции Работки Макарьевского уезда.

Еще одним его увлечением была цветная фотография. Сохранился альбом фотографий, сделанных Иваном Григорьевичем во время от-

дыха в Балаклаве с семьей в 1910-е годы. Одна из них – с его надписью: “Балаклава. Любимое мое местечко”. В анкете преподавателя НМА, заполненной в 1914 г., Иван Григорьевич указывал, что владеет языками: французским и немецким [23]. Выполнял он общественные обязанности: в 1913 г. профессор Бубнов назначался от Академии присяжным заседателем “по г. Санкт-Петербургу и его уезду”, в 1916 г. его вновь выдвигают на эту должность [24].

К 1914 г. Иван Григорьевич был причастен уже к восьми выпускам слушателей Академии. Из его учеников многие стали видными деятелями кораблестроения, среди них – А.П. Шершов, К.А. Теннисон, С.О. Барановский, Л.М. Мацевич, Р.А. Матросов, Ю.А. Шиманский, В.А. Лютер, И.И. Бобров, А.И. Маслов, А.И. Балкашин. В этом же году А.И. Балкашин был назначен штатным преподавателем.

После вступления России в войну летом 1914 г. учебные занятия во всех отделах Академии прервались до 1916 г., но наиболее опытные преподаватели, и среди них профессор Бубнов, были оставлены для научной работы. Одновременно Иван Григорьевич руководит проектированием новых боевых кораблей.

Глава 7

Создатель российских подводных лодок (1901–1917)

В конце XIX в. быстрыми темпами развивалось минное оружие флотов и класс миноносцев, водоизмещение которых измерялось уже сотнями тонн. Немедленно сказалась и обратная сторона такого развития: эти корабли обнаруживались издали и представляли неплохую мишень для скорострельной артиллерии крейсеров и броненосцев. Вновь возникла потребность в кораблях, способных скрытно атаковать броненосцы противника, оставаясь при этом относительно неуязвимыми. Достижения в областях машиностроения, электротехники, оптики, усовершенствование самодвижущихся мин составили предпосылки того, что таким средством стали подводные лодки. Их бурное развитие как нового класса боевых кораблей приходится на конец XIX – начало XX в.

Лидирующие позиции к началу XX в. занимали Франция (постройка подводных лодок типа “Нарвал” инженера Лабефа) и Соединенные Штаты Америки, где строились подводные лодки конструктора Голланда. В России же после опытов с подводной лодкой Александровского в 60-х годах XIX в. интерес к проблеме угас. Однако среди русских военных моряков всегда находились энтузиасты идеи подводного плавания.

В 1877–1878 гг. “Морским сборником” был опубликован цикл теоретических статей В.А. Куприянова, а в 1901 г. в печати появились обзоры Н.Н. Кутейникова и А.А. Кононова. В начале 80-х годов по про-

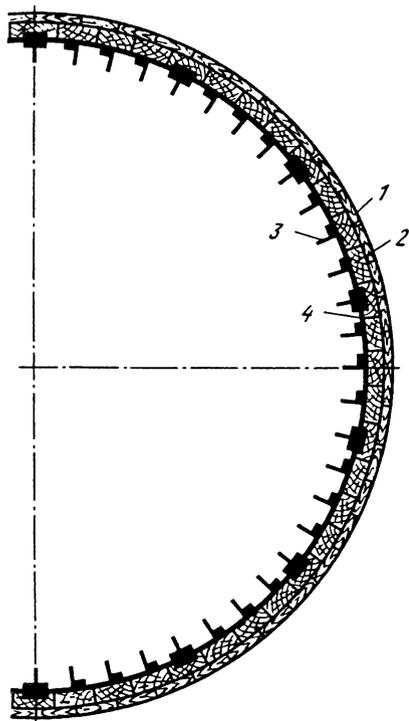
екту С.К. Джевецкого была построена серия малых (крепостных) подводных лодок, его же проект большой подводной лодки в 1892 г. был отвергнут Морским министерством¹.

Возрождение интереса к подводному плаванию у руководства флота России произошло в конце века, когда явно определились успехи за рубежом. Попытки воспользоваться иностранным опытом результатов не имели: французские материалы оказались недоступны, не удалось заключить соглашение и с фирмой Д. Голланда, условия которого – постройка серии не менее 10 единиц со сдачей лодок в Америке и без гарантий результатов – были неприемлемы.

По инициативе главного инспектора кораблестроения Н.Е. Кутейникова в декабре 1900 г. была создана комиссия “по проектированию полуподводных судов из лиц”, “которые вполне добровольно и охотно взяли бы на себя решение такой задачи...” [1]. Комиссию возглавлял старший помощник судостроителя Бубнов, в нее вошли помощник старшего инженер-механика И.С. Горюнов (разработка механической части подводной лодки) и лейтенант М.Н. Беклемишев (вопросы электротехники и вооружения). В распоряжение комиссии были переданы все имеющиеся в МТК материалы, а сама работа велась с соблюдением секретности, в отдельной комнате при Опытном Бассейне. Его заведующий – А.Н. Крылов – оказывал всяческое содействие. Все же проектирование первой подводной лодки явилось делом величайшей трудности, ведь в то время в России не были разработаны еще основные вопросы теории подводной лодки: ее остойчивости при погружении–всплытии, управляемости под водой, ходкости. Проблемой являлись выбор формы прочного корпуса и его расчет, выбор типа двигателя для надводного хода, способ размещения водяного балласта. Требовалось создать множество принципиально новых систем и устройств. Нельзя отрицать и пользы изучения имеющихся материалов, а также командировки М.Н. Беклемишева во второй половине 1901 г. на заграничные заводы. Представляется, что некоторое влияние на проектантов оказали сведения о подводной лодке капитана датского флота В. Ховгаарда, поступившие в МТК ко времени начала работы комиссии [2].

Проектируемый “полуподводный миноносец” (класса “подводные лодки” тогда не существовало) должен был решать сравнительно скромные задачи прибрежной обороны. По замыслу И.Г. Бубнова, лодка имела прочный корпус в виде тела вращения и легкие оконечности, где располагались балластные цистерны. Такое решение обеспечивало безопасность корабля при их повреждении и, при простоте конструкции, позволило не только разместить в прочном корпусе требуемое оборудование, но и создать сносные для того времени условия обитаемости.

Прием воды в балластные цистерны и их осушение производились с помощью помп, что предопределило один из основных недостатков лодок системы И.Г. Бубнова – большое время погружения. Находками Бубнова были рациональная конструкция корпуса (рис. 2) и выбор никелевой стали для него. И.С. Горюнов предложил для надводного хода



Р и с. 2. Схема конструкции корпуса подводной лодки “Дельфин” (поперечный разрез)

1 – оцинкованный лист; 2 – слой дерева; 3 – продольные ребра; 4 – обшивка прочного корпуса (шпангоуты не показаны)

двигатель Дизеля, но заказать его – требуемой мощности и габаритов – не удалось, пришлось применить бензомотор системы Б.Г. Луцкого. Решение проблемы подводного хода было традиционным: электродвигатель и батарея аккумуляторов. В кормовой части надстройки разместили два минных аппарата типа Джевецкого².

Уже в июне 1901 г. готовый проект рассматривался и был одобрен МТК [3], в июле последовал заказ Балтийскому заводу на “миноносец № 113”. Для руководства работами была создана строительная комиссия в составе авторов проекта; ее возглавил И.Г. Бубнов. В конце 1901 г. И.С. Горюнова сменил А.Д. Долголенко. Утвер-

жденный проект практически был эскизным, при постройке комиссии приходилось создавать рабочие чертежи и разрешать массу впервые встающих вопросов, среди которых была проблема заказа уникально оборудования (табл. 1; Прил. 3).

Летом 1903 г. подводная лодка, переименованная в “миноносец № 150”, вышла на испытания, которые показали, что конструкторам удалось решить главную задачу опытной постройки: лодка успешно погружается и всплывает, держит глубину подводного хода, легко маневрирует.

Конечно, не все было гладко. Подмастер М.В. Стецюра, участник испытаний, вспоминал любопытный эпизод, связанный с первыми погружениями лодки.

Несовершенный привод горизонтальных рулей требовал при управлении большой физической силы, но ее не всегда хватало. После команды “рули на погружение” лодка послушно идет вниз, одержать ее не удастся и она “тыкается в грунт”. После соответствующих действий лодка всплывает. Бубнов и Беклемишев выходят на надстройку, снимают фуражки, крестятся и говорят: “Ну вот, слава Богу, и поплавали под водой” [4].

И.Г. Бубнов рассматривал “Дельфин” – так при вступлении в строй был назван “миноносец № 150” – как опытную лодку, однако, по ряду показателей (энерговооруженности, глубине погружения, воору-

Т а б л и ц а 1

Тактико-технические данные и год разработки основных проектов подводных лодок И.Г. Бубнова

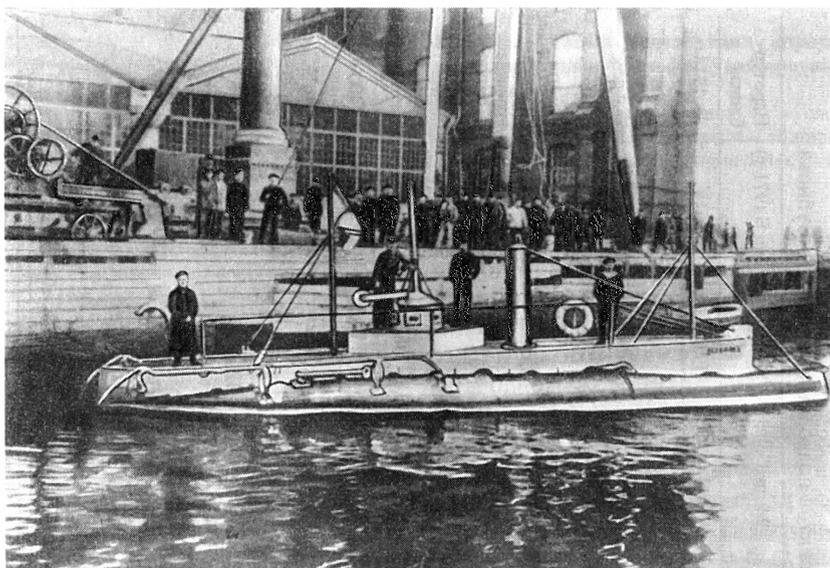
Данные	"Дельфин"		"Касатка"		"Минюга"		"Акула"		"Морж"		"Барс"		Тип Б (971 т)		Парогур-блинная
	1901	1904	1905	1905	1905	1905	1911	1911	1911	1911	1916	1916	1916	1914	
Количество в серии	1	6	1	1	1	3	24	20*							-
Водоизмещение надводное/подводное, т	113/123	140/177	123/152	370/468	630/760	650/780	971/1264	3500/-							
Запас плавучести, %	9	25,6	24	25	20	20	30	-							
Длина, м	19,6	33,5	32,6	56	67	68	80	120							
Тип и суммарная мощность двигателей надводного хода, л.с.	Бензомотор	Бензомотор	Дизели	Дизели	Дизели	Дизели	Дизели	Дизели							Паровые турбины
Суммарная мощность электромоторов, л.с.	300	120	240	900	2280	2640**	2640**	25000							-
Скорость хода надводная/подводная, уз.	120	100	70	300	900	900	740	-							
Дальность плавания надводная/подводная, мили	9(5-6)	8,5/5,5	10/5	11,5/6,4	16*** /8,5	18*** /8,5	17/9	25/4							
Глубина погружения рабочая, м	243/28	700/30	900/25	1000/28	1600*** /30	2250*** /28	3000/22,5	4000/20							
Вооружение по проекту:	50	50	50	50	50	50	50	19**** /9							0
миных аппаратов,	2	4	2	8	12	12	16	24							
артиллерийских орудий,	-	-	-	-	-	-	2x75	-							
мигн заграждения	-	-	-	-	-	-	10	-							

* Планируемое количество.

** На большинстве подводных лодок установлены моторы меньшей мощности.

*** При двигателях проектной мощности.

**** Основная рабочая глубина.



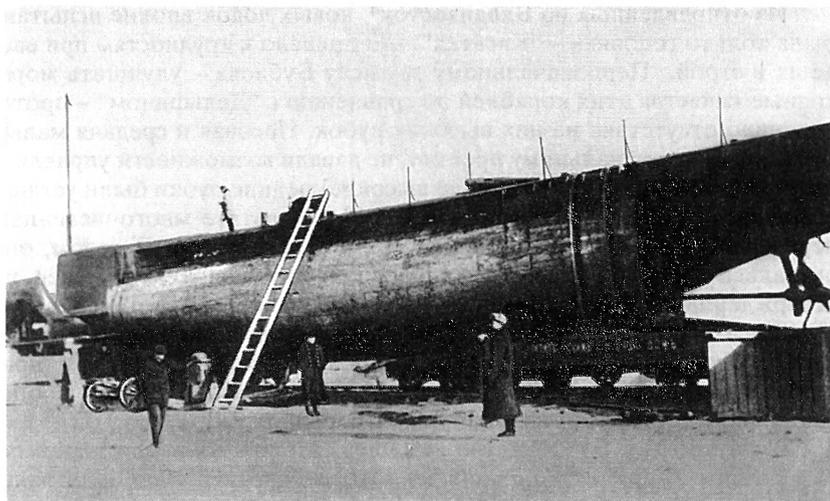
Подводная лодка “Дельфин” у стенки Балтийского завода

жению) она превосходила подводные лодки Д. Голланда типа “Фултон”, и тем более – конструктора С. Лэка типа “Протектор”³. Первый опыт оказался исключительно удачным.

Иван Григорьевич в содружестве с М.Н. Беклемишевым, учитывая результаты испытаний, приступил к разработке улучшенного типа, предназначенного для серийной постройки. Прежде всего, конструкторы стремились увеличить скорости и усилить вооружение. С целью поиска наилучших обводов были организованы буксировочные испытания моделей в Опытном Бассейне. При близком водоизмещении длина новой лодки была значительно больше, чем у “Дельфина”, она имела развитую надстройку, в которой размещались 4 минных аппарата Джевецкого.

В самом начале 1904 г. Главное управление кораблестроения и снабжения (ГУКиС) выдало заказ Балтийскому заводу на постройку “миноносца № 140”. Еще в ноябре 1903 г. Н.Е. Кутейников подал докладную записку [5], в которой оценивал экономию, полученную за счет постройки “Дельфина” национальными средствами, суммой свыше 3 млн руб. Расценив “заслуги гг. членов строительной комиссии” как “необыкновенные”, он просил о должной награде. В январе 1904 г. император Николай II разрешил выдать премию в 50 тыс. руб., распределив ее по усмотрению Морского министерства. И.Г. Бубнов получил 24 500 руб. – это самая большая сумма его известных наградных.

Начавшаяся в январе 1904 г. русско-японская война резко ускорила темпы строительства новой подводной лодки. Первоначально она предполагалась трехвальной, с установкой электродвигателя на сред-



**Подводная лодка типа “Касатка” на транспортере
перед отправкой на Дальний Восток**

нем валу, а на бортовых – мощных бензомоторов. Невозможность быстро получить моторы нужной мощности изменила облик подводной лодки: она стала одновальной. Головной корабль получил имя “Касатка” (см. табл. 1).

В феврале 1904 г. И.Г. Бубнов участвовал в составлении важнейшего доклада МТК о строительстве подводных лодок для Дальнего Востока. План одной из его частей [6] охватывал проблему в комплексе и включал вопросы: “Достоинства и недостатки различных типов подводных лодок в отношении их мореходных качеств и обитаемости. Способность быстро скрываться под водой и плавать под водой. Понятие о ходе постройки подводной лодки. Идея и ее практическое осуществление: предварительная разработка чертежей и расчеты; составление общего проекта; детальная разработка его. Рабочие чертежи и выполнение отдельных частей в мастерских. Сборка корпуса и установка механизмов. Необходимые начальные испытания и обучение экипажа. Условия перевозки лодок по железным дорогам”. В результате было принято решение о заказе Балтийскому заводу еще пяти лодок (одну из них – на средства Комитета по усилению военного флота на добровольные пожертвования). Средний срок постройки лодок под непосредственным руководством И.Г. Бубнова составил всего восемь месяцев.

С началом войны М.Н. Беклемишев подал идею о переброске “Дельфина” в Порт-Артур. Было принято решение о перевозке этой лодки и четырех новых (“Касатка”, “Скат”, “Налим” и “Фельдмаршал граф Шереметев”) по железной дороге. И.Г. Бубнов спроектировал 16-осные железнодорожные транспортеры, к августу Путиловский завод построил пять таких транспортеров [7].

Из отправленных во Владивосток⁴ новых лодок вполне испытана была только головная – “Касатка”, что привело к трудностям при вводе их в строй. Первоначальному замыслу Бубнова – улучшить мореходные качества этих кораблей по сравнению с “Дельфином” – противоречило отсутствие на них высоких рубок. Носовая и средняя малые рубки, по первоначальному проекту, не давали возможности управлять лодкой в свежую погоду. Позднее высокие средние рубки были установлены на всех лодках типа “Касатка”. В результате многочисленных переделок дальневосточные лодки были перегружены. В целом, они оказались пригодны лишь для прибрежной обороны. Тем не менее, по утверждению заведующего подводным плаванием Э.Н. Щенсновича [8], “Касатки” были лучшими подводными лодками среди представленных во Владивостоке⁵. Появление таких лодок, хотя они по ряду причин не приняли участие в активных военных действиях, нарушило операции японского флота на подступах к Владивостоку.

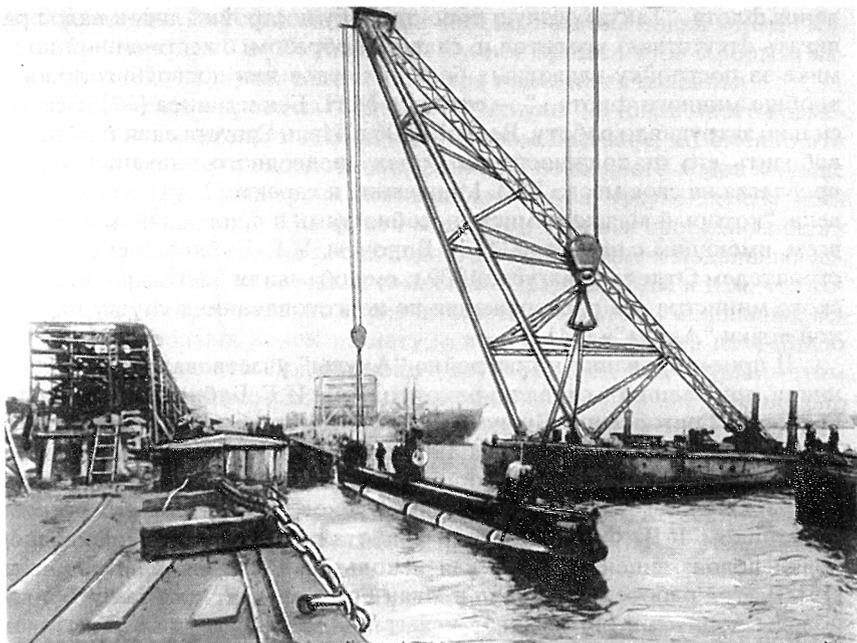
Весной 1904 г. Бубнов и Беклемишев ездили в Киль для знакомства с заводом “Германия” Круппа, на котором впоследствии были заказаны три подводные лодки для России.

Важнейшим следствием постройки “Касаток” и усилий И.Г. Бубнова было создание на Балтийском заводе специализированного производства. Это позволило открыть специальный Отдел подводного плавания. И.Г. Бубнов участвовал в разработке “Положения об отделе” [9] и занял там должность строителя⁶.

При эксплуатации первых подводных лодок часто возникали аварийные ситуации вследствие использования бензина. Это убедило И.Г. Бубнова в необходимости срочного перехода к двигателям на тяжелом топливе, которые к 1905–1906 гг. уже могли быть построены на отечественных заводах. В докладной записке [10] Иван Григорьевич называет постройку судов с бензомоторами “в высшей степени нерациональной”. В 1905 г. им был составлен проект малой опытной подводной лодки с дизель-моторами, которые предполагалось заказать в С.-Петербурге. На лодке предусматривались два внутренних трубчатых минных аппарата.

Почти одновременно с первым Бубнов и Беклемишев представили проект большой двухвальной подводной лодки с бензомоторами мощностью 1200 л.с. Опыт русско-японской войны явно указывал на необходимость создания мореходных подводных лодок с большим районом действия и сильным вооружением. Предполагались и более высокие скорости. В МТК проект был утвержден, но вскоре коренным образом переработан. Причина состояла в том, что применение бензомоторов было временным компромиссом между конструкторами: М.Н. Беклемишев не верил в возможность скорой постройки дизель-моторов нужной мощности. И.Г. Бубнов все же настоял на применении дизелей, но в дальнейшем дорабатывал проект уже самостоятельно. Решение о постройке “малой” и “большой” лодок было принято 1 сентября 1905 г. [11].

В этих проектах уже были реализованы основные принципы подводной лодки “русского” типа.



Подводная лодка “Минога” у стенки Балтийского завода

Балластные цистерны располагались в легких оконечностях, их заполнение и осушение производилось с помощью мощных помп. В средней части корпуса располагалась прочная уравнительная цистерна. Сферические концевые переборки были вогнуты внутрь, что, по замыслу Бубнова, обеспечивало их прочность при меньшем, сравнительно с плоскими переборками, весе. Деление на отсеки не предусматривалось.

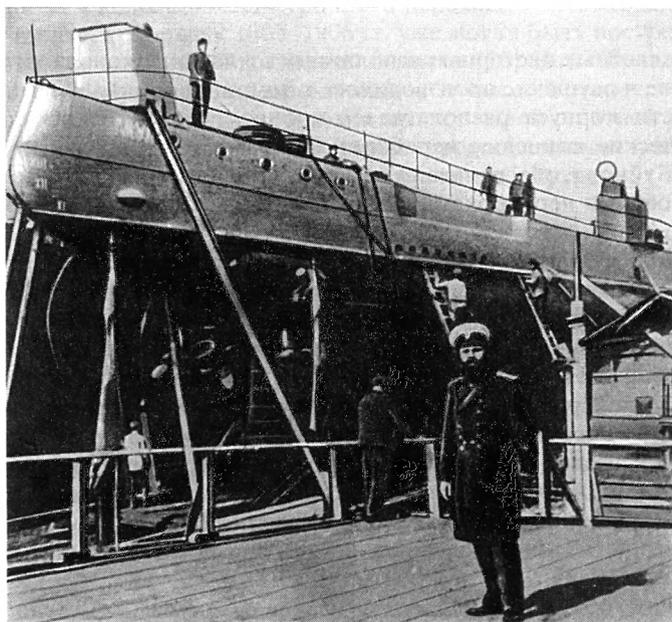
“Минога” стала первой в России дизель-электрической подводной лодкой и, хотя по сути была опытной, вошла в строй флота как боевой корабль. “Акула” же стала первой дизель-электрической лодкой, имевшей возможность действовать на удалении от баз. В окончательном варианте она стала трехвальной: на всех валах – дизель-моторы, а гребной электродвигатель – на среднем. Отличительная ее особенность – мощное минное вооружение: четыре внутренних трубчатых аппарата и четыре – типа Джевецкого – в надстройке. По большинству показателей “Акула” существенно превосходила подводные лодки серии “Кайман” (системы Лэка) примерно того же водоизмещения⁷. Дизель-моторы обеих лодок были построены на Машиностроительном заводе Э. Нобеля.

Их постройка на Балтийском заводе затянулась⁸. Главной причиной этого (и отсутствия новых заказов на подлодки) была борьба мнений в морском руководстве о приоритетных направлениях восстанов-

ления флота. “Такую резкую приостановку постройки лодок надо приписать отсутствию кредитов и, главным образом, ожесточенной полемике за постройку надводных больших судов или подводных лодок и вообще минного флота...”, – отмечал М.Н. Беклемишев [12]. Все это сильно затрудняло работу. Весной 1906 г. Иван Григорьевич просил освободить его от должности по Отделу подводного плавания завода, предлагая на свое место Л.М. Мациевича и характеризуя его как человека, “который выдающимися способностями и прилежанием известен всем, имеющим с ним дело” [13]. Впрочем, И.Г. Бубнов был оставлен строителем Отдела. В августе 1909 г. ему объявили благодарность морского министра «за распоряжения по подготовке к спуску подводной лодки “Акула”» [14].

В проектировании и постройке “Акулы” участвовали В.Т. Струников, пришедший в отдел по рекомендации И.Г. Бубнова, и его брат – Григорий Григорьевич Бубнов. После окончания С.-Петербургского Технологического института в 1902 г. он работал в комиссии на постройке серии “Касаток”, а с организацией Отдела подводного плавания перешел туда. В мае 1906 г. Г.Г. Бубнов совместно с инженером-электриком Д.Д. Филипповым разработал проект малой подводной лодки водоизмещением 75 т для использования в шхерных районах [15]. В этой работе участвовал и Иван Григорьевич: помогал уточнять обводы корпуса и организовал испытания модели лодки в Опытном Бассейне.

В марте 1906 г. в Либаве был организован учебный отряд подвод-



И.Г. Бубнов на постройке подводной лодки “Акула”

ного плавания. Ему придали оставшиеся на Балтике лодки серии “Касатка” – “Макрель” и “Окунь”. И.Г. Бубнов прошел курс в первом наборе и в 1907 г. получил звание офицера подводного плавания.

Разрабатывая проекты “Миноги” и “Акулы”, Бубнов много времени уделял испытаниям моделей в Опытном Бассейне, но именно эти лодки в итоге имели скорости надводного и подводного ходов меньше заявленных. Особенно велик оказался просчет на “Акуле”: требуемый надводный ход 16 уз. и 11,5 фактически [16]. Меньше проектных были скорости подводного хода обеих лодок, хотя результаты модельных испытаний, казалось, не внушали сомнений. Причина была в том, что тогда еще не умели правильно пересчитывать результаты модельных испытаний подводных лодок на натуре и точно определять потребную мощность двигателей. Лодки имели и другие недостатки, однако в этом новом и чрезвычайно сложном деле ошибки и неверные, тупиковые пути поиска были неизбежны. Как просто оценивать их с порога XXI века!

К 1911 г. среди плавающего состава офицеров-подводников установилось мнение, что “Акула” превосходит иные существующие типы подводных лодок. Это облегчало И.Г. Бубнову работу над следующими проектами.

В 1905–1908 гг. в процессе борьбы мнений на тему, “какой флот нужен России”, на фоне, зачастую, отрицательной позиции Государственной думы к развитию флота вообще⁹ постепенно утверждался вывод о необходимости строительства подводных лодок. Не было, правда, единого взгляда на их тип и показатели.

С целью выявить лучшие предложения Морское министерство организовало ряд конкурсов. Посмотрим на них глазами И.Г. Бубнова. “В период 1907–1909 гг. Министерство много раз объявляло конкурсы между заграничными и русскими заводами на составление проектов лодок по определенным заданиям, и Балтийский завод всякий раз подавал безукоризненные и недорогие проекты. Но как только это выяснялось, конкурс объявлялся несостоявшимся; вырабатывались новые задания и объявлялся новый конкурс с тем же результатом...” [17]. Раздражение Ивана Григорьевича понятно, но в действительности руководители флота не были настроены столь предвзято по отношению к своему заводу (и лично к Бубнову). Сложно было принять окончательное решение, ведь даже в 1908 г. МТК не считал себя достаточно компетентным для составления технических заданий на подводные лодки. Бытовали противоречивые мнения о важности тех или иных показателей и границах водоизмещения лодок. Все это осложняло выбор.

В июле 1909 г. рассматривались очередные проекты [18]. Остановились на предложениях Балтийского завода (автор – И.Г. Бубнов): подводной лодки водоизмещением 450 т и лодки в 490 т Невского судостроительного и механического завода (типа Голланда). По требованию МГШ было решено доработать проекты, усилив вооружение лодок. Водоизмещение нового варианта подводной лодки Бубнова составило около 600 т. Это уже явный прототип будущих лодок типа “Морж”. Бубнов, однако, не был согласен с предложением МТК разде-

лить заказ на новые лодки между Балтийским и Невским заводами. В докладной записке [19] Бубнов отмечал: “Балтийский завод, работая над делами подводного плавания непрерывно в течение 9 лет, выработал свои типы лодок, которые... неоднократно признавались удовлетворительными; при разработке настоящего проекта Балтийский завод... стремился к уменьшению тоннажа и стоимости лодки... При получении заказа на 2 большие лодки Балтийский завод предлагал оборудовать производство у себя моторов Дизеля и аккумуляторов с тем, чтобы впредь быть независимым в деле постройки лодок от зарубежных заводов. Деньги же, заплаченные Невскому заводу, целиком перейдут за границу, не обогатив Морское министерство даже опытом...”. В конечном счете министерство согласилось с мнением Ивана Григорьевича [20], однако состоявшийся в конце 1909 г. заказ подводных лодок Балтийскому заводу вскоре был отменен из-за отсутствия кредитов¹⁰.

Эти годы – время притока разнообразных предложений по строительству подводных лодок. Общая их идея – проложить “новый” путь (по возможности быстрый и дешевый) восстановления морской мощи России. Итальянский завод “Ансальдо” в 1911 г. предложил построить в России серию подводных крейсеров¹¹ системы Е.В. Колбасьева [21]. Резонанс в морских технических кругах и в печати вызвал проект бронепалубного подводного крейсера в 4500 т корабельного инженера Б.М. Журавлева [22]. А.Н. Крылов считал этот проект “фантазией”. Отрицательно отнеслись к нему И.Г. Бубнов и М.Н. Беклемишев, не пожелавшие помочь автору завершить работу. Единственная идея, получившая в те годы практическое развитие, – проект подводного заградителя М.П. Налетова¹²; предложение было поддержано Бубновым, который и сам в последующие годы поработал в этом направлении¹³.

В 1910 г. Иван Григорьевич перешел на должность консультанта Балтийского завода, заведовать Отделом подводного плавания стал его брат.

Наметившееся в 1910–1911 гг. усиление турецкого флота заставило ускоренно возрождать Черноморский флот России, бывший в состоянии полного упадка. Программа его воссоздания, кроме линейных кораблей и эсминцев, предусматривала строительство и шести подводных лодок. В мае 1911 г. она была законодательно утверждена [23. С. 134]. К этому времени И.Г. Бубнов по замечаниям МТК доработал свой последний проект; водоизмещение лодки составило 630 т. Однако Балтийский завод получил заказ лишь на три лодки этого типа, и на три лодки (Голландия, типа “Нарвал”) – Невский завод. В докладе МГШ [24] это объяснялось необходимостью того, “чтобы по выяснению опытным путем преимуществ и недостатков лодок того и другого типа представилась бы возможность окончательно установить тип...”.

Для организации сборочного производства оба завода открыли свои отделения на территории Адмиралтейства в Николаеве. Летом 1911 г. И.Г. Бубнов работает там “с целью выработки плана устройства филиального отделения” [17]. В июне на стапелях филиала Балтийского завода на берегу р. Ингул были заложены корпуса подводных лодок (“Морж”, “Тюлень” и “Нерпа”) вступили в строй в 1914 – начале

1915 г.) (см. табл. 1). Как у предыдущих лодок Бубнова, прочный корпус замыкался сферическими переборками, но здесь они были парными, а пространство между ними занимали цистерны. Отличительная черта лодок – самое мощное по тому времени вооружение (в общей сложности 12 минных аппаратов). Согласно техническим условиям постройки, Балтийский завод полностью (!) отвечал за правильность расчетов и конструкций, без утверждения документов Главным управлением кораблестроения (ГУК). Эта система заставила подбирать на должности строителей, конструкторов и мастеров Отдела подводного плавания людей, способных решать сложные технические задачи. В то время в Отделе служили около 90 человек, он имел свою чертежную, где работали 12 конструкторов во главе с В.Т. Струнниковым. Постройками руководили два строителя с помощниками, а общий технический надзор вели два консультанта (создатель Отдела – И.Г. Бубнов и С.Н. Власьев). В Отделе служили А.Н. Асафов, К.И. Руберовский, должность подмастера занимал М.В. Стецюра. Среди конструкторов работали В.И. Васильев и П.В. Белкин. О них впоследствии упоминал Б.М. Малинин в “Автобиографии” [25]: “Эти двое людей сделали для отечественного подводного кораблестроения чрезвычайно много, деятельно участвовали в дальнейшем в создании отечественного подводного флота и воспитали целый ряд талантливых конструкторов...”. А вот с Бубновым и Струнниковым у Малинина отношения не сложились. В “Автобиографии” позднее он отметил: «Авторы проектов... всячески старались не пускать молодых специалистов дальше “порога”. Приходилось до всего доходить, что называется, “своим умом”» [25].

Известно, что И.Г. Бубнов не избегал и “частных” форм работы над проектами своих подводных лодок. Когда требовалось быстро подготовить материалы, он отбирал среди старшекурсников-политехников наиболее толковых, и они работали на его квартире. Такой практики Иван Григорьевич придерживался, видимо, с 1906–1907 годов. По воспоминаниям Ф.К. Дормидонтова, работавшего в “домашнем бюро” И.Г. Бубнова с 1909 по 1916 г., конструкторская практика у Ивана Григорьевича была очень “сильной”, инженеры эти впоследствии ценились, тем более что И.Г. Бубнов, как правило, сам рекомендовал их после окончания института. Платил же он своим сотрудникам больше, чем они получали на службе, окончив институт [26]. Эту школу на дому прошли А.Н. Асафов, В.Т. Струнников, Ф.К. Дормидонтов. Скорее всего, у И.Г. Бубнова также работали К.И. Руберовский и В.Ф. Попов.

По оценке МГШ, после русско-японской войны силы Балтийского флота не обеспечивали безопасность столицы. В течение нескольких лет составлялись и согласовывались в центральных учреждениях Империи планы усиления Балтийского флота. Наконец, в середине 1912 г. была утверждена “Программа усиленного судостроения”. Предполагалось, в частности, к 1916 г. построить 12 подводных лодок.

“Приступая к осуществлению 5-летней судостроительной программы в части, касающейся постройки подводных лодок, Морское министерство остановилось на постройке первых двух серий подводных лодок по проекту инженера генерал-майора Бубнова” [27]. Звание гене-

рала И.Г. Бубнов получил в марте 1912 г. “за отличие в службе с оставлением в занимаемых должностях” [14]. Учитывая особенности действий на Балтике и пожелания плавающего состава подводников, Иван Григорьевич доработал свой проект черноморских лодок. Принципиально новый вариант почти не отличался от прототипа, до 650 т выросло водоизмещение (данные новой лодки приведены в табл. 1).

Реализация военно-морских программ России привела к бурному развитию ее судостроительной промышленности. Одним из новых предприятий стал Ревельский завод акционерного общества “Ноблесснер”¹⁴. История его возникновения – это страница развития финансово-промышленных групп в России накануне первой мировой войны, довольно подробно изложенная, например, в [23]. Отметим, что при всей неоднозначности процесса создания монополий в судостроении Россия получила несколько первоклассных заводов, таких, как “Наваль-Руссуд”. К ним следует отнести и “Ноблесснер” (с 1916 г. – “Петровская верфь”) – специализированное предприятие для постройки и ремонта подводных лодок. Его учредителями была проявлена немалая ловкость, в результате чего осенью 1912 г. еще несуществующее фактически предприятие получило заказ на восемь подводных лодок для Балтийского флота; заказ на четыре лодки достался Балтийскому заводу¹⁵. Успеху “Ноблесснера” помогло (или пришлось весьма к месту) намерение Ивана Григорьевича, которое у него возникло с 1910 г.: оставить службу на Балтийском заводе и перейти на предприятие, получившее большой заказ на подводные лодки его системы [17]. С того же года у И.Г. Бубнова обострились разногласия с начальником Балтийского завода П.Ф. Вешкурцевым, в прошлом – его учителем. Иван Григорьевич характеризует это как “ряд деловых недоразумений по существу мелких, но раздражающих” [17]. Суть, однако, была в различии взглядов на дело постройки подводных лодок и пути его развития на заводе. К этому следует добавить и соображения материального плана. По свидетельству Ф.К. Дормидонтова, И.Г. Бубнов, вовсе не будучи алчным человеком, высоко ценил свои способности конструктора – “знал себе цену” – и считал, что вознаграждение, получаемое им на Балтийском заводе, недостаточно. Представляется все же, что главным в решении И.Г. Бубнова, учитывая независимость его характера, было стремление работать свободно, не рутинными методами, без помех.

В конце марта 1912 г. И.Г. Бубнов оставляет службу на Балтийском заводе. Его брат Григорий Григорьевич перешел на “Ноблесснер” раньше, став главным инженером верфи. Вслед за ними Отдел оставляют еще несколько лиц, среди которых конструкторы Асафов, Лихачев¹⁶ и Яковлев.

О своей деятельности в Ревеле И.Г. Бубнов рассказывал: “...я руководил разработкой различных чертежей и проектов лодок, а также соответствующих расчетов, защищал их, когда нужно, в центральных технических органах Морского министерства и давал указания относительно постройки завода и самих лодок” [17]. В Ревеле Иван Григорьевич бывал периодами, приезжая из С.-Петербурга, где он продолжал

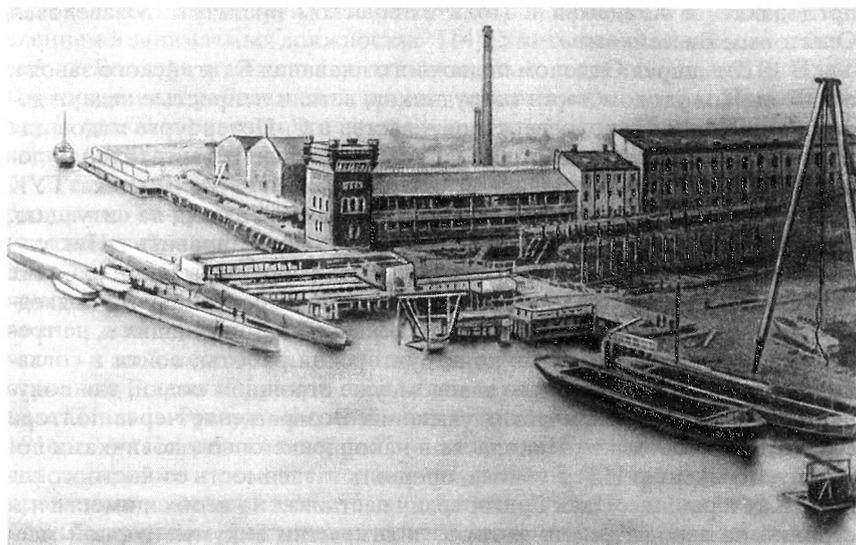
преподавать в Академии и Политехническом институте и заведовал Опытным Бассейном.

В 1912 г. перед Отделом подводного плавания Балтийского завода, ослабленным уходом части сотрудников, встали непростые задачи достройки лодок в Николаеве, строительства в С.-Петербурге лодок для Балтики и организации достройки для них дизельных двигателей. В докладной записке [28], поданной по предложению начальника ГУК П.П. Муравьева, Иван Григорьевич изложил свой взгляд на ситуацию. Он предлагал для достройки черноморских лодок направить в Николаев оставшихся служащих Отдела с целью разработки на месте рабочих чертежей и накопления практического опыта; на постройку же подводных лодок в С.-Петербурге – набрать новый состав служащих и, не требуя немедленно результатов конструкторской работы, войти в соглашение с каким-либо частным заводом, уже строящим лодки, для получения чертежей и технических указаний. Возвращение через полтора года старого состава из Николаева и накопление опыта новичками позволит, по мнению И.Г. Бубнова, прервать зависимость от частного завода. Как и раньше, Иван Григорьевич настаивал на необходимости постройки на заводе дизель-моторов и открытии аккумуляторной мастерской, что дало бы независимость от границы. Предлагал он и меры, существенно расширяющие самостоятельность отдела.

По многим вопросам докладной Бубнова П.Ф. Вешкурцев занял противоположную позицию [29]. Руководство ГУК, однако, во многих вопросах поддержало мнение И.Г. Бубнова. Одним из следствий этого стало потом “странное” распоряжение Балтийскому заводу строить “барсы” по чертежам, выпущенным “Ноблесснером”.

Этот завод имел стапеля, позволяющие постройку до 11 судов длиной 130–150 м, мощный подъемник и весьма совершенный по тому времени станочный парк. Для работы пневмоинструмента по всей территории была проложена трасса сжатого воздуха. По оснащенности “Ноблесснер” стал передовым предприятием, в чем была немалая заслуга И.Г. и Г.Г. Бубновых. К сожалению, в полную силу завод заработать не смог. Одной из причин этого стали сложности с рабочей силой в Ревеле и иные ограничения военного времени.

Отметим существенные достоинства и недостатки, общие для подводных лодок типа “Морж” и “Барс”. По минному вооружению они были сильнейшими подводными лодками своего времени, причем на них впервые был осуществлен принцип залповой стрельбы “веером”. Добротность применяемых материалов, корпусных и механических работ обеспечивала их высокую надежность. Очень хорошей считалась обитаемость благодаря применению дизель-моторов мощности (а следовательно, и габаритов) значительно меньше проектной. Резерв по весу, кстати, позволил установить не предусмотренное первоначально артиллерийское вооружение. Существенный недостаток подводных лодок – отсутствие прочных межотсечных переборок, что не позволяло обеспечить надводную непотопляемость¹⁷; часть лодок погибла в результате навигационных аварий. Низкое расположение наружных минных аппаратов в надстройке ухудшало ходкость и приводило к повреж-



**Постройка лодок типа “Барс” на Балтийском заводе.
Фонд музея Балтийского завода**

дням торпед при ходе на волнении и во льду. Время погружения (около 3 мин) уже не отвечало современным тактическим требованиям; английская лодка типа “Е” имела время около 40 сек. Большое неудобство причиняло раздельное управление горизонтальными рулями, при котором “горизонтальщику требуется чутье акробата, почти сверхчеловеческие способности” [30. С. 31]. Не вполне удачны были обводы корпуса. Недостаток пришлось компенсировать мощностью дизель-моторов, но возникли проблемы с их постройкой, преодолеть которые до конца не удалось.

Все же можно считать, что эти лодки в целом являлись вершиной эволюции “русского” типа и стояли на уровне зарубежных образцов, а в годы первой мировой войны показали себя грозным оружием.

Прозорливость И.Г. Бубнова позволила ему увидеть вовремя необходимость поиска новых технических путей. В апреле 1913 г. “Ноблесснер” представляет проект подводной лодки Бубнова водоизмещением 1100 т [31], выполненный по заданию МГШ. Это увеличенный “Барс”, но прочный корпус разделен на отсеки, а переборки установлены с расчетом не допустить аварийных дифферентов при затоплении любого из них.

После вступления России в войну (в 1914 г.) И.Г. Бубнов вернулся на должность консультанта Балтийского завода, продолжая оставаться сотрудником “Ноблесснера”. Естественно, ему пришлось участвовать в доводке подводных лодок типа “Барс”, в частности организовывать меры по устранению вибраций корпуса, возникавших при работе дизелей

Р и с. 3. Схема одного из вариантов конструктивного мидельшпангоута подводной лодки водоизмещением 971 т

1 – обшивка прочного корпуса;
2 – ветви составного шпангоута;
3 – бракетты; 4 – ограждение рубки

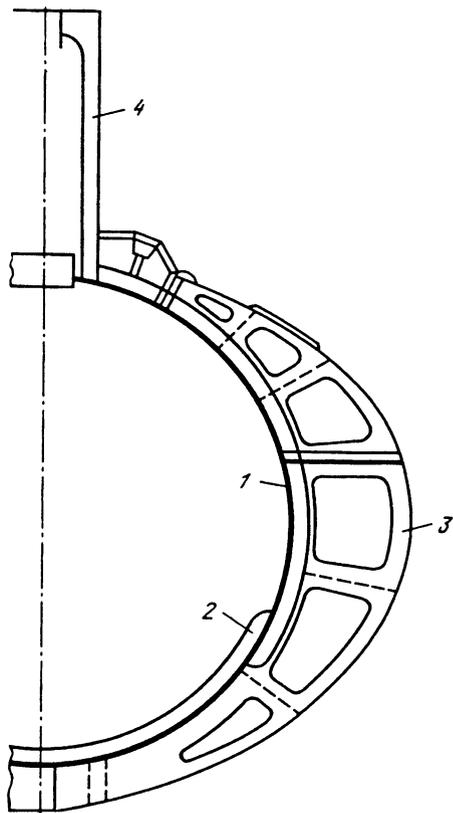
и гребных электродвигателей. Для выяснения причин этого явления в конце августа 1915 г. И.Г. Бубнов проводил опыты на однотипной подводной лодке “Вепрь”. Ему помогали сотрудники Опытного Бассейна.

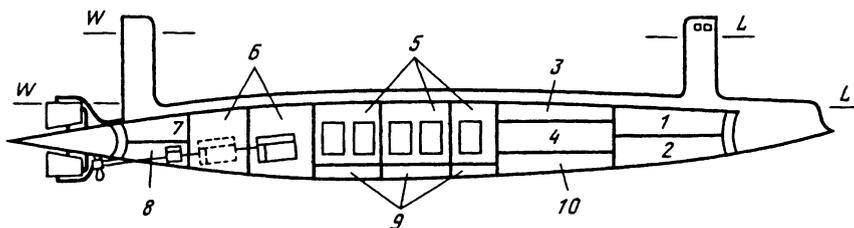
В 1914 (вторая половина) – 1915 гг. на обоих заводах под его руководством были составлены несколько вариантов проекта подводной лодки нового типа. В наиболее подробно разработанном варианте (водоизмещение 832 т) лодка на 40% длины были двухкорпусной, основная часть водяного балласта располагалась в бортовых цистернах, заполняющихся самотеком, что позволило сократить время погружения до 1,5 мин. Корпус делился прочными переборками на 6 отсеков.

Вводилось централизованное управление горизонтальными рулями и погружением–всплытием; было заметно усилено минное и артиллерийское вооружение: внутри корпуса размещались траверзные минные аппараты, предусматривались запасные торпеды, в кормовой части надстройки имелось устройство для постановки 10 мин заграждения.

Окончательный вариант подводной лодки (типа “Б” водоизмещением 971 т), представленный в январе 1916 г., на конкурсе, где участвовали и зарубежные заводы, был отнесен к числу лучших) (см. табл. 1). Среди достоинств проекта отмечалась рациональная конструкция корпуса и аккумуляторных ям [32]. Практически все основное оборудование должно было производиться в России. По результатам конкурса Морское министерство приняло к постройке подводные лодки типа “Б” (“Генерал-майор Бубнов”), Голланда и завода “Фиат-Сан-Джорджи”.

Программа судостроения 1915 г. (“Большая”) предусматривала постройку 55 боевых подводных лодок и двух опытных¹⁸. Было решено строить лодки типа “Б” на Балтийском заводе в Петрограде – 12 и Русско-Балтийском в Ревеле – 8. Начались заготовка корпусных деталей и





Р и с . 4. Схема паротурбинной подводной лодки

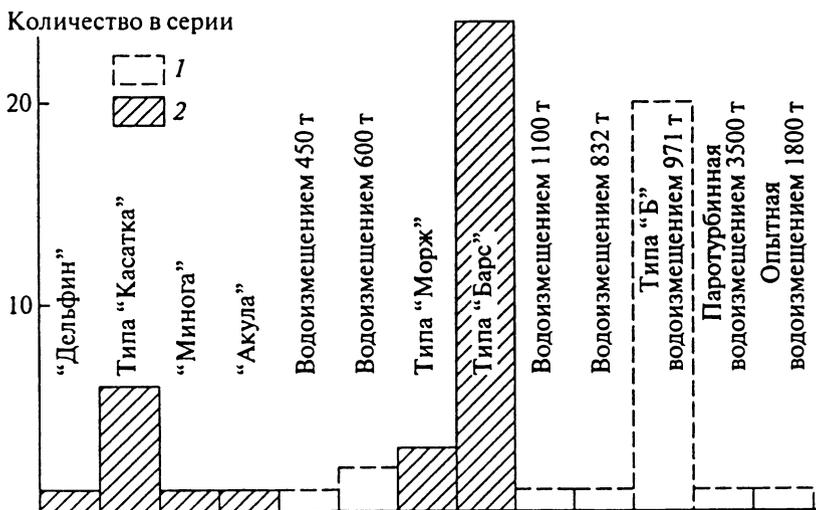
Помещения: 1, 4, 7 – торпедные, 2 – аккумуляторное, 3 – жилое, 5 – котельные, 6 – турбинные, 8 – электромоторное; 9 – цистерны котельного топлива; 10 – запасы

заказ оборудования. На Балтийском заводе к постройке этих лодок были привлечены корабельные инженеры А.Н. Щеглов, М.И. Сасиновский и морские инженеры Ф.К. Дормидонтов и А.В. Геркен. Однако растущая дезорганизация производства, а затем революционные события и разруха так и не позволили заложить ни одной лодки на уже подготовленных стапелях.

Имя И.Г. Бубнова связано еще с одной малоизвестной страницей развития подводного плавания. В начале XX в. во флотах морских держав велось интенсивное строительство линейных кораблей. Россия отставала в темпах, поэтому в ее военно-морских кругах разворачивалась дискуссия о средствах противостояния линейным силам возможных противников. Естественным было появление идеи о скоростной, хорошо вооруженной подводной лодке. “Состязуясь с большими и быстроходными надводными судами, подводным лодкам необходимо иметь такие мореходные качества, которые, если и не превышали бы, то, по крайней мере, были бы по возможности одинаковыми с качествами первых...”, – так она сформулирована в статье [33]. Вариантом развития этой идеи был бронепалубный подводный крейсер Журавлева, упомянутый выше.

Свой вариант решения предложил Иван Григорьевич. В докладной записке “Быстроходные подводные лодки” [34] он отмечал, что скорое появление военных судов водоизмещением 50–60 тыс. т должно вызвать развитие сравнительно дешевых средств борьбы с ними. В марте 1914 г. Бубнов представил в Морское министерство проект подводной лодки с котлотурбинной энергетической установкой, разработанный (как сказано в сопроводительном письме общества “Ноблесснер” [35]) на базе предложений сотрудника верфи инженера Ч.А. Дель-Пропосто. По словам же самого И.Г. Бубнова, он, разрабатывая проект, “пользовался услугами каждого из моих сотрудников лишь в самых узких пределах” [34]. Корабль стал бы “подводной лодкой в прямом смысле слова”, так как должен был плавать исключительно в погруженном состоянии, пользуясь надводным (крейсерским) положением лишь для входа в гавани и прохода узостей и мелких мест.

Это достигалось тем, что при ходе под турбинами (на глубине примерно 19 м) лодка постоянно сообщалась с воздушной средой при по-



Р и с. 5. Основные типы спроектированных (1) и построенных (2) подводных лодок И.Г. Бубнова

мощи двух труб обтекаемой формы, причем носовая служила шахтой притока воздуха. Кроме того, на ее верхушке находился пост управления. Кормовая использовалась для отвода котельных газов и испорченного воздуха. Вопрос о попадании внутрь корпуса воды "от волн или при внезапном погружении", по мысли конструктора, решался с помощью автоматических затворов и непрерывно работающих мощных помп. На чертеже (рис. 4) [36] видно, что корпус лодки представлял собой тело вращения с ничтожной надстройкой и малыми оконечностями. Характерны большие горизонтальные рули; вместе с вертикальными они образуют почти крестообразное оперение в корме. Отсутствие внутри прочного корпуса балластных цистерн указывает на незначительный запас плавучести. Корпус разделен прочными переборками на 8 отсеков, два первых являются жилыми. Двухвальная турбинная установка расположена эшелонно. В случае необходимости лодка могла погружаться на глубину до 90 м, причем горение в котлах прекращалось, а ход обеспечивали электромоторы. Впрочем, И.Г. Бубнов указывал на возможность применения для подводного хода тепловых аккумуляторов. Район плавания лодки должен был достичь 4 тыс. миль и определялся исключительно ресурсом котлов и физическим состоянием команды. Данные паротурбинной подводной лодки приведены в табл. 1.

Можно отметить этот проект еще и как вариант развития идеи водобронного миноносца С.К. Дзевецкого. При этом практически подводное положение лодки является как фактором скрытности, так и средством защиты от мин и артиллерии противника.

Рассмотрев проект паротурбинной лодки, МГШ дал неоднозначный отзыв, а в ГУКе он был отвергнут почти без рассмотрения: не вел

ся даже журнал заседания. Конечно, главная идея проекта и сегодня представляется несколько фантастичной, но в чертежах подводной лодки были заложены технические решения, опередившие свое время и много позднее ставшие в подводном кораблестроении классическими. Водоизмещение, форма корпуса, скорость и автономность лодки в известной мере делают ее предтечей атомных субмарин нашего времени.

(Общее представление об этапах деятельности И.Г. Бубнова дает диаграмма на рис. 5). Отметим стиль его конструкторской работы. Обычно Ивану Григорьевичу ставится в упрек отсутствие методических руководств или инструкций по проектированию подводных лодок. Сложилась легенда, что он уничтожал не только черновые записки и расчеты, но и проектные материалы (многое при изучении архивов уже нашлось и наверняка найдется еще). Объяснялось это его “коммерческим” подходом к делу. Представляется, однако, что для секретности были немалые основания: пропал же бесследно в Морском министерстве первый комплект чертежей его подводного крейсера с паровыми турбинами [37]. Во всем мире проектирование подводных лодок было делом секретным: по зарубежным заказам лодки строили, а технических секретов не выдавали. Не следует забывать также, что в то время проекты утверждались к постройке, как правило, на конкурсной основе, что всегда вызывало конкурентную борьбу как заводов, так и отдельных конструкторов.

В мае 1916 г. “вследствие отсутствия подходящей работы” И.Г. Бубнов оставляет Балтийский завод, а вскоре после Февральской революции, в марте 1917 г., прекращает работу в АО “Петровская верфь”.

Никогда не являясь штатным сотрудником Части подводного плавания МТК (затем ГУК¹⁹), И.Г. Бубнов часто привлекался к обсуждению проблемных вопросов и экспертизе проектов. Так, известны его отзывы по подводным лодкам завода “Германия” [38] и английских типа “Е” [39], которые он сравнивает с отечественным типом “Барс”. Несомненный интерес представляет его доклад помощнику Морского министра [40] об организации Отдела подводного плавания в ГУКе. Иван Григорьевич предлагал альтернативные решения: создание самостоятельного отдела, либо распределение работы между четырьмя существующими. Однако “на подводной лодке все отдельные детали переплетены между собой несравненно теснее, чем на всяком другом судне. Поэтому очень часто вполне правильные по существу соображения того или иного специалиста... – могут оказаться противоречащими соображениям других специалистов и потому невыполнимыми. Таким образом, в данном случае является существенно необходимой самая близкая и непосредственная связь между отдельными сотрудниками...” [40]. Иван Григорьевич считал, что решить задачу может лишь развитие в отдел существующей уже 8–9 лет Части подводного плавания ГУК при получении им той же самостоятельности, что и другие отделы управления.

Иван Григорьевич Бубнов внес огромный вклад в подводное ко-

раблестроение России, которое развивал как теоретик, конструктор и организатор. Его деятельность не раз поощрялась: в 1911 г. он был награжден “не в пример прочим” орденом св. Владимира 4-й степени [14, 41]; в 1915 г., после окончания постройки черноморских лодок, а также “Барса” и “Гепарда” на Балтийском заводе, – орденом св. Станислава 1-й степени [14, 42]. В России И.Г. Бубнов был известен, прежде всего, как крупнейший авторитет в деле подводного плавания.

Подводные лодки, построенные по проектам И.Г. Бубнова, служили нашей стране и много лет спустя после смерти их творца; последняя из них – “Пантера” – окончила свой путь в середине 50-х годов.

Глава 8

Конструктор линейных кораблей (1907–1917)

Плодотворная деятельность И.Г. Бубнова в области создания принципиально новых броненосцев разворачивалась в сложнейших для страны условиях. В результате войны с Японией основное ядро Российского флота было уничтожено, а морские рубежи Востока и Запада стали практически открытыми. Корабельный состав, оставшийся на Балтике, намного уступал флоту Германии. В состоянии упадка находился Черноморский флот. Но, вместе с тем, опыт этой войны имел большое значение для поиска путей усовершенствования боевых кораблей. Во флотах морских держав вырабатывались новые взгляды на вооружение и защиту броненосцев.

Первым кораблем нового типа стал “Дредноут”, спущенный на воду в Портсмуте уже в 1906 г. По боевой мощи он резко превосходил любой из существующих тогда броненосцев, и его создание явилось качественным скачком в развитии военного флота Великобритании. Стало ясно, что с появлением таких кораблей “боевое значение всех существующих флотов практически должно быть утрачено” [1. С. 145]. В морских державах развернулось спешное проектирование и строительство кораблей этого типа.

В апреле 1906 г. по инициативе морского министра А.А. Бирилева было создано Особое совещание для выработки задания на постройку корабля дредноутного типа и программы воссоздания флота. Совещание включало более двадцати наиболее авторитетных деятелей Морского министерства. С учетом военного опыта и новейших технических достижений были выработаны ключевые предложения: применение мощной, по новому организованной, артиллерии, использование в качестве главных двигателей паровых турбин, электрификация оборудования корабля. Предусматривалось сплошное бронирование бортов для защиты от фугасных снарядов; было, наконец, обращено серьезное внимание на конструктивное обеспечение непотопляемости.

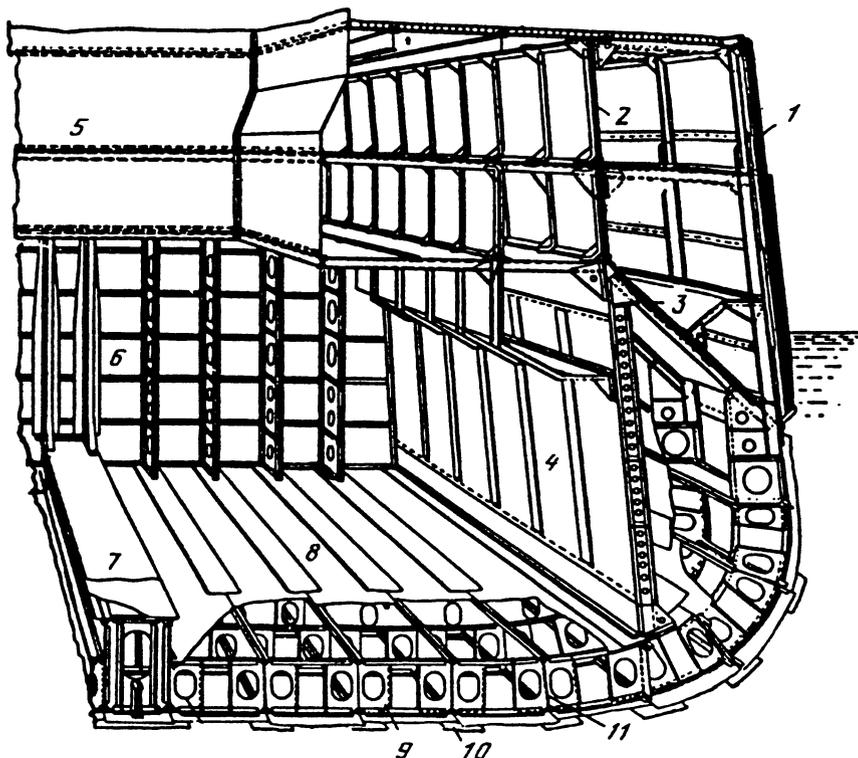
В Кораблестроительной чертежной МТК под руководством

И.Г. Бубнова было составлено несколько вариантов проектных разработок, после обсуждения которых элементы будущего корабля стали более отчетливыми. Главную артиллерию предполагалось разместить в двухорудийных башнях, расположенных на одной высоте, а противоминную – в бронированных казематах ниже верхней палубы. Определались главные размеры, водоизмещение, схемы бронирования. Задание на постройку корабля было уточнено, а затем заводами разработано несколько конкурсных проектов. Однако дальше дело не пошло, так как Морское министерство не смогло добиться выделения кредитов для начала постройки задуманных кораблей¹ [2].

Второй этап проектирования русских линейных кораблей связан с началом деятельности МГШ. В апреле 1907 г. была принята обоснованная им “Малая судостроительная программа”. В соответствии с новыми задачами Балтийский флот должен был оборонять Финский залив и, вместе с тем, представлять собой “свободную морскую силу для поддержания интересов Империи во внешних водах”² [3. С. 31]. Намечалось строительство четырех кораблей дредноутного типа³. После многократного обсуждения в МГШ технических данных линкора было уточнено количество орудий главной артиллерии (10–12, калибром 305 мм в 2- или 3-орудийных башнях) и противоминной (14, калибром, 120 мм), установлена необходимость противоминной переборки, намечены толщины бронирования, принято ледокольное образование носа корабля при отказе от тарана.

Окончательные технические условия на проектирование были утверждены в декабре 1907 г., но еще летом принимается решение о проведении международного конкурса на составление проекта и постройку механизмов линейного корабля. В конкурсе помимо отечественных приняли участие судостроительные заводы шести стран и, кроме того, ряд лиц, представивших проекты персонально. Приглашение к участию получили [4] И.Г. Бубнов, К.П. Боклевский, Э.Е. Гуляев, Н.Н. Кутейников, Р.Р. Свирский и еще некоторые инженеры. К 28 февраля 1908 г. был представлен 51 эскизный проект, включая варианты. Их рассмотрение велось МГШ и МТК, оценки которых часто не совпадали, так как критерии были разными. Недаром А.Н. Крылов, в то время ставший главным инспектором кораблестроения, вспоминал, что ему пришлось “расхлебывать в течение трех месяцев заваренную кашу со всемирным конкурсом” [1. С. 147]. МГШ отдавал предпочтение проектам, где главная артиллерия размещалась “в 4-х 3-орудийных башнях, установленных в диаметральной плоскости по всей длине корабля, приблизительно с одинаковым удалением одна от другой” [5]. Именно такое расположение было предложено в проектах немецкой фирмы “Блом и Фосс”, итальянского инженера Куниберти и подполковника Л.Л. Коромальди (проект последнего имел девиз – “Дальний Восток”).

На первом этапе лучшим был признан проект фирмы “Блом и Фосс”. Наряду с этим проект, разработанный техническим бюро Балтийского завода под руководством профессора Бубнова [1. С. 149], признается наилучшим в чисто кораблестроительном отношении “благодаря, главным образом, особенностям конструкции наружного и внут-



Р и с. 6. Схема конструкции средней части корпуса линкоров типа “Севастополь”

1 – броневой пояс; 2 – броневые переборки; 3 – броневой скос; 4 – минная переборка; 5 – котельный кожух; 6 – поперечная переборка; 7 – килевая балка; 8 – внутреннее дно; 9 – brackets; 10 – накладные листы обшивки; 11 – стрингеры

ренного дна и днищевых стрингеров, подкрепления переборок и рациональному устройству продольной переборки [3. С. 52, 53]. Верхняя броневая переборка проходила с внутренней стороны казематов противоминной артиллерии. Применялось сплошное бронирование надводного борта и палуб. (На рис. 6 показан схематизированный мидельшпангоут корабля.) И хотя расположение башен в проекте Балтийского завода не соответствовало взглядам МГШ, а его механическая часть не могла считаться достаточно обеспеченной (судовых турбин в России тогда не строили), принимается решение о его дальнейшей доработке (перестановка башен и др.). В обсуждении конкурсных проектов активно участвовал Н.Н. Кутейников, будущий строитель первого русского линкора и однокурсник Бубнова по Академии. На совещаниях не раз отмечались технические решения проекта Л.Л. Коромальди, часть из них была учтена.

Победительнице конкурса – фирме “Блом и Фосс” – в реализации

ее проекта было отказано (о причинах этого см. в [1, 13]), к исполнению утверждается доработанный вариант Балтийского завода. В целях получения технической помощи при постройке турбин завод позднее заключил договор с английской фирмой “Джон Браун”. По представлению А.Н. Крылова, министерство предложило Балтийскому заводу вести дальнейшее проектирование корабля под руководством И.Г. Бубнова [1. С. 150]. Сам Алексей Николаевич, будучи главным инспектором кораблестроения и т.д. председателя МТК, проводил общее наблюдение и контроль за проектированием и постройкой линейных кораблей.

В связи с началом больших проектных работ техническое бюро Балтийского завода было усилено. Только в Кораблестроительной чертежной работало около 20 инженеров (среди них В.Л. Поздюнин и М.А. Олигер) и более 200 чертежников⁴ во главе с энергичным и талантливым корабельным инженером В.Р. Маттесом. К проектированию была привлечена большая группа конструкторов Адмиралтейского завода⁵. В работе бюро предстояло устранить недостатки, следствием которых были хроническая перегрузка построенных кораблей и ухудшение их свойств. А.И. Маслов, ставший позднее помощником строителя линейных кораблей, заложенных на Адмиралтейском заводе, вспоминал [6], что под руководством И.Г. Бубнова содержание проектных работ резко изменилось. Прежде всего, стали особенно подробно и тщательно вести расчеты нагрузки; впоследствии они были оформлены и изданы.

Конструктивные схемы различных систем и устройств определялись теперь в процессе разработки проекта, а не как раньше – при составлении рабочих чертежей. Существенно изменился стиль работы инженеров: если раньше они, в основном, выполняли поверочные расчеты (производительности, прочности и др.) схем, предложенных конструкторами-практиками, то теперь инженеры стали принимать участие и в разработке самих схем.

Конструктивная схема продольного днищевого набора была обоснована расчетами И.Г. Бубнова. В предложенной системе (см. рис. 6) пазы обшивки проходили под стенкой стрингеров и подкреплялись наружными широкими планками с таким расчетом, чтобы при наихудших условиях килевой качки не происходило коробления днищевой обшивки. Впоследствии эта система служила образцом и в практике зарубежного кораблестроения. Для верхней палубы впервые была принята продольная система с раскроем листов палубного настила по балкам продольного набора и с накладными пазовыми планками. Для ответственных связей корпуса И.Г. Бубнов применил стали повышенной прочности. Позднее под его руководством была проведена обширная проверка их свойств в механической лаборатории при Опытном Бассейне. Осенью 1908 г. Бубнов сделал известный доклад о нормах допускаемых напряжений в судовых конструкциях, выводы которого непосредственно применялись в расчетах прочности линейных кораблей. В подробном изложении материалы эти приведены в IV томе «Расчетов по линейным кораблям типа “Севастополь”» [7].

Конструкторскому бюро Адмиралтейского завода был поручен расчет продольной качки корабля на ходу и без хода по схеме А.Н. Крылова, выполняемой (в практике кораблестроения впервые) заведующим бюро В.А. Лютером и конструктором-практиком И.Ф. Топтыгиным. Здесь же провели расчет прочности главных водо-непроницаемых переборок, причём И.Г. Бубнов потребовал установить по пазам листов переборок вместо обычных пазовых планок тавровые балки – для уменьшения деформации швов и предотвращения неплотностей. Прочность переборок, связанных с подкреплениями под артиллерийские установки, определял А.И. Маслов, пользуясь методическими указаниями И.Г. Бубнова. Главные поперечные переборки конструировались с расчетом при доковании “сажать” корабль лишь на килевую дорожку, обходясь без сооружения боковых клеток.

Проектные расчеты первого линейного корабля как по объему, так и по содержательности резко отличались от предшествующих. Основные вычисления по прочности И.Г. Бубнов выполнил лично⁶. В общем материалы представляли собой целостный методический комплекс и являлись ценнейшим руководством по проектированию. Согласно решению Совещания по судостроению они были литографированы техническим бюро Батийского завода тиражом около 100 экз. Расчеты [7] и в наши дни сохраняют немалую методическую и научно-историческую ценность.

С этими расчетами был связан впоследствии любопытный эпизод. В самом конце 1929 г. в представительство “Амторг” в Нью-Йорке обратился инженер компании “Вестингауз” Г.Б. Карелиц с просьбой о присылке ему расчетов по линейному кораблю “Севастополь”. Он писал: “В данный момент корабельная архитектура является одним из ударных вопросов. Как раз в этом деле, именно в расчете прочности судового корпуса, русская наука достигла замечательных результатов, совершенно неизвестных здесь...” [8]. В этой просьбе ему было отказано [9], но все же нельзя не видеть в ней признания заслуг И.Г. Бубнова и его школы.

Благодаря тщательности проектных работ построенные линкоры не имели перегрузки, их скорость хода и остойчивость соответствовали расчетным. Применение оригинальной системы набора дало некоторое снижение веса корпуса, что позволило усилить бронирование. Первые в мировой практике (как и на итальянском линкоре “Данте Алигьери”, 1910 г.) были установлены трехорудийные башни главного калибра при их линейном расположении. Продуманное размещение непроницаемых поперечных переборок повышало живучесть корабля (табл. 2; см. Прил. 3).

Дальновидность И.Г. Бубнова позволила предугадать в проектных решениях и тенденции развития линейных кораблей. Свидетельством этому стала пригодность линкоров к последующим модернизациям в 1930-е годы и большие сроки их службы (последний был сдан на слом в 50-е годы). Такие результаты свидетельствуют о глубоком понимании Бубновым проблематики развития тяжелых кораблей.

В начале июля 1909 г. состоялась закладка⁷ на Балтийском заводе

Т а б л и ц а 2

Тактико-технические данные и год разработки основных проектов линейных кораблей Российского флота, созданных в 1907–1914 гг.

Данные	Типа "Севастополь"	Типа "Императрица Мария"	"Император Николай I"	Типа "Измаил"*
	1909	1912	1914	1913
Количество в серии	4	3	1	4
Водоизмещение, т	23000	22600	27300	32500
Длина; ширина; осадка, м	181,2; 26,0; 8,4	167,8; 27,3; 8,4	188,0; 28,9; 9,0	221,9; 29,9; 10,2
Тип и суммарная мощность машин, л.с.	4 паровые турбины, 31200	4 паровые турбины, 26500	4 паровые турбины, 29700	4 паровые турбины, 68000
Скорость полного хода, уз.	23	21	21	26,5
Дальность плавания, мили	1625	1640	–	3830
Вооружение:				
артиллерийское (количество орудий и калибр)	12×305 16×120 4×47	12×305 20×130 8×75 4×47	12×305 20×130 8×75 4×47	12×356 24×130 8×75 4×63
минных аппаратов (труб)	4	4	4	6
Бронирование:				
борт (главный пояс), мм	125–225	102–262,5	102–270,0	125–240
башни, мм	200	305	300	300
рубки, мм	200	–	400	300
палубы (верхняя, средняя, нижняя), мм	37,5–25–12	38–38	35–63–35	37,5–50
продольная переборка казематов, мм	25	50	75	–

* Броненосные (линейные) крейсера.

линейных кораблей "Севастополь" и "Петропавловск" (их строителями были назначены корабельные инженеры Н.Н. Кутейников и В.В. Константинов); на Адмиралтейском заводе – "Полтава" и "Гангут" (В.А. Лютер и Л.Л. Коромальди). Все эти корабли вступили в строй в конце 1914 г.

Разумеется, корабли имели и недостатки. Толщина бортовой брони была сравнительно малой (забегая вперед – это сразу же показали проведенные в 1913 г. специальные артиллерийские опыты). Возможно, причиной этого была нехватка веса брони из-за чрезмерной длины

цитадели, что, в свою очередь, явилось следствием принятой схемы расположения башен главного калибра. Сравнительно невысокий борт и отсутствие полубака несколько снижали их мореходные качества, хотя вина за это лежит и на МГШ, допустившем в тактическом задании упомянутые выше противоречия. И все же, русские линкоры оказались на уровне лучших образцов своих собратьев по классу.

Творческий вклад Ивана Григорьевича был достойно отмечен. Вот выдержки представления [10] начальника Балтийского завода А.И. Моисеева после успешных испытаний первого линкора: «Проектирование первых “дредноутов” русского флота – линейных кораблей типа “Севастополь” было поручено Балтийским заводом Корпуса корабельных инженеров генерал-майору Бубнову... Принимая во внимание, что создание во всех отношениях замечательного и выдающегося по идее проекта корабля составляет особую заслугу генерал-майора Бубнова перед Флотом и Отечеством, выходящую далеко за пределы обыкновенных отличий, я считаю своим нравственным долгом просить... о достойном, не в пример прочим, награждении генерал-майора Бубнова...»

Морской министр И.К. Григорович поддержал это ходатайство [11], и осенью 1914 г. Иван Григорьевич был с “высочайшего соизволения” награжден именным подарком – получил золотой портсигар, украшенный бриллиантами, с вензелем Императора [12].

Принятая в 1911 г. программа усиления Черноморского флота предусматривала строительство трех линейных кораблей. Из нескольких конкурсных проектов, представленных русскими и зарубежными заводами, для доработки были избраны вариант английской фирмы “Виккерс”, составленный для “Наваль”, и проект техбюро Балтийского завода, выполненный по заказу АО “Руссуд”. Созданное в 1911 г. “Руссуд” не имело опытных инженерных кадров и широко использовало возможности заводов и учреждений Морского министерства⁸. Достаточно заметить, что его бюро работало в помещении кораблестроительного отдела ГУК, а проектными работами руководили столь многоопытные корабельные инженеры как Л.Л. Коромальди⁹. Окончательно победил проект, разработанный для “Руссуд”. Новый корабль принципиально не отличался от балтийских линкоров, были сохранены идеи основного проекта И.Г. Бубнова. При сходном водоизмещении он был короче и имел меньшую скорость хода, но более сильное бронирование (борт до 262,5; башни – 305 мм). Противоминную артиллерию линкора составляли уже 20 орудий калибром 130 мм (см. табл. 2).

“Руссуд” получил заказ на два корабля (“Императрица Мария” и “Император Александр III”), один линкор был заказан АО “Наваль” (“Императрица Екатерина Великая”).

В 1913 г. на Черном море были проведены испытания системы бронирования строящихся линейных кораблей в натуральных условиях. В качестве стенда использовался списанный броненосец “Чесма”, корпус которого был переделан для размещения бронирования подобно принятому на линкорах. Опыты проводились в Тендровском заливе в 1913–1914 гг. На некоторых заседаниях “Комиссии по опытам” присут-

ствовал И.Г. Бубнов. Результаты позволили оценить реальную защищенность кораблей типа “Севастополь” и ввести некоторые улучшения в конструкцию черноморских линкоров, прежде всего – в способ установки и скрепления броневых плит [13].

Для новых кораблей было решено усилить бронирование жизненных частей: боевой рубки, башен и пояса по грузовой ватерлинии. Обобщив результаты опытов, Бубнов предложил модернизировать бронирование линейных кораблей. В полном объеме это предполагалось применить на четвертом черноморском линкоре “Император Николай I”. О проектировании этого корабля вспоминал А.И. Маслов в письме [14]: «Бубнову Министерство предложило (в 1914 г. – *Авт.*) разработать этот проект (эскизный, по современным понятиям. – *Авт.*) с учетом результатов опыта расстрела “Чесмы”, на которой было сооружено бронирование по типу первых линкоров. Бубнов согласился при условии, что он получит в свое распоряжение и по его выбору группу инженеров и конструкторов с Балтзавода... Мне он поручил организовать такую группу и руководить работами¹⁰, а за собою оставил только некоторые принципиальные вопросы, касающиеся модернизации системы бронирования по опыту Чесмы. Работа была закончена в течение 1–2 месяцев и проект после утверждения в ГУКе был направлен на Николаевский завод¹¹ для разработки рабочих чертежей и постройки корабля. Завод от себя сделал несколько предложений...» В частности, по инициативе В.П. Костенко, был доработан теоретический чертеж линкора, причем, при заданной скорости удалось снизить потребную мощность машин примерно на 2000 л.с. [2].

“Император Николай I” был спущен на воду в октябре 1916 г., но достроить его не удалось (см. табл. 2). Масса его броневой защиты составляла 9417 т (для сравнения, у “Императрицы Екатерины Великой” – 7036 т).

Опыт русско-японской войны изменил взгляды на задачи броненосных крейсеров. Теперь они, в основном, должны были действовать совместно с линейными кораблями, входя в состав эскадры. Считалось, что этим кораблям следует иметь артиллерию и защиту, сходные с линкоровскими¹², а скорость хода – заметно выше. В России строительство четырех броненосных (по классификации 1915 г. – линейных) крейсеров было предусмотрено пятилетней “Программой усиленного судостроения”, утвержденной в середине 1912 г.

Еще в августе 1911 г. Морским министерством был объявлен международный конкурс на проект броненосного крейсера, но к сроку (10 октября) был подан единственный проект – Балтийского завода, что не удивительно, ведь составлялся он под руководством И.Г. Бубнова. Сроки пришлось перенести. В результате представили проекты четыре русских завода и четыре иностранных [15]. Для дальнейшей разработки были оставлены проекты Адмиралтейского и Балтийского заводов, причем проект последнего имел вариант с двигателями Дизеля [15]. Уточнение проектов продолжалось около восьми месяцев и привело к их значительному сближению.

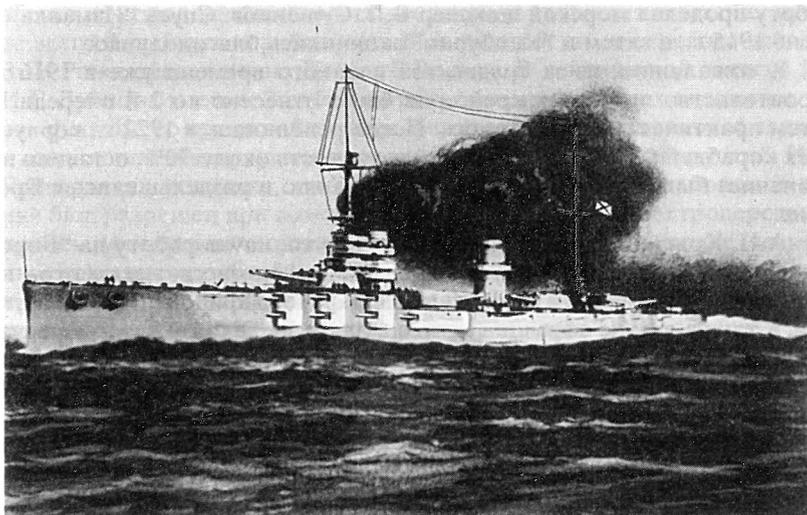
В дальнейшем Морское министерство решило вести проектирова-

ние совместно – силами обоих заводов, причем техбюро Балтийского завода надлежало составить чертежи корпуса и силовой установки. Предложенный Балтийским заводом теоретический чертеж был принят, основой его явились весьма удачные обводы линкоров [16]. Подбирая сотрудников, И.Г. Бубнов привлек к проектированию А.И. Маслова, тот в это время учился в Академии. По словам последнего [14], в качестве “консультанта” он участвовал в выполнении некоторых расчетов прочности, качки, непотопляемости и др. Проектирование систем корабля вел В.Л. Поздюнин.

Конструкция корпусов броненосных крейсеров под влиянием идей И.Г. Бубнова была оставлена аналогичной линкоровской. Что до выбора наилучшего типа котлов и механизмов и их проектирования, то правлению обоих заводов пришлось заключить договора на оказание технической помощи с фирмами “Виккерс” и “Турбиния”.

Новые корабли были крейсерами, скорее, по названию. По ряду данных они превосходили построенные линкоры: основное артиллерийское вооружение состояло из 12 орудий калибром 356 мм в четырех башнях. Для повышения мореходности был принят полубак, одновременно это улучшало условия использования носовых установок противоминной артиллерии. При форсировке котлов скорость корабля доходила до 28 уз. Его бронирование было более мощным, чем у линкоров типа “Севастополь” (см. табл. 2).

Закладка всех четырех кораблей состоялась в декабре 1913 г., причем пришлось производить реконструкцию стапелей. На Балтийском заводе начали постройку “Измаила” и “Кинбурна” (строитель обоих – П.Е. Беляев, затем – И.И. Бобров), на Адмиралтейском заложили “Бородино” и “Наварин” (строители – В.И. Невражин и В.А. Лютер). Ра-



Линейный крейсер типа “Измаил”. Рисунок к проекту.
Фонд музея Балтийского завода

боты шли с большими трудностями, которые особенно усилились с началом войны. И все же к середине 1915 г. корпуса кораблей были готовы к спуску на воду.

В наградном листе на генерал-майора Бубнова [17] говорится: «Кроме того, этот генерал принимал непосредственно участие в разработке спусковых устройств броненосных крейсеров “Измаил” и “Бородино”, спуск которых состоялся вполне благополучно...». Оказалось, что спуск этих кораблей (прежде всего, со стапелей Балтийского завода из-за неудачного их расположения) представляет серьезную проблему. Ведь спуск “Севастополя” едва не закончился аварией: корабль коснулся винтами дна у противоположного берега. “Измаил” же был более чем на 40 м длиннее и значительно большего веса. Часть инженеров предлагала применить торможение уже в начале спуска, но... существовала опасность остановки корабля. Строитель “Измаила” И.И. Бобров настаивал на использовании отводящего канатного задержника, один конец которого закреплялся бы на корме корабля, а второй – на берегу, на значительном расстоянии от стапеля. Имея слабинку, задержник должен был натянуться и начать разворачивать корабль по течению Невы после схода его со стапеля. Но для столь больших кораблей в отечественной практике этот способ не применялся. И.И. Бобров вспоминал [16]: “...мое мнение одержало верх благодаря поддержке моим учителем по Морской академии известнейшим русским ученым кораблестроителем Иваном Григорьевичем Бубновым. Признав предложенный мною метод торможения наиболее рациональным, он, однако, рекомендовал проверить его на модели в Опытном Судостроительном Бассейне” [16. С. 137]. При содействии Ивана Григорьевича такие испытания были организованы, а полученные результаты использованы для расчета спуска самого корабля. Эту сложную работу проделал морской инженер Б.Л. Сушенков. Спуск “Измаила” в июне 1915 г., а затем и “Кинбурна” окончились благополучно.

К сожалению, из-за трудностей военного времени уже в 1916 г. строительство линейных крейсеров было отнесено ко 2-й очереди, а затем практически прекратилось. После революции, в 1922 г., корпуса трех кораблей (“Измаил”, имевший готовность около 70%, оставили на хранение) были проданы на слом в Германию и разделялись в Бремене.

А.Н. Крылов рассказывал [1. С. 291], что, начав работу на “Бородине” и получив срез корпуса, завод вызвал комиссию экспертов из Берлина; они произвели вычерчивание и фотографирование конструкций, а также взяли образцов металла для испытаний – в силу очевидной ценности и новизны технических решений, заложенных в проект. С этого времени в зарубежном кораблестроении появился термин “русская система набора”, которая и получила применение в строительстве крупных военных кораблей. Корпус же “Измаила” разрезали в начале 1930-х годов, потеряв надежду превратить его во что-либо дельное. Боевая рубка крейсера использовалась впоследствии как командный пункт 30-й батареи береговой обороны в Севастополе [18]. Это был трагический период в биографии И.Г. Бубнова как конструктора: его

самые совершенные творения, начатые постройкой, так и не были закончены.

В 1916 г. по заданию МГШ И.Г. Бубнов выполнил проектные проработки еще более мощного линейного корабля. Об этом рассказывал А.И. Маслов в письме: «Период 1912–1916 гг. проходил под знаком разработки проектов новых боевых кораблей во исполнение “Большой судостроительной программы”, для осуществления которой предполагалось добиться у Гос. Думы необходимых ассигнований. Задания на проектирование этих кораблей все время рассматривались в Адмиралтейств-Совете и параллельно выполнялись различные предэскизные проработки. Так, я был привлечен Бубновым к разработке мощного линейного корабля с 16-дюймовой артиллерией, с легкими механизмами и с котлами “миноносного типа”...» [14. Л. 4]. Эти корабли предполагалось строить в г. Николаеве. Несколько вариантов проекта имели 8–12 орудий калибром 406 мм в 2- и 3-орудийных башнях и 20 – среднего калибра 153 мм. Проект предусматривал сильную противоминную защиту: как бортовую – глубиной до 7,5 м, так и днищевую (средняя часть корабля имела третье дно на высоте более 3 м от основной плоскости). Толщина главного броневых пояса достигала 350–400 мм. Возможная скорость линкора доходила до 31,5 уз. Ориентировочное водоизмещение корабля с такими данными получалось 42–45 тыс. т. Проектирование их остановилось в 1917 г., но, если бы они были построены, то стали бы в 1920-е годы сильнейшими кораблями мира.

Выше не раз упоминалось, что И.Г. Бубнов был убежденным сторонником применения дизель-моторов на военных кораблях. Первым его опытом была “Минога”, затем последовало проектирование канонерских лодок для Амура. Он прекрасно понимал, что задача, выдвигаемая перед Балтийским флотом, – быть “свободной морской силой”, – влечет за собой необходимость увеличения дальности плавания прежде всего линейных кораблей. Не был забыт и опыт перехода эскадры З.П. Рожественского на Дальний Восток. В технической записке [19] И.Г. Бубнов отмечал: “...обладая разъединенным в трех отдельных морях флотом, во время войны мы снова станем перед фатальной задачей о соединении эскадр, удаленных на тысячи миль друг от друга...”. Иван Григорьевич указывал, что вопрос о судах с большим районом плавания был разрешен при помощи двигателей Дизеля с электропередачей, причем усовершенствования последних лет сделали вполне возможным создание кораблей “с районом плавания в десять тысяч миль полного хода и делающих рейс Кронштадт – Порт-Саид – Владивосток в течение месяца без возобновления запасов топлива” [19].

Чтобы показать реально выгоды этого предложения, И.Г. Бубнов вместе с инженером-механиком и электриком Д.Д. Филипповым переработал конкурсный проект линейного корабля Балтийского завода и в июле 1908 г. представил его в МТК. Энергетическая установка в проекте корабля состояла из пятнадцати однотипных дизель-динамо мощностью по 2000 л.с. (в походе должны были работать всего шесть из них), питающих электродвигатели, установленные на трех гребных валах. Эти электродвигатели располагались в шести независимых отсе-

ках, и минный взрыв мог “вывести из строя не более одной трети движущей силы, а не половины, как при турбинных двигателях” (имелась в виду 4-вальная установка линкора. – *Авт.*) [19]. На тысячу тонн снижалось водоизмещение, несколько уменьшались главные размерения, более чем в 3 раза сокращалась многочисленная машинная команда. Главное, район плавания составлял 17 тыс. миль 15-узловым ходом. Сравнительно низкий ресурс дизель-моторов И.Г. Бубнов предлагал компенсировать резервом дизель-динамо и запасом частей для однотипных агрегатов. Он считал, что в боевом отношении такой корабль “будет стоять неизмеримо выше парового”, отмечая среди его достоинств легкость управления, быстроту дачи хода, малозаметность и др.

Понимая значение опытных данных о ресурсе корабельных дизель-моторов для судьбы проекта, Бубнов предлагал срочно дооборудовать подводную лодку “Минога” и канонерскую – “Шквал” “с тем, чтобы к концу навигации оба судна можно было перевести в Либаву, а в течение зимы сделать на них не менее тысячи часов переходов при самых разнообразных состояниях моря и погоды” [19].

Иван Григорьевич последовательно отстаивал идею применения электродвижения на линкорах. Так, на заседании МТК 2 апреля 1911 г. он боролся против многочисленных ее противников, ссылавшихся на технические сложности, которых, конечно же, было немало [20]. В этом вопросе однозначно его поддержал лишь А.Н. Крылов¹³. И все же в тот период электродвижение на больших кораблях осуществлено не было.

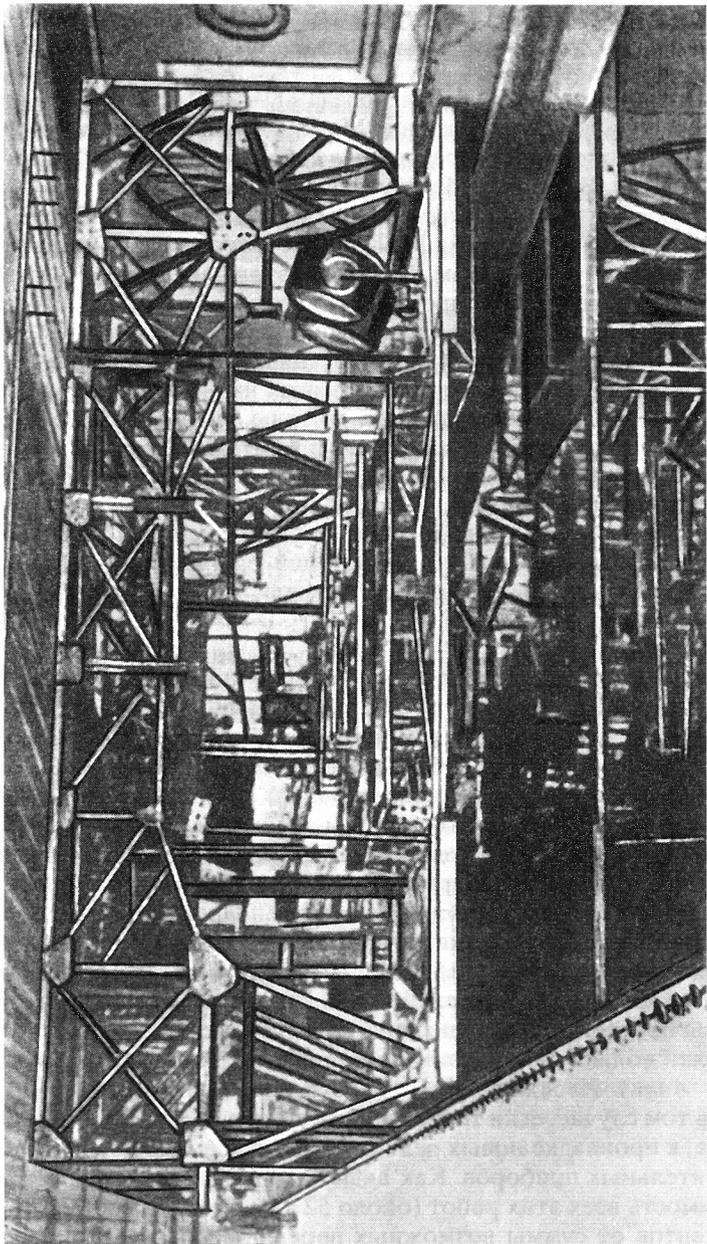
В создание линейных кораблей внесли вклад десятки авторитетных специалистов. Но на пути между замыслом принципиально нового корабля и его жизнеспособным проектом всегда есть качественный скачок. Инженер, принявший задачу создать такой проект, должен суметь взвешенно совместить множество противоречивых установок и, более того, предвидеть (или предчувствовать) последствия новых технических решений. А еще он должен суметь увидеть несуществующий пока корабль в целом, во всем его многообразии. В деятельности настоящего конструктора многое – от искусства. И.Г. Бубнов был наделен крупным конструкторским дарованием. В начале XX в. еще не было должности “главный конструктор корабля”, но Иван Григорьевич фактически действовал как главный конструктор основных кораблей возрождающегося флота России. Талант и организаторский дар многих русских конструкторов, среди которых первое место заслуженно принадлежит И.Г. Бубнову, способствовали тому, что страна смогла получить первоклассные по тем временам корабли.

Заведование Опытным Бассейном (1908–1914)

В годы руководства А.Н. Крылова (1900–1908) Опытный Бассейн превратился в научное учреждение Морского министерства, а небольшой штат его сотрудников представлял собой высококвалифицированный коллектив. Звеном в обеспечении наступающих преобразований флота явилось назначение в начале 1908 г. А.Н. Крылова начальником кораблестроительного отдела МТК. Требовалось найти ему преемника по руководству Бассейном. Важность этого выбора повышалось то обстоятельство, что проектирование новых кораблей и, прежде всего, линкоров привело к резкому расширению круга вопросов, требующих сложных экспериментальных исследований. Перед уходом в 1908 г. Крылов в особой записке изложил взгляды на его будущее развитие. По его мнению, следовало проводить не только работы с моделями, но и натурные испытания кораблей, исследования их свойств: мореходности, прочности корпуса и др. Он предлагал создание ряда испытательных и научных лабораторий, а также увязку работ с деятельностью морского полигона и Научно-технической лаборатории. Последнее позволило бы из проводимых ими испытаний “получать и необходимые для судостроения данные”. В начале февраля Алексей Николаевич рекомендовал на свое место И.Г. Бубнова [1]. В том же месяце это назначение состоялось.

Уже в 1907 г. испытания серии моделей линейных кораблей показали, что оборудование Опытного Бассейна устарело. Старая тележка не отвечала требованиям ни по равномерности движения, ни по максимальной скорости. В конце сентября 1908 г. И.Г. Бубнов в докладной записке [2] обосновал срочную необходимость перемен. Он писал, что потребная мощность механизмов новых кораблей, а стало быть, и их стоимость зависят от качества испытаний моделей, но устаревшие приборы и приспособления для буксировки допускают суммарную погрешность до 3% и более. “При переходе же от сопоставления модели к индикаторным силам – эта погрешность выражается огромным числом от 500 до 800 сил, ...указанная погрешность приборов может создать возможность переплат от 150–200 тысяч рублей за постройку броненосцев, что составляет свыше полумиллиона рублей только для первой серии из четырех судов (первые линкоры. – *Авт.*). Избежать возможности подобных переплат можно только в том случае, если теперь же приступить к переоборудованию бассейна, к прокладке новых рельсов и изготовлению новой тележки и измерительных приборов. Как видно из прилагаемой при сем сметы, стоимость всех этих работ (около 52 тыс. рублей) составит всего 10 процентов от суммы возможных переплат только за первую серию броненосцев” [2. Л. 1].

Через несколько месяцев Бубнов напоминает начальству [3]:



Буксировочная тележка конструкции И.Г. Бубнова

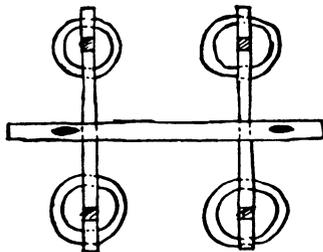
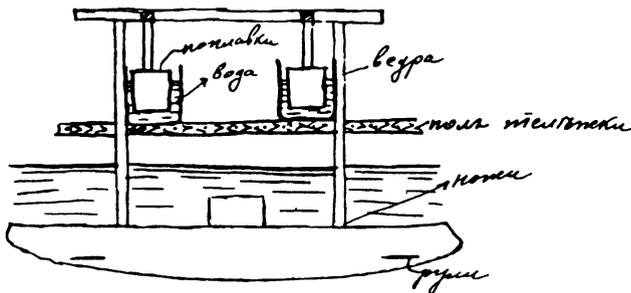


Схема устройства для испытания моделей лодок в подводном положении
Рисунок И.Г. Бубнова

“...старая тележка за время своей службы с 1893 года пришла в состояние такой ветхости, что дальнейшая работа на ней представляется уже опасной”. Было получено разрешение на постройку буксировочной тележки с электротягой. К середине июня 1910 г. И.Г. Бубнов составил технические условия, наметил необходимые схемы и эскизы узлов. Проектирование же и постройка тележки были организованы по конкурсу, в котором победил Северный механический и котельный завод (за Нарвской заставой), заявивший низшую цену. Однако изготовление затянулось, а готовую тележку быстро ввести в строй не удалось, так как обнаружались серьезные конструктивные недостатки. Лишь в октябре 1913 г. после переделок она была принята. К этому времени проложили и новый рельсовый путь. Приводилась она в движение электродвигателем с передачей на передние колеса, а ток снимался подвижными контактами с проводов, натянутых под потолок здания бассейна. На новую тележку перенесли аппаратуру и устройства, в том числе приставку для испытаний моделей лодок в подводном положении, построенную по замыслу И.Г. Бубнова еще в начале 1908 г. [4]. Сохранилась схема приставки¹, нарисованная И.Г. Бубновым [4. С. 95].

В подводном положении были испытаны модели подводных лодок “Минога” и “Акула”, а также малой лодки Г.Г. Бубнова и Д.Д. Филиппова. Результаты испытаний “Акулы” и особенно “Миноги” носили характер прогноза, так как лодки уже строились. Полученные результаты вскоре показали, что применяемый способ пересчета на натуре (как

для надводных кораблей) не вполне пригоден: на ходовых испытаниях обе лодки давали подводный ход на 1,5–2,0 уз. меньше заявленного. В 1909 г. И.Г. Бубнов провел буксировочные испытания двух серий моделей (типа “Акула”) для оценки роли удлинения корпуса и, отчасти, формы обводов – на сопротивление в подводном положении. Полученный материал был уникален. Л.Х. Казин отмечал, что во флоте только И.Г. Бубнов может знать, “какую форму должна иметь подводная лодка и какой мощности надо поставить на нее мотор, чтобы сообщить ей требуемую скорость” [5. Л. 12].

В эти годы воссоздания флота в Бассейне испытывалось большое число моделей линейных кораблей типа “Севастополь” и “Императрица Мария”, броненосных и легких крейсеров, миноносцев и подводных лодок.

В 1908–1910 гг. были получены данные о выгодности S-образных ватерлиний для образования носовых обводов крейсеров. Впервые они применялись² для корпусов кораблей типа “Светлана”, затем – броненосных крейсеров серии “Измаил”. Примерно в это же время был обнаружен благоприятный эффект при испытаниях модели с бульбовым образованием носа.

Опытный Бассейн при Бубнове привлекался к решению серьезных практических задач. Испытания линейного корабля “Андрей Первозванный” показали, что при больших ходах на волнении образующийся бурун поднимает тучу брызг, мешающих стрельбе из носовых орудий главного калибра. Под руководством Бубнова был составлен проект изменения носовой части, где вредное влияние буруна удалось свести к минимуму.

В конце 1913 г. морской министр И.К. Григорович при посещении завода общества “Руссуд” в г. Николаеве выразил пожелание, «чтобы образование носа легких крейсеров типа “Адмирал Нахимов” было аналогично таковому линейных кораблей типа “Императрица Мария”, а не с большим срезом...» [6. Л. 36]. Завод обратился с запросом к фирме “Джон Браун”, курировавшей постройку турбин. По ее заявлению результаты сравнительных испытаний моделей показали, что “изменение образования носа на полное приведет к увеличению мощности механизмов кругло на 2000 сил на валу...” [6]. Основываясь на английских данных, завод просил оставить нос крейсера без изменений. Материалы были направлены на заключение И.Г. Бубнову, который доложил: одну из присланных диаграмм, “относящуюся к чертежу с ледокольным образованием носа, я имел возможность сравнить с проведенными у нас испытаниями... – совпадение получилось превосходное” [7. Л. 35]. Правдоподобной представилась ему и вторая диаграмма. Но Иван Григорьевич посчитал своим долгом напомнить недавнюю историю, когда «в 1909 году при проектировании броненосца “Севастополь” инженеры фирмы “Джон Браун” относились весьма критически к ледокольному образованию носа, утверждая, что такой нос повышает сопротивление судна...» [7], и, стало быть, теперешняя их позиция противоречит прежней. Вопрос имел предысторию. Фирма “Джон Браун” гарантировала контрактную скорость линкора и была обязана своевременно предста-

вить теоретический чертеж его корпуса. Но время шло, а чертежа не было. Тогда А.Н. Крылов со свойственной ему решительностью указал взять за основу чертеж, уже разработанный Опытным Бассейном, где было заложено ледокольное образование носа. Поставив фирму перед фактом, Крылов добился утверждения русского чертежа. Все это имел в виду Иван Григорьевич, завершая свой рапорт [7] словами: "...является ли такое противоречие результатом каких-либо новых опытов этой фирмы или продиктовано иными соображениями – я сказать не могу".

Сказанное оттеняет эпизод, когда в 1916 г. представитель английской фирмы "Блэк" прислал в министерство теоретический чертеж корпуса линкора, обводы которого, по его утверждению, превосходили все достигнутое. Испытания в Бассейне построенной по этому чертежу модели показали, что "Севастополь" при равном водоизмещении и почти одинаковых размерениях имеет преимущество во всем диапазоне скоростей; при максимальных же ходах выигрыш доходил до 10%. В заключение отмечалось: "...по вопросу наиболее выгодных образований судна английская фирма знает меньше нас или умышленно вводит нас в заблуждение" [8. Л. 259].

Под руководством И.Г. Бубнова Опытный Бассейн приобрел известность как "наиболее точный и аккуратный из всех бассейнов Континента". Такая оценка его работы сопровождала просьбу фирмы "Виккерс" об испытаниях модели монитора для Южной Америки [9], обводы которого носили "экстраординарный характер". В марте 1912 г. И.Г. Бубнов представил результаты испытаний.

Начиная с 1910 г. в Бассейне стали проводить испытания моделей коммерческих судов, первой стала модель пассажирского парохода Сормовского завода для общества "Кавказ и Меркурий". Бубнов просил разрешения провести испытания за казенный счет "ввиду интереса, представляемого результатами испытаний подобного типа мелкосидящих судов для целей самого Бассейна..." [10]. В январе 1911 г. провели буксировки модели парохода для плавания по Северной Двине [11]. В целом же таких работ было немного, так как коммерческое судостроение в России развито было слабо.

Некоторое представление о нагрузке завода буксировочными испытаниями дает кварталный "Перечень очередных работ..." [12]. В нем перечислены испытания трех моделей подводных лодок, трех – крейсеров разных типов и модели катера.

И.Г. Бубнов организовывал и проводил натурные испытания кораблей. Характерными стали прогрессивные испытания крейсера "Кагул" Черноморского флота. Еще в 1909 г. А.Н. Крылов предложил: "...ввиду предстоящих испытаний быстроходных миноносцев и строившихся наших первых дредноутов провести в Черном море, на Лукулльской мерной миле, испытания влияния глубины на волновое сопротивление"³ [13. С. 365]. Было решено проводить опыты в августе 1910 г. [14], но заводу потребовалось много времени на приобретение и доработку самопишущих индикаторов, регистрирующих давление в цилиндрах паровых машин. По докладу Бубнова, опыты были перенесе-

ны. В середине мая 1911 г. И.Г. Бубнов, В.В. Таклинский, С.В. Вяхирев и Б.П. Зеленецкий выехали в Севастополь.

Рельеф морского дна в районе мыса Лукулл позволял проведение опытов на разных глубинах, что давало возможность определить потерю скорости при плавании по мелководью (в прочих сходных условиях). Мерная линия имела три поперечных створа, оборудованных береговыми знаками. Первая серия пробегов корабля на разных скоростях была произведена на глубине около 20 м, вторая – при тех же числах оборотов машин – на глубине 60 м. Замерялись скорости хода крейсера, число оборотов гребных валов и индикаторное давление в каждом из цилиндров обеих машин корабля. Вначале июня И.Г. Бубнов доложил о завершении испытаний. Из доклада следует, что работа была объемной, приходилось делать “от четырех до шести пробегов для каждой скорости, в зависимости от состояния погоды, число неудачных пробегов было весьма значительно” [15. Л. 56]. Ниже Иван Григорьевич отмечал, что испытания задержались по следующим причинам: “1. Сложность самой постановки опытов с 8-ю непрерывно пишущими индикаторами. 2. Отсутствие подготовки команды крейсера к большим ходам” [15]. Результаты испытаний были обработаны С.В. Вяхиревым и затем опубликованы отдельным изданием [16].

В годы руководства Бубнова получил развитие вопрос об испытаниях моделей кораблей с гребными винтами, целью которых было определение надлежащих размеров и расположения винтов. По его словам, вопрос этот “принадлежит к числу таких, по отношению к которым чистая теория может дать лишь общие, в большинстве случаев – недостаточные указания” [17]. Подобных систематических испытаний Бассейн не проводил, поэтому при решении вопроса о размещении винтов на броненосных крейсерах типа “Измаил” пришлось сделать заказ бассейнам в Германии, куда были командированы В.И. Юркевич и Я.М. Хлытчиев. Испытания моделей с винтами выполнялись тогда по схеме Фруда⁴. Однако И.Г. Бубнов к этому способу относился скептически: “...когда огромное увеличение размеров и скоростей судов заставило нас перейти на еще более мелкие масштабы моделей..., а число судовых винтов возросло до четырех, способ Фруда является уже совершенно ненадежным...” [17].

Напрямую задачу можно было бы решить подбором винтов при испытаниях построенного корабля (что было, кстати, предусмотрено контрактом с фирмой “Джон Браун” для “Севастополя”), но Иван Григорьевич считал этот способ чрезмерно дорогим⁵, кроме того, неудачное расположение гребных валов было бы неустранимым.

В докладной записке [17] он отмечал “промежуточный” способ, при котором испытания проводятся в естественных водоемах с моделями сравнительно большого масштаба (от 1/16 до 1/6), снабженными собственными двигателями. Способ этот, тоже сравнительно дорогой (испытания одной модели от 5 до 10 тыс. рублей в сезон), давал достаточно точные результаты. “В наших северных озерах (в Сестрорецке, в Финляндии) по моим наблюдениям можно рассчитывать на 120–150 рабочих часов в год в течение примерно 10 недель близ летне-

го солнцестояния” [17]. В этой записке И.Г. Бубнов предлагал создать станцию для испытания самоходных моделей, для чего следовало начать поиски пригодного места.

В середине мая 1913 г. он докладывает в ГУК [18] результаты. К этому времени были обследованы озера: Сестрорецкий разлив, Сула-Ярви (Нахимовское), Каук-Ярви (Большое Симагинское у г. Зеленогорска), Копенское (район Капорской губы на южном берегу Финского залива) и др. Наиболее подходящим оказалось оз. Сула-Ярви в 70 км от С.-Петербурга. Сравнительно узкое, но глубокое озеро длиной свыше 5 миль, расположенное удобно относительно господствующих ветров – все это позволяло рассчитывать в течение лета на 80–100 час. погоды, пригодной для испытаний [18].

Стоимость всех работ по оборудованию станции, включая покупку участка земли и строительство, составила бы около 70 тыс. руб. Для начала предполагалось построить модель линейного крейсера типа “Измаил” и эсминца, стоимость которых была 3–4 тыс. руб. С учетом ежегодных расходов на содержание станции (около 27 тыс. руб. [18]), ясно, что ее создание и проведение одного рабочего сезона обошлось бы несколько дороже лишь одного комплекта сменных винтов “Севастополя”.

ГУК согласился с доводами И.Г. Бубнова, и подготовленное представление в марте 1914 г. было направлено в Государственную думу. Однако после начала война кредиты стали выделять только на первоочередные военные нужды, и строительство станции не состоялось⁶.

Одним из важных вопросов постройки новых кораблей и, прежде всего, линкоров был выбор стали для корпуса, так как постройка из обыкновенной стали вызвала бы недопустимый рост водоизмещения. Однако высокопрочные стали имели не вполне стабильные характеристики, что требовало организации контрольных испытаний и улучшения методов приемки. В этот же период И.Г. Бубнов внедрил новые методы расчетов и впервые разработал систему нормирования, где значительную роль играл предел вытягивания стали (предел текучести). Этот показатель тогда систематически не определяли. С учетом новых требований стало необходимо уточнение механических свойств сталей и иных судостроительных материалов. Эти задачи были возложены на единственное исследовательское учреждение флота – Опытный Басейн. Как нельзя более кстати пришлось то обстоятельство, что И.Г. Бубнов был крупнейшим специалистом в области прочности.

В начале ноября 1908 г. в докладе “О нормах, допускаемых напряжений в различных судовых конструкциях” [19] И.Г. Бубнов изложил результаты крупных экспериментальных работ в механической лаборатории Политехнического института⁷. Эти исследования стоило продолжить.

В декабре 1908 г. Иван Григорьевич предлагает устроить Центральную испытательную станцию. Он указывал, что для определения “предела вытягивания” требуются более точные машины и квалифицированный персонал. Кроме того, постройка кораблей большого водоизмещения выдвигает потребность опытного решения специальных задач “из области прикладной теории упругости”; среди задач станции: выработка точных методов приемки материала и контроля его качест-

ва, изучение свойств материалов и проведение экспериментальных исследований прочности конструкций [20. Л. 9]. Сметная стоимость станции и при ней химической лаборатории составила около 66 тыс. руб. Средства были отпущены. Лаборатории разместили в одноэтажном здании рядом с Бассейном соединив их крытым переходом. Заведование станцией было поручено инженеру-технологу А.М. Тихомирову, там же стал работать инженер-металлург Б.П. Зеленецкий. В течение 1910–1911 гг. получали и устанавливали оборудование, среди которого были горизонтальная и вертикальная разрывные машины на 50 т, уникальный 500-тонный пресс, маятниковый копер, оборудование металлографической лаборатории, ряд других машин и приборов.

Важной задачей новой лаборатории стала контрольная проверка испытательных машин металлургических заводов, поставляющих прокат для военного судостроения. Что такой контроль был совершенно необходим, сразу же показала практика: при выборочных испытаниях стали повышенного качества для линкоров обнаружилась разница с заводскими данными. В конце 1910–1911 гг. А.М. Тихомирову и Б.П. Зеленецкому пришлось выезжать для проверки машин на заводы: Южно-Днепровский, Никополь-Мариупольский, Кулебакский Донецкого общества в Дружковке, Екатеринославский, а также на с.-петербургские заводы – Обуховский, Ижорский и Невский [21, 22].

В 1910 г. И.Г. Бубнов добился того, чтобы “приемным комиссиям и наблюдающим инженерам, принимающим сталь на различных сталепрокатных заводах, ...отделять из испытываемых ими планок одну десятую часть и доставлять эти планки в Опытный Бассейн вместе со всеми результатами, полученными ими при заводских испытаниях...” [23. Л. 92]. В течение последующих лет станцией было испытано около 2000 образцов корпусной стали для линейных кораблей и подводных лодок.

Одновременно с испытательной станцией создавалась и механическая мастерская, станочный парк, который обеспечивал обслуживание и ремонт установок Бассейна, а также изготовление несложного оборудования и приборов.

В 1910 г. механический отдел МТК предложил создать специальную испытательную лабораторию для нужд судового машиностроения. Практически, по составу оборудования она стала бы дублировать лабораторию Опытного Бассейна. В ноябре 1911 г. Бубнов предлагает “делать Центральную лабораторию при Бассейне, ...в число задач которой войдут и практические испытания главных и вспомогательных механизмов, как на изготовляющих их заводах, так и на плавающих судах нашего флота” [24. Л. 131]. Было решено постепенно развивать лабораторию при Бассейне, чтобы она смогла обслуживать все отделы МТК. К 1913 г. в Бассейне, кроме буксировочных, производятся механические испытания материалов, металлографические и металлургические испытания, анализы газов, воды, руд и минералов, стекла, кожи, масел и др. [25. Л. 12]. Опытный Бассейн получает много заказов. Для упорядочения их оплаты И.Г. Бубнов предлагает установить таксу по видам работ, что и было осуществлено в марте 1913 г. [26].

Масштабность стоящих перед Бассейном задач потребовала пересмотра его Положения и штата (действовало Положение 1896 г.). Прежде всего, “состоящий при С.-Петербургском порту Бассейн для производства опытов по постройке судов” следовало прямо подчинить МТК, а также “узаконить” сложившееся многообразие работ, совершенно не укладывающихся в узкие рамки действующего Положения⁸, стеснявшего дальнейшие инициативы.

В конце 1910 г. И.Г. Бубнов и А.Н. Крылов подготовили проект нового документа. Задачами Опытного Бассейна были определены: “а) выработка наивыгоднейших форм и размеров судовых корпусов и двигателей для судов военного флота и определение достаточной для заданных скоростей мощности двигателей посредством опытов с моделями; б) разработка различных вопросов, относящихся к мореходным качествам судов, путем научно поставленных опытов как над моделями, так и над самими судами; в) экспериментальные исследования различных конструкций судового корпуса и деталей его как лабораторным путем, так и на самих постройках, с целью определения наивыгоднейших размеров их; г) исследования строительных материалов в целях использования успехов металлургии для судостроения, а также и контрольные испытания материалов, употребляемых для находящихся в постройке судов; д) исследование вопросов, относящихся к правильному конструированию и эксплуатации судовых двигателей; е) научно обоснованные испытания, построенных судов по отношению к их корпусам и двигателям” [27. Л. 161].

Этот перечень задач убеждает, что Бассейн превратился в самостоятельное научное учреждение. Положение и новый штат были утверждены 19 июня 1911 г. [28]. В последующие годы в Бассейне работали около 40 человек, из них 8–10 ученых и инженеров. Ближайшими помощниками И.Г. Бубнова были В.В. Таклинский, С.В. Вяхирев и А.М. Тихомиров.

Технический отчет С.В. Вяхирева об испытаниях “Кагула” стал не единственным печатным трудом, вышедшим из стен Опытного Бассейна. И.Г. Бубнов подготовил к печати рукопись “Строительная механика корабля”. Об этом вспоминал А.И. Маслов [29], которому позднее удалось познакомиться с бумагами Бубнова, оставшимися в Бассейне.

“Строительная механика корабля” была отпечатана типографией Морского министерства за казенный счет тиражом (каждой части) 400 экз. [30, 31]. Книга пользовалась большим спросом, и вскоре тираж был распродан целиком. В те времена в Морском министерстве существовал неплохой порядок – рассылать вновь изданные специальные книги по профессиональной принадлежности. Таким образом, монографию Бубнова получили не только библиотеки заводов и учреждений, но и очень многие корабельные инженеры на местах, занимавшие должности по Морскому ведомству.

В 1911 г. редактирование “Морского сборника” было передано МГШ, и возникло опасение, что журнал перестанет помещать технические статьи. Председатель Общества морских инженеров (в Кронштадте) генерал-майор Хлестов предложил издание журнала “Морской ин-

женер”, посвященного разработке вопросов военно-морской техники. Его доклад попал на отзыв и к Бубнову. Иван Григорьевич писал [32], что журнал мог бы состоять из официальной части, где печатались бы несекретные постановления ГУКа, а также материалы подведомственных ему учреждений, и куда Опытный Бассейн “мог бы дать 5–6 печатных листов ежегодно”. В неофициальной же части могли помещаться технические статьи, морская хроника и др. Бубнов отмечал, что “при весьма слабом развитии нашей технической жизни надлежащая постановка этих отделов представляет огромные трудности” [32], которые легче будет преодолеть при издании журнала в Петербурге, чем в Кронштадте, возложив его на одно из центральных учреждений министерства. Несмотря на незначительность потребных ассигнований (6000 руб. в год – содержание среднего чиновника), открытия столь нужного для флота журнала добиться не удалось.

Иван Григорьевич бережно относился к творчеству своих молодых коллег, разумеется, если дело того заслуживало. Он вообще избегал исключаящих, огульных оценок. Получив на отзыв в январе 1914 г. конкурсную записку корабельного инженера Н.К. Арцеулова “О новой форме носовых обводов кораблей” [33], разобравшись по существу и отсеяв немало “пустой породы”⁹, он предлагает проверить в Бассейне “утверждение г. Арцеулова о выгоде для некоторых скоростей затупленных в оконечностях обводов; как приведенные им данные, так и имеющиеся в нашем Бассейне дают некоторую надежду на возможность понижения сопротивления воды...” [34. Л. 2]. Программу опытов И.Г. Бубнов предлагает выработать совместно с автором записки.

В это же время он получил статью А.И. Маслова об устойчивости пластины на упругом опорном контуре и вскоре дал отзыв о высокой ценности работы, которая “дает возможность рассчитать одну из новейших и многообещающих конструкций днища. Такого рода работы для наших инженеров являются, к сожалению, весьма редким исключением, и поэтому несомненно заслуживают как напечатания в виде отдельной брошюры, так и самого щедрого награждения премией” [35. Л. 1].

Еще в 1912 г., вскоре после ухода с Балтийского завода, И.Г. Бубнов сделал попытку оставить службу в Опытном Бассейне, но не получил согласия министра. “Мой уход из Бассейна представляется несвоевременным, так как заказанное мною новое оборудование Бассейна еще не готово, и Министерству нужно иметь лицо, ответственное за возможные ошибки в этом заказе... В начале 1914 г., когда оборудование Опытного Бассейна в наиболее важных частях было закончено, я оставил службу в нем; в это же время я имел удовольствие отказаться от весьма лестного и выгодного в служебном отношении предложения, сделанного мне адмиралом Муравьевым” [36]. С большей долей уверенности можно отметить, что И.Г. Бубнову был предложен пост начальника кораблестроительного отдела ГУКа¹⁰ вместо уходящего в отставку Н.Н. Пуцина.

После ухода И.Г. Бубнова заведовать Опытным Бассейном стал В.В. Таклинский.

Работа в Морской академии и общественных организациях (1914–1919)

Иван Григорьевич очень любил, особенно на отдыхе, составлять и решать головоломные математические задачи. Одна из них, обнаруженная среди черновых материалов И.Г. Бубнова, приведена в Приложении 4 (публикуется впервые). Он отдыхал – работая, меняя лишь предмет занятий. “Нет без усиленного трудолюбия ни талантов, ни гениев”, – утверждал Д.И. Менделеев.

Взыскательность к себе – спутница истинного творца – сочеталась у И.Г. Бубнова с уверенностью в своих силах, в своем призвании. “Есть маленький участок человеческой деятельности, где я тоже всемогущ... (я смотрю через головы других и редко ошибаюсь)” [1]. Человек, который рискнул так написать, явно верил в то, что “много званых, но мало избранных”, и сам он – из числа последних. “Грехом” Ивана Григорьевича было его презрительное отношение к посредственности, тогда как многие таланты к ней снисходительны.

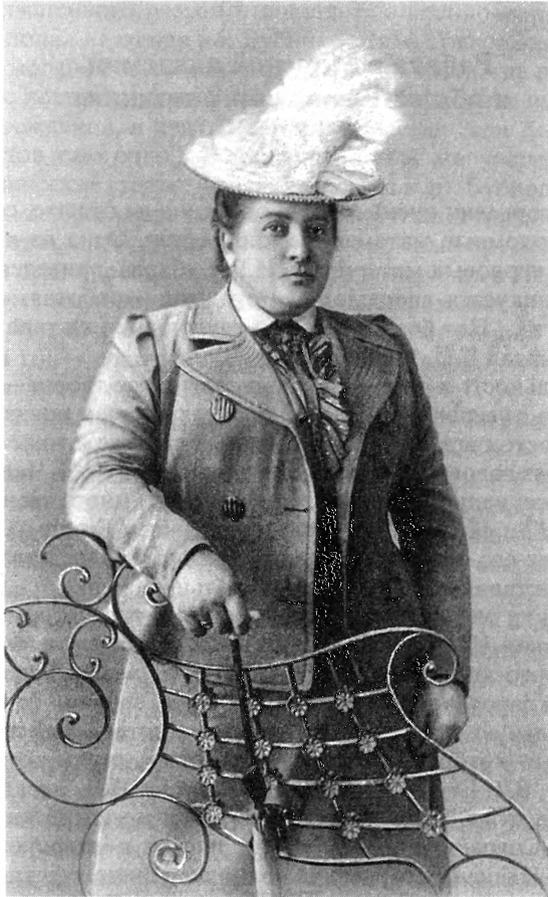
В обращении он мог быть и спокойным, и резким, а мог – и язвительно ласковым. Не признавал авторитета положения и, считая себя правым, с любого совещания мог уйти, хлопнув дверь. Ревностно относился к чужим дарованиям, но при этом уважал и ценил того, в ком видел действительную силу интеллекта и мастерства. Известны щедрые характеристики, которые он давал некоторым своим сотрудникам – А.Н. Асафову, В.Т. Струнникову, Д.С. Лихачеву, П.В. Белкину и др.

Он не был чужд “богоискательству” (как и многие интеллигенты его времени). Сохранившийся черновик письма к митрополиту [1] показывает, что Ивана Григорьевича волновали философские вопросы – сочетание добра и зла в человеческой природе, проблема воспитания доброго в людях.

Некоторые черты его характера принесли ему много недоброжелателей, тем более что он обычно называл вещи своими именами, встречаясь с косностью и невежеством. Возможно, здесь кроются корни популярности в прошлом и дошедших до нашего времени историй о некоей “алчности” И.Г. Бубнова, о его себялюбии и др. Некритически воспринимаемые, они служили видимым основанием для того, чтобы не вспоминать лишний раз о его заслугах. Лишь в конце 1940-х годов известная кампания по утверждению национальных приоритетов оживила интерес к его имени.

И.Г. Бубнов не был ни аскетом, ни бессребренником. Но любя жизнь, он знал действительную цену и комфорта, и своего труда. И как бы много он ни зарабатывал в разные периоды своей жизни – в быту Иван Григорьевич оставался неизменно скромным.

Дом Бубновых не был “открытым”, супруги не любили официальных визитов и не входили в чей-либо домашний или иной “круг”, ограни-



**А.А. Бубнова. Начало 1910-х годов.
Публикуется впервые**

чиваясь общением с родственниками и немногими профессионально близкими Ивану Григорьевичу людьми. При этом семья отнюдь не замыкалась в своем внутреннем мирке. Анастасия Алексеевна очень любила детей, на Рождество, а нередко и по другим поводам, в доме устраивались праздники для детей родственников и знакомых. Принимал в них участие и Иван Григорьевич. Располагался обыкновенно в стороне и следил за играми детей, подавая иногда смешные реплики. Вообще он всячески поощрял “попечительскую” деятельность супруги. Своих детей у Бубновых не было, много времени и сердца они отдавали воспитанию племянницы Нины – одной из дочерей брата Анастасии Алексеевны, Дмитрия Алексеевича Шапиро. Девочка стала их “названной” дочерью, подолгу жила в семье Бубновых, ездила вместе с ними в Крым, Нижний

Новгород и даже за границу. Благодаря Нине Дмитриевне Шапиро мы знаем сегодня немало интересного о личной жизни Ивана Григорьевича.

Супруги Бубновы поддерживали отношения с матерью Ивана Григорьевича и другими нижегородскими родственниками. Большая дружба связывала их с сестрой Ивана Григорьевича, Варварой (в замужестве – Пестовой). Не раз они отдыхали вместе в Крыму.

Если в доме Бубновых собирались гости, их обычно угощали за дубовым обеденным столом, заказанным в свое время по эскизу Ивана Григорьевича. Его размеры позволяли удобно располагать на нем кораблестроительные чертежи, особые полки и ящики по бокам стола служили для их хранения. Над столом висела большая бронзовая люстра с несколькими электрическими лампами, ее можно было поднимать и опускать.

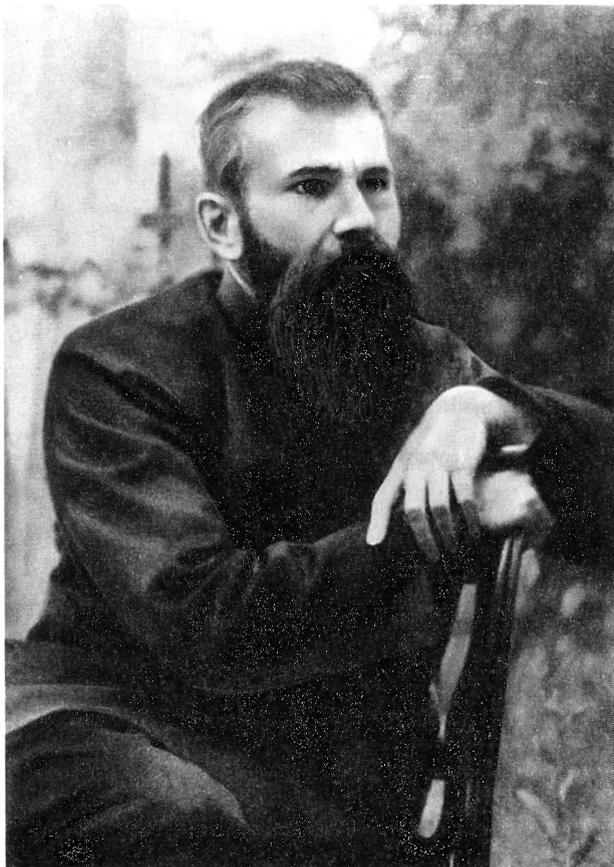
Иван Григорьевич и дома много работал, в основном, вечером в своем кабинете. Обычно ровный и обходительный в обыденной жизни, при обдумывании каких-либо сложных тем он становился иногда нетерпимым: мог запросто оборвать на полуслове и даже выставить из кабинета. Такие минуты надо было угадывать и его не отвлекать.

Супругов Бубновых связывали глубокие, доверительные и даже трогательные отношения. Иван Григорьевич разделял увлечения жены, ему нравился установленный уклад дома, он поощрял и ее слаботи, среди которых – пристрастие к безделушкам. В доме была собрана коллекция фарфоровых, бронзовых и костяных вещиц; некоторые из них даже по тем временам представляли большую ценность. Иван Григорьевич говорил близким, что созданный женой домашний мир очень помогает ему жить и работать.

О внутреннем мире И.Г. Бубнова в наши дни можно судить и по многим сохранившимся отрывкам его литературных “опытов” [2]. Один из них – эмоционально насыщенный диалог провинциальной актрисы Нины Сергеевны (госпожи Пальминой) со своим другом, человеком иного круга. Решается ее судьба: она должна уйти в его мир, оставив



**Н.Д. Шапиро.
1930-е годы.
Публикуется впервые**



**И.Г. Бубнов. 1910–1913 гг.
Публикуется впервые**

свой... Или – эпизод знакомства в Лондонском кафе интеллигента-иностранца с поразившей его воображение танцовщицей... В обоих отрывках чувствуется некая общность – встреча людей, принадлежащих к разным кругам общества. Несомненно, Ивана Григорьевича волновала психология этой ситуации. Вполне возможно, что здесь звучат автобиографические мотивы. Конечно, приведенное выше – это только “щелочка” в его мир, и откроется ли она когда-нибудь шире – кто знает?

В 1914 г. в кораблестроительном отделе НМА закончили первый курс инженеры, которым довелось обучаться у И.Г. Бубнова последними. Среди них были П.Г. Гойнкис, А.Я. Грауэн, С.Т. Яковлев¹ и А.Н. Щеглов. С началом войны все слушатели Академии были возвращены в свои части или получили иные назначения. Несмотря на прекращение учебной деятельности для продолжения методической и научной работы в Академии была оставлена группа наиболее опытных

преподавателей (в кораблестроительном отделе – А.Н. Крылов и И.Г. Бубнов). Иван Григорьевич был избран членом эвакуационной комиссии: Академия готовилась к переезду в глубь страны.

В это же время он возвратился на Балтийский завод консультантом технического бюро и Отдела подводного плавания, желая быть полезным при достройке корабля и подводных лодок своих проектов. Позднее (в ноябре 1918 г.) он указал в анкете, что “разработал проекты для 48 кораблей², построенных для Русского Флота” [3. Л. 218].

В феврале–марте 1916 г. по просьбе П.Ф. Вешкурцева Иван Григорьевич работал в комиссии по пересмотру учебных программ Морского инженерного училища (МИУ). Сохранился автограф составленной им программы по проектированию судов [4], включающий разделы по теории корабля, строительной механике, расчетам систем. В программе отражены и вопросы истории развития броненосных, минных и специальных судов. Ширина его инженерного диапазона удивляет: в марте он получил на отзыв [5] программу курса электротехники.

Весной 1916 г. “за выслугу 25-летия по учебной службе”³ И.Г. Бубнову назначается учебная пенсия, разумеется, он продолжает активную деятельность. В августе Иван Григорьевич вновь приступил к чтению лекций по строительной механике корабля и проектированию, поскольку в Академии были возобновлены занятия в кораблестроительном отделе. Слушателями стали офицеры, закончившие в 1914 г. первый курс, хотя вернулись к занятиям не все из них. В середине октября И.Г. Бубнов был представлен Конференцией к званию заслуженного профессора [6] и в ноябре Высочайшим приказом по Морскому ведомству утверждён в этом звании.

Преподавая в Академии в течение 20 лет, он стал одним из самых авторитетных ее деятелей. К этому времени в его послужном списке [7] отмечено: “Имеет ордена Св. Владимира 3-й и 4-й ст.; Св. Анны 2-й и 3-й ст.; Св. Станислава 1-й, 2-й и 3-й ст. ...”; награжден он также медалями и памятными знаками. На обложке книги помещена фотокопия портрета генерал-майора И.Г. Бубнова периода 1916–1917 гг.

В апреле 1915 г. группа недавних выпускников кораблестроительного отделения Политехнического института организовала Союз морских инженеров. В августе И.Г. Бубнов, А.Н. Крылов, С.П. Тимошенко и еще некоторые профессора были избраны его почетными членами. Иван Григорьевич не раз участвовал в заседаниях Союза. В мае 1916 г. он дважды выступал с докладами, обе статьи были опубликованы в первом выпуске “Ежегодника Союза морских инженеров” [8, 9]. В конце июня 1918 г. И.Г. Бубнов выступил по докладу Н.К. Арцеулова “Современное состояние вопроса о деревянном судостроении в России” [10].

В революционные годы условия работы Союза, в котором уже состояло более 200 инженеров*, осложнились, особенно издательская деятельность. Причины этого ясны. Организация, состоявшая сплошь из “бывших”, не могла быть терпима новой властью. Вполне отчетливые

* В том числе корабельный инженер М.А. Олигер – дальний родственник И.Г. Бубнова.

следы этого содержатся в одном из протоколов заседания Морского совещания [11]. Союз морских инженеров охарактеризован здесь как “организация, не признанная Всероссийским советом профессиональных союзов, построенная не по производственному принципу и весьма малочисленная...”. Ликвидация Союза, последовавшая во второй половине 1918 г., была неизбежной.

Вернемся к зиме 1917 г. Февральскую революцию И.Г. Бубнов встретил с энтузиазмом. Как и многие его современники, он верил и надеялся, что она оздоровит и оживит Россию. Но... надо было что-то делать. В начале марта 1917 г. в Петрограде создаются Общество корабельных инженеров (И.Г. Бубнов избирается председателем) и Общество инженеров-механиков. Вот как описывает это Иван Григорьевич: “Около 2-х недель назад, 7 марта, группа корабельных инженеров в 57 человек собралась в здании Нового Адмиралтейства, где еще были видны следы разгрома толпы, ворвавшейся во время сдачи протопоповской банды. Конечно, среди инженеров чувствовалось смущение, смысл разыгравшихся событий был еще не для всех ясен, но всем было очевидно, что нужно что-то сделать как можно скорее, сейчас же... и мы решили соединиться в Общество корабельных инженеров” [12]. Через две недели был принят устав нового общества, и возникла идея объединения с механиками. Иван Григорьевич, делегированный на заседание Общества инженеров-механиков, 21 марта обращается к присутствующим: “Нам нужно было обсудить прошлое, осмыслить то, что лежало позади нас... Нам нужна новая организация для правильного использования технических сил. Пойдемте вместе, господа... Соединение не удвоит наши силы, оно удесятерит их. И вместе мы легко сумеем создать те новые условия, при которых возможна настоящая плодотворная работа, которой мы хотим и которая нужна флоту в это тяжелое время” [13].

Резолюция Общества корабельных инженеров была принята на совещании 19 и 21 марта 1917 г.: “Имея одной из главных задач освещение существующих недочетов, а также разработку различных мер для их устранения, образовавшиеся Общества корабельных инженеров и инженеров-механиков привлекают к своим работам широкий круг лиц, трудящихся для нужд военного судостроения, надеясь, что результаты такой работы будут полезны Правительству в ближайшем будущем реформ. Кроме того, Общества считают своим первейшим долгом просить Морского министра о назначении, как только окажется возможным, ревизии Морского ведомства в связи с осуществлением им Малой судостроительной программы, а также и заказов, сделанных во время войны” [14].

В конце 1917 г. Петроградским Обществом корабельных инженеров было предложено создать Всероссийскую организацию. Инициатива была поддержана, и в январе 1918 г. созывается первый съезд “Союза корабельных инженеров”, на котором И.Г. Бубнов избирается председателем Союза.

В анкете, составленной во второй половине 1918 г., Иван Григорьевич относит себя по профессиональной принадлежности к Союзу ко-

рабельных инженеров [15]. Впрочем, дальнейшая жизнь и этого Союза “бывших” оказалась недолгой.

Заметим, что Верховная следственная комиссия Временного правительства, вскрывшая злоупотребления в деятельности Морского министерства при выполнении судостроительных программ, претензий к Бубнову не выдвинула; это подтверждает выданное Морской академией 18 августа 1917 г. удостоверение, что “означенный генерал-майор права на пенсию не лишен...” [16].

Весной 1918 г. произошли события, для описания которых обратимся к воспоминаниям Ф.К. Дормидонтова [17]. В апреле он был арестован как бывший социалист-революционер и содержался в подвалах ВЧК на ул. Гороховой, 2. После Ледового похода кораблей Балтфлота руководство ВЧК предложило Федору Константиновичу как морскому инженеру-подводнику возглавить ремонт лодок. Он отказался, ссылаясь на свою молодость и отсутствие на заводах опытных корабельных инженеров, большинство которых были арестованы. Тогда ему разрешили взять трех корабелов из лагеря ВЧК в с. Медведь Новгородской губернии, выбрав по спискам. Ознакомившись с документами, Федор Константинович сразу же назвал И.Г. Бубнова и П.Ф. Папковича, а по приезде в лагерь, встретив там А.Н. Щеглова, забрал и его. По прибытии в Петроград Бубнов снова оказался в стенах Морской академии.

В мае, по запросу СНК он составил справку о возможности перевода на Каспий малых подводных лодок. Это было осуществлено в конце того же года под руководством его сотрудников по Балтийскому заводу К.И. Руберовского, П.В. Белкина, В.Ф. Попова и Ф.К. Дормидонтова.

Революционные “издержки” не раз еще коснутся Ивана Григорьевича. В начале февраля 1919 г. он был “обложен чрезвычайным революционным налогом” в сумме одного миллиона рублей (при зарплате в академии около 1,5 тыс.!). Любопытно написанное им по этому поводу ходатайство, приводимое в Приложении 5 с незначительными сокращениями.

В конце мая 1918 г. в Петрограде проходила Политехническая конференция, целью которой было “наметить пути к осуществлению распространения профессиональных знаний и умения в народе, диктуемых требованиями жизни” [18]. От технических отделов Академии были избраны делегаты и участвовали в работе конференции И.Г. Бубнов и В.П. Мадисов [19].

Следует сказать об обстановке, складывавшейся в то время в стране и особенно ощутимой в Петрограде. Кратко ее можно обозначить как дезорганизацию всей общественной жизни. Тяжелое наследство войны и двух революций. Аресты и высылки лиц по признаку “классовой” принадлежности, взятие заложников. Развал экономики, усугубленный разгромом частного сектора, национализациями и принудительным администрированием. Как следствие – инфляция и дороговизна, нехватка не только продовольствия и топлива, но и буквально всех предметов первой необходимости. Голод и эпидемии. Выжить могли

только те, кто получал пайки. Профессионалы, чей труд еще пользовался спросом, пытались совмещать работу в нескольких местах.

В июле Иван Григорьевич привез из провинции мать, кормить предстояло семью из трех человек [15, 20]. Помогал он и семье брата, еще в 1915 г. переехавшей из Ревеля в Петроград. В 1918 г. И.Г. Бубнов стал преподавать в Морском инженерном училище. В мае он работал в комиссии по защите дипломных проектов выпускников [21], среди которых был В.Г. Власов. В октябре МИУ было расформировано, но последний курс – “старший выпуск” – оставили для завершения образования. В конце октября Иван Григорьевич был назначен “преподавателем по частному обязательству” при старшем выпуске [22]. Он работал вместе с И.С. Горюновым, В.П. Мадисовым и А.И. Погодиным [23]. Продовольственное снабжение города ухудшалось; в декабре, по ходатайству заведующего старшим выпуском А.И. Погодина, преподавателей по частному обязательству разрешили зачислять “на порцию воспитанников бывшего Морского инженерного училища с надлежащей платой за оную” (т.е. получение платного дополнительного пайка) [24. Л. 39].

С 1918 г. И.Г. Бубнов преподавал высшую математику в Петроградском Географическом институте⁴, “где имел совершенно новую аудиторию, отличную от прежних и, несмотря на это, пользовался заслуженным успехом” [25. Л. 5].

В Академии после Октябрьской революции сложилось трудное положение с кадрами преподавателей. Оно было вызвано тем, что “некоторые из бывших в Академии до войны профессоров и преподавателей погибли во время войны или не вернулись в Академию... заместить их совершенно некем...” [26. Л. 240]. Иван Григорьевич работал с большой перегрузкой. В январе 1918 г. он вел два дополнительных предмета [27].

В конце апреля 1918 г. закончили курс слушатели кораблестроительного отдела НМА набора 1913 г. Среди выпускников – П.Г. Гойнкис и С.Т. Яковлев, в дальнейшем активно участвовавшие в строительстве Красного флота.

Много лет спустя, уже пожилым человеком, оформляя список своих трудов, П.Г. Гойнкис вспоминал [28]: “Во время пребывания в Морской академии мной под руководством покойного проф. Бубнова И.Г. проведено несколько исследовательских работ (определение коэффициентов сопротивления в уравнениях качки корабля на волнении, определение напряжений в листах обшивки корабля с приклепанным уголком и другие)”. По окончании Академии П.Г. Гойнкис по рекомендации Бубнова был назначен помощником инспектора классов (деканом) кораблестроительного отдела МИУ [29].

После выпуска корабелов, со второго полугодия учебная деятельность Академии была приостановлена по причине “сокращения государственных расходов до предела крайне необходимых”, – так об этом было сказано в приказе Н.Л. Кладо. Научная деятельность Академии продолжалась [30], при ней была оставлена группа наиболее авторитетных профессоров. В середине июля начальник Академии уведомил



**А.Н. Крылов (сидит – третий слева) и И.Г. Бубнов (сидит – второй слева)
с выпускниками кораблестроительного отдела НМА.
1918 г. Фонд музея ВМА**

заслуженного профессора Бубнова [31]: “На Вас возлагаются научная разработка строительной механики корабля и теории проектирования. Вместе с тем, в область Вашей работы входит формулирование результатов опыта Мировой войны по эволюции и технической организации военного кораблестроения”. В последующие месяцы Иван Григорьевич разрабатывал новые программы предметов для кораблестроительного и других отделов, сотрудничал с Морской исторической комиссией, созданной при Академии в сентябре 1918 г.

На заседании Конференции 15 декабря 1918 г. обсуждался вопрос о результатах труда оставленных при Академии преподавателей по изучению опыта войны. И.Г. Бубнов сообщил, что уже написал около 17 листов работы “Характеристика состояния техники кораблей перед войной и после нее” [32]. Готовые к печати труды были не у всех: ссылались и на неясность задач, и на иные сложности. Одна работа была у А.Н. Крылова (“Вибрация судов”), одна – у Ф.А. Брикса (“Теория гребного винта”). Иван Григорьевич представил Конференции список, где перечислялись 5 готовых к опубликованию работ [33] (Прил. 6). Среди них – две части переработанного и дополненного труда “Строительная механика корабля”.

В конце 1918 – начале 1919 г. И.Г. Бубнов участвует в заседаниях Конференции Академии и учебных советов ее отделов. Из протоколов складывается ясное представление о широте охвата им совершенно разных проблем. На заседании совета военно-морского отдела 18 декаб-

ря 1918 г. он обсуждал место чистых и прикладных наук в технике и влияние такого разделения на практику научной работы. Через месяц, 28 января, приняв участие в полемике по разделению военно-оперативных наук, он выступил с уточнением терминов “стратегия” и “тактика” [34. Л. 92]. В конце декабря состоялось заседание Конференции, на котором выступил начальник Морских Сил В.М. Альтфатер. Объявляя о решении открыть занятия на военно-морском отделе, он заявил, что необходимо “дать флоту лиц с оперативной подготовкой и достаточной математической, которые смогли бы разбираться в вопросах техники” [35. Л. 100]. Продолжительность теоретических занятий должна была составить 12 месяцев. Выступая на заседании по поводу математической подготовки, И.Г. Бубнов предложил подход к этой задаче: сообщать слушателям лишь те сведения, которые им необходимы в практической работе по специальности и при знакомстве с литературой. Он говорил: “Создать математическое мышление у слушателей в такой короткий срок невозможно. Помочь людям с природными наклонностями математического мышления можно” [35].

В марте 1919 г. на заседании учебного совета военно-морского отдела была одобрена программа части математического курса, “которая необходима тактике (кафедре тактики. – *Авт.*), чтобы начать свой курс... Составить и прочесть такой курс принял на себя И. Бубнов” [36]. По его замыслу, предмет должен был состоять из теории вероятности, геометрии (решение задач маневрирования) и некоторых сведений по механике для расчета простейших сооружений [37. С. 36].

В этот период печатать книги в Академии стало невозможно, но в конце 1918 г. руководством флота были обещаны средства для издания ее “Известий” и нескольких учебных курсов. Учебный совет технических отделов в январе 1919 г. постановил выпустить труды “Вибрация судов” А.Н. Крылова, “О переделке крупных военных судов в коммерческие” И.Г. Бубнова (7 печ. л.), “Теория гребного винта” Ф.А. Брикса [38]. Однако осуществить это так и не удалось.

В июле 1918 г. решением Центрального совета экспертов, работавшего под председательством К.П. Боклевского, была образована отдельная секция по судостроению; для участия в делах секции от Морской академии были назначены А.Н. Крылов и И.Г. Бубнов [39]. Они работали вместе с Г.Г. Бубновым, В.Т. Струнниковым, Я.М. Хлытчиевым и рядом других инженеров [40].

В середине декабря 1918 г. в составе КОМГОССООР ВСНХ была учреждена Комиссия по судостроению⁵. Одним из направлений ее работы, в связи с трудностями с железным судостроением, была попытка развернуть деревянное (вспомним доклад Н.К. Арцеулова в Союзе морских инженеров). Однако острейшим вопросом стало наличие на заводах десятков недостроенных военных кораблей, само хранение которых было обременительно.

«Комиссия по судостроению ВСНХ, предвидя, что постройка этих судов едва ли может дать военному флоту стоящие на высоте современных требований боевые единицы⁶, – решила исследовать вопрос о

переделке их в суда коммерческие, для чего и обратилась в Высший совет экспертов, который передал дело на рассмотрение своей судостроительной секции... Судостроительная комиссия исхлопотала кредит в 50.000 рублей на составление эскизных проектов переделок, решив поставить в первую очередь вопрос о крейсерах типа “Измаил”, как более крупных, а затем разработать такой же проект для крейсеров типа “Светлана”. Руководство по составлению этих проектов судостроительная секция Совета экспертов поручила корабельному инженеру профессору И.Г. Бубнову под своим контролем. Работы по составлению проекта переделок крейсеров типа “Измаил” были проведены в декабре 1918 г. и январе 1919 г., притом, кроме профессора И.Г. Бубнова, ближайшее участие в них принимали корабельные инженеры А.И. Балкашин и П.Г. Гойнкис, а консультантами состояли профессора Академии А.Н. Крылов и В.П. Мадисов, инженер-технолог Г.Г. Бубнов и морской инженер В.Т. Струнников» [41. Л. 4].

Идея переделки состояла в превращении четырех крейсеров типа “Измаил” в быстроходные (24 уз.) океанские пароходы, пригодные для обслуживания пассажирских линий Атлантического и Тихого океанов. Суда должны были брать на борт до 3,5 тыс. пассажиров, размещаемых по бесклассовому принципу в двух- и четырехместных каютах, и, кроме того, – до 5000 т груза. С кораблей убирались вооружение и броня, а корпус надстраивался введением дополнительных палуб.

На заседании совета Комиссии по судостроению 31 января было признано необходимым “сохранить организацию профессора И.Г. Бубнова для следующих работ” [42], а на заседании 20 февраля стоял вопрос о переделке бывших императорских яхт [43]. Ввиду решения Трансбалта приспособить эти суда под коммерческие, группе профессора Бубнова предложили разработать вопрос об их переделке, выяснив “коммерческую выгодность эксплуатации таких судов” [43]. Последнее не случайно. И А.Н. Крылов [44], и Ю.А. Шиманский [45] критически относились к экономической целесообразности⁷ таких переделок.

И.Г. Бубнов, зная положение на железных дорогах, считал необходимым развивать в стране речные перевозки. В частности, он предпринял поиск наиболее экономичных способов буксировок по рекам и каналам, организуя исследование на базе Опытного Бассейна. В начале 1919 г. ВСНХ предполагалась постройка коммерческого флота, в том числе речного; Иван Григорьевич хотел привлечь научные силы Бассейна к проектированию судов. Был образован межведомственный комитет, регулярно собиравшийся в Москве и Петрограде – в здании Опытного Бассейна. В его работе участвовали К.П. Боклевский, И.Г. Бубнов и С.В. Вяхирев. В конце 1918 – начале 1919 г. Иван Григорьевич неоднократно ездил в Москву. Во время своей последней поездки, в начале марта 1919 г., он заразился тифом.

А.А. Бубнова поместила мужа в Александровскую немецкую больницу⁸, поблизости от дома, где они жили [46], по-видимому, 9 или 10 марта. 13 марта И.Г. Бубнов скончался. Наступившая смерть “была трагичной в том отношении, что последовала между двумя посещения-

ми его женой, так что о смерти И.Г. Бубнова обслуживающий его медицинский персонал узнал лишь во время очередного прихода его жены, и из-за царившей в то время разрухи прошла столь же незамеченной⁹... Из учеников его почти никто не знал о его смерти. Почти никто из них не присутствовал на похоронах” [47. С. 217]. Их описание оставил секретарь Василеостровского райкома Коммунистического Союза Молодежи: «...Нам дали под райком квартиру в доме № 13 на 16 линии. К нам часто ходил пред. домкомбеда, бывший старший дворник этого дома. Места нам было мало, он и предложил “уплотнить” соседа по лестничной площадке, бывшего генерала. Мы бы это и сделали, но дров не было... А потом этот предкомбеда приходит и говорит, что сосед умер от тифа. Мы пошли посмотреть, а на улице почти никого нет. Человек 5–6, не больше. Март месяц, зима еще, а повозочка на колесах и лошадь – кляча... Гроб ничем не был покрыт. Мы его проводили до Смоленского. На могиле, конечно, был крест. А что было написано – не помню. Кто он такой, я узнал много позже, когда учился в кораблестроительном» [48].

На заседании Конференции в конце марта А.Н. Крылов решил написать некролог [49] для “Известий Морской академии” и обещал разыскать некоторые рукописи Ивана Григорьевича. Через месяц Алексей Николаевич получил письмо от Я.М. Хлытчиева, преподававшего тогда в Херсонском политехническом институте [50], с приглашением принять кафедру математики. В заключение Хлытчиев писал: “Аналогичное письмо я должен был послать И.Г. Бубнову, но в тот же день, когда состоялось постановление Совета (института. – *Авт.*), узнал о его кончине. Это ужасное известие мне было особенно тяжело получить потому, что я уже думал о приезде его сюда и радовался предстоящей встрече с ним”.

И.Г. Бубнов скончался незадолго до возобновления занятий в военно-морском отделе (01.04.1919 г.). В связи с этим возникла срочная необходимость найти преподавателей для чтения курса математики. По предложению А.Н. Крылова, были приглашены заведующий Опытным Бассейном В.В. Таклинский и В.М. Сухомель.

Г л а в а 11

После смерти И.Г. Бубнова

В день кончины Ивана Григорьевича Академией было выдано удостоверение в том, “что имущество, находящееся в квартире скончавшегося заслуженного профессора Ивана Григорьевича Бубнова, в доме № 13 по 16-й линии, состоит под охраной Морской академии, впредь до окончания разбора книг, рукописей и ученых трудов покойного профессора...” [1]. Каких-либо доказательств того, что рукописи И.Г. Бубнова были разобраны, в архивных документах Академии обнаружить не удалось. Нигде и никогда не публиковались его работы, подготов-

ленные к печати еще в декабре 1918 г.¹ (см. Прил. 6). Ф.К. Дормидонтов писал: “Весьма темной остается (и, видимо, останется такой навсегда) история с его подготовленными к печати и исчезнувшими трудами (см. мой очерк о его жизни и деятельности (см. [2]. – *Авт.*), половина которого не была пропущена издательством...)” [3. Л. 5].

После смерти И.Г. Бубнова академия оказалась в сложном положении: в недалеком будущем предполагалось открытие технических отделов², а заменить его было некем.

А.Н. Крылов, избранный после смерти Н.Л. Кладо в июне 1919 г. начальником академии, собрал 22 августа совещание корабельных инженеров с целью подбора кандидатов в преподаватели кораблестроительного отдела. “В порядке обсуждения А.И. Балкашин предложил для обеспечения задачи замещения покойного И.Г. Бубнова разделить основные предметы на Отделы, для ведения которых привлечь несколько преподавателей...” [4]. В дальнейшем были намечены кандидаты: по теории корабля – В.Т. Струнников, Б.Л. Сушенков и П.Ф. Папкович; по строительной механике – Ю.А. Шиманский и П.Ф. Папкович; по проектированию корабля – А.И. Балкашин, А.И. Маслов и П.Г. Гойнкис; по подводному плаванию – В.Т. Струнников и Л.Х. Казин; по истории военного судостроения – Л.Х. Казин; по проектированию судовых устройств и систем – В.Л. Позднюин и Л.Х. Казин [4. Л. 182]. Дело Ивана Григорьевича продолжил коллектив его учеников и коллег.

В доме № 13 Бубновы занимали квартиру № 4. Детей в семье не было, и вдова Анастасия Алексеевна, по обстоятельствам того времени, не могла быть оставлена одна в пятикомнатной квартире. Ее соседями стала большая семья А.И. Балкашина, ученика Ивана Григорьевича, в это время возвратившегося³ на службу в академию. Совместная жизнь, судя по документам [5], продолжалась до 1928 г., когда Балкашины переехали в отдельную квартиру в том же доме, а имя А.А. Бубновой исчезло из списка жильцов.

По-видимому, жизнь вдовы не была легкой. Признанная инвалидом 3-й группы, она получала незначительную пенсию из средств социального обеспечения, а в 1922–1923 гг. – половину академического пайка от Центральной комиссии по улучшению быта ученых (ЦЕКУБУ) [6]. Известны несколько ее обращений последующих лет через Морскую академию с просьбой о персональной пенсии. Академия поддерживала эти попытки “во внимание к исключительным заслугам покойного ее мужа в области военно-морской науки и техники” [7. Л. 14], но “руководители Морского ведомства неизменно отвечали отказом” [8]. В заявлении 31 мая 1926 г. А.А. Бубнова писала, что она “до сих пор поддерживала свою жизнь только тем, что распродала разные домашние свои вещи” [9. Л. 6].

Помогали Анастасии Алексеевне племянница Нина Дмитриевна и брат Д.А. Шапиро, который стал наследником имущества Бубновых после смерти А.А. Бубновой в феврале 1928 г. Среди вещей тогда сохранились большая часть библиотеки, некоторые бумаги, фотографии. Однако после ареста Дмитрия Алексеевича в конце 1930-х годов его жена отдала много бумаг и фотографий Ивана Григорьевича на сохра-

нение в семью дальних родственников, где они находились до войны, но в блокаду были утрачены. Нина Дмитриевна в этот тяжелый период работала на заводе им. Коминтерна. Квартиру ее родителей ограбили. Еще много вещей Бубновых погребено позднее. Однако и в наши дни в небольшой комнате дома на одной из линий Васильевского острова можно видеть предметы, принадлежавшие семье Ивана Григорьевича. Сохранилась часть документов и фотографий. Некоторые из них включены в эту книгу.

После смерти А.А. Бубновой разрозненные листы черновых материалов Ивана Григорьевича некоторое время сохранял А.И. Балкашин, а в 30-е годы передал П.Ф. Папковичу. Вот что вспоминает Ф.В. Мигачева (Волькович), бывшая в эти годы аспиранткой у Папковича. «Однажды (эпизод относится к 1937 г. – *Авт.*) вечером, когда я была у Петра Федоровича дома, он показал мне деревянный ящик, стоящий в углу кабинета, и предложил помочь ему разобрать. “Это материалы Ивана Григорьевича Бубнова”. Я несколько вечеров разбирала разрозненные листы расчета общей и местной прочности (по-видимому, линкоров типа “Севастополь”), старалась объединить их вместе. Разбирая материалы Бубнова, я однажды наткнулась на страницы какого-то романа, написанного очень увлекательно рукой Ивана Григорьевича Бубнова... Петр Федорович предложил мне часть материалов Бубновского архива взять домой, разбраться “в свободное время”... Жизнь у меня так сложилась, что “свободного времени” у меня не оказалось долго – до 1970 года» [10. Л. 5]. В бумагах была найдена упоминавшаяся выше “Записка к проекту прибора...”. Здесь же был вариант проектного расчета прочности корпуса последней подводной лодки Бубнова водоизмещением 971 т [11]. Большая заслуга Ф.В. Мигачевой в том, что она сохранила бумаги в годы войны, а затем произвела их разбор и копирование⁴.

Другая часть архива Бубнова долго хранилась в его кабинете при Опытном Бассейне. А.И. Маслов писал: «Там, в своем кабинете, он и работал над созданием строительной механики корабля и там он держал в столе, в шкафах и проч. различные свои рукописи, черновики и т.п. В 1941 году, когда личный состав Опытного Бассейна эвакуировался в Казань, то сотрудники решили “архив” Бубнова, лежавший в бывшем его кабинете много лет нетронутым, захватить с собою и занести его разборкой. Когда я об этом узнал, будучи также в эвакуации в Казани, то я начал копаться в ворохах “бумажной макулатуры” и там обнаружил упомянутый листок, на котором в черне Бубнов решал геометрическую задачу, упомянутую мною выше. Заодно я тогда же обнаружил какие-то странные записи рукою Бубнова, которые свидетельствуют о применении им особой стенографии, придуманной им, очевидно, лично для себя, и разобрать которую мне не удалось.

Из этого листка можно было узнать, что Бубнов еще занимался вопросами статистики лично для себя, может быть, ради “забавы”...» [12. Л. 9]*.

* Попытка обнаружить эти материалы в Опытном Бассейне и архиве группы истории ЦНИИ им. академика А.Н. Крылова успеха не имела.

В послевоенные годы при разборе научного наследия академика А.Н. Крылова была найдена в готовом для печати виде работа И.Г. Бубнова, посвященная колебаниям балок и пластин. Написанная в виде последних параграфов (§ 26, 27) курса “Строительная механика корабля”, в книгу она по какой-то причине не вошла и была опубликована лишь в 1948 г. [13].

Перечисленное выше, возможно, исчерпывает сохранившуюся часть научного наследия И.Г. Бубнова (не считая, разумеется, его опубликованных работ).

В середине 1940-х годов военно-морское издательство планировало выпуск серии биографических очерков, среди которых должны были быть и материалы о Бубнове. Большую заинтересованность в этом деле проявил П.Ф. Папкович, собравший некоторые сведения и предложивший А.Н. Крылову (в 1944 г.) “возглавить это дело” [14. С. 175–177]. К сожалению, выпуск серии очерков не осуществился. Появляющиеся затем время от времени в различных изданиях и по разным поводам краткие биографические статьи носили справочный характер и, конечно, не могли дать живого представления об огромной деятельности И.Г. Бубнова⁵.

18 января 1972 г. в Военно-Морской академии открылась юбилейная конференция, посвященная памяти И.Г. Бубнова. На торжественном собрании выступили с докладами (опубликованными позже) академик В.В. Новожилов [15] и профессор В.П. Белкин [16], а также член-корреспондент АН СССР Э.И. Григолюк и профессор А.С. Вольмир. В архиве ВМФ была развернута выставка документов и прошло заседание, на котором выступили историки кораблестроения.

Могила И.Г. Бубнова и его супруги находится на Смоленском православном кладбище, недалеко от места пересечения Петроградской (главной) и Поперечной дорожек⁶. Надгробие – плита серого гранита с надписью когда-то позолоченными буквами⁷ и установленная недавно витрина; на ней – немного из биографии Бубнова и фото двух кораблей, названных его именем.

На доме № 13 по 16-й линии Васильевского острова установлена мраморная памятная доска. В здании Николаевской Морской академии (дом № 8 по 11-й линии Васильевского острова) в наши дни находится иное, хотя и флотское, учреждение.

В настоящее время в С.-Петербурге и Москве проживают потомки нижегородских родственников И.Г. Бубнова.

Именем И.Г. Бубнова названы два судна [17]: танкер ВМФ “Иван Бубнов” и теплоход-контейнеровоз “Профессор Бубнов”. Они вступили в строй в 1975 и 1985 годах.

* * *

Мы проследили жизненный и творческий путь человека, заслуги которого, по выражению А.Н. Крылова, “делают его имя незабвенным в летописях нашего кораблестроения” [18]. На склоне лет в беседе с Ф.К. Дормидонтовым Алексей Николаевич сказал: “Если бы он не

умер так рано, он дал бы не меньше, а может быть и больше, чем я..." [18].

К сожалению, сегодня нельзя однозначно представить дальнейший творческий путь И.Г. Бубнова. Можно позволить лишь отдельные предположения, основанные на событиях последнего периода его жизни.

Иван Григорьевич всегда отзывался на насущные нужды флота, разрешая, как правило, крупные проблемы. Вряд ли воссоздание подводного флота, начавшееся в конце 1920-х годов, обошлось бы без его участия; в этом случае и путь развития флота стал бы несколько иным. Возможность этого основана на исключительной творческой самостоятельности И.Г. Бубнова и на содержании его невоплощенного проектного наследия.

К концу первой мировой войны Иван Григорьевич особенно интересовался проблемой бронирования тяжелых кораблей. Ему были известны результаты Ютландского боя, в котором более тихоходные и слабее вооруженные, но зато лучше защищенные германские корабли успешно выдержали огонь своих противников. Английские же корабли, защищенные слабее, понесли сравнительно большие потери. И.Г. Бубнов досадовал, что заброшены и не изучаются результаты артиллерийских опытов на "Чесме". Сам он активно занимался обобщением и анализом военного опыта.

Очевидным является рост интереса И.Г. Бубнова к задачам прикладной математики. Отчасти, это можно объяснить тем, что в период прекращения всякого строительства кораблей он больше занимался вопросами теории.

В последние годы Иван Григорьевич много работал над задачами динамики корабельных конструкций. Содержание его работ показывает, что этот интерес не был сиюминутным.

Научное наследие И.Г. Бубнова

Прошло почти 80 лет со дня кончины Ивана Григорьевича Бубнова, но его научное наследие не устарело. Вместе с Алексеем Николаевичем Крыловым он заложил основы главных кораблестроительных дисциплин в их современном виде. Выдающиеся научные результаты И.Г. Бубнова и в наши дни продолжают самостоятельную жизнь, став мощным инструментом познания. Очень многое из того, что сделано Бубновым в науке, вышло далеко за рамки кораблестроения и используется во многих отраслях инженерной деятельности.

Он привнес аналитические методы в учение о прочности корабля и в проектирование. “А во всех областях техники он обладал широчайшими знаниями и умел любую инженерную задачу не только решить, но и превратить решение в нужную, притом точно рассчитанную конструкцию” [1. С. 408]. Представляет интерес самооценка Ивана Григорьевича: “Все мои симпатии лежали к теоретической работе, результатом которой был ряд научных трудов, занимающих свыше 60 листов (печатных. – *Авт.*). На практическое дело я смотрел больше как на средство проверки своих теоретических выводов” [2].

И.Г. Бубнов – человек, в котором сочетался талант крупного ученого и выдающегося конструктора. Его можно было бы назвать “ученый-созидатель” в самом широком смысле этого слова.

Проектирование кораблей в понимании Бубнова (см. Прил. 2) включало в себя элементы всех дисциплин, которые должны были обеспечить результат, “чтобы готовое судно и каждая отдельная часть его удовлетворяли наперед заданным условиям”. Поэтому И.Г. Бубнов работал в областях практически всех разделов кораблестроительной науки того времени.

Даже занимаясь конкретными задачами, он никогда не решал их как узкий специалист. Прекрасный пример – работа о непотопляемости корабля [3], где он последовательно отвечает на вопросы: “что надо делать” и “как это выполнить при постройке корабля”.

Первое научное сообщение И.Г. Бубнова весной 1894 г. [4] было на злободневную тогда тему о непотопляемости корабля, но ведущими в его творчестве стали исследования рациональной архитектуры стальных судов и их прочности. Ниже дан обзор трудов И.Г. Бубнова в областях строительной механики, теории проектирования и теории корабля.

С того времени эти науки прошли длительный путь и получили широкое развитие. Освещение этого пути, безусловно, вне рамок настоя-

щей книги, поэтому, отмечая преемственность идей И.Г. Бубнова, будем упоминать достаточно узкий круг его последователей, чье творчество по времени вплотную примыкало к эпохе трудов Ивана Григорьевича.

Г л а в а 12

Создание науки о прочности корпуса корабля

В любой области человеческого знания заключена бездна поэзии.

К. Паустовский

На титульном листе книги “Строительная механика корабля” [5] имеется эпиграф. В вольном переводе строки Гете можно прочесть: “Сера теория, любезный друг, но зеленеет жизни древо золотое”. С.А. Базилевский вспоминает с иронией [6], как он в студенческие годы считал: «...раз Бубнов написал, что теория “серая”, значит она и должна быть... и сложной, и скучной». Наверное, истинный смысл бубновского эпиграфа – в извечном верховенстве жизни над любыми построениями разума.

Как наука строительная механика корабля была создана трудами И.Г. Бубнова в основном в период 1894–1912 гг. Вторая часть этой условной датировки определена выходом в свет монографии [5]. За границей в это время книг по прочности корабля, сравнимых с работой Бубнова по научному уровню и полноте, не было вовсе. Немногочисленные же курсы имели сугубо описательный характер: достаточно сравнить [5] с книгой Питцкера [7], в русском переводе появившейся в 1913 г.

Предыстория науки о прочности корабля восходит к середине XVIII в., когда Л. Эйлер и Д. Бернулли в Петербургской Академии наук заложили основы учения об изгибе балок, причем Эйлер составил понятие об изгибающем моменте как мере изгиба применительно именно к кораблю, корпус которого нагружен силами веса и плавучести. На русском языке его идеи были впервые изложены в переводе М. Головина “Полное умозрение строения и вождения кораблей...” (1778 г.). Высказанные в период расцвета деревянного судостроения, эти идеи в полной мере были востребованы примерно через 100 лет.

Во второй половине XIX в. в связи с развитием железного, а потом и стального судостроения встал вопрос о расчете прочности корпусов кораблей. Их архитектура еще несла отпечаток инерции технической мысли предшествующей эпохи, которая дала совершенные типы деревянных конструкций. Первые работы о прочности железных судов по-

И. БУБНОВЪ.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА КОРАБЛЯ.

—
ЧАСТЬ I.

—
Gru, teurer Freund, ist alle Theorie,
Und grün des Lebens goldner Baum.
Goethe, Faust.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Морского Министерства, въ Главномъ Адмиралтействѣ.

1912.

Титульный лист монографіи И.Г. Бубнова

явились в трудах английского Общества корабельных инженеров в 1860 г. Примерно тогда же вопрос этот был поставлен М.М. Окуновым [8. Ч. II]. Вскоре в Англии появились работы Э. Рида “О длинных и коротких железных броненосцах” (1869 г.) и “О неравномерном распределении сил веса и сил поддержания, их действие на тихой воде и в некоторых положениях на берегу” (1871 г.). В них были даны способы построения кривых сил веса и поддержания со статической “постановкой корабля на волну”. Это позволило рассчитать прочность железного корпуса при его изгибе как балки, что и было сделано Ридом впервые для броненосца “Минотавр”. Появились работы, уточняющие размеры и профиль “расчетной волны” и способ подсчета момента сопротивления корпуса корабля как составной балки. И все же ни метод определения расчетного положения корабля, ни метод оценки напряжений, ни суждения об их допустимых величинах не были в должной мере обоснованы. В этих условиях, по выражению Бубнова, архитектура стального судостроения “шла ощупью, руководимая грубым эмпиризмом”.

Тем не менее, трактовка деформации корпуса как изогнутой балки привела к появлению прообраза продольной системы набора. Строители английского парохода “Грейт Истерн”, И. Брунель и С. Россель, учитывая громадную для того времени длину судна (210 м), применили чисто продольную систему, состоящую из многочисленных стрингеров, расположенных на днище, по бортам, под палубой и опертых на 15 непроницаемых поперечных переборок. Наружная обшивка днища и бортов дублировалась внутренней, отстоящей от нее на высоту стрингеров. Шпангоутов не было. Вдоль бортов проходили водонепроницаемые продольные переборки угольных ям, доходящие до верхней палубы. Эту идею до стадии полной технической ясности довести не удалось, так как не было должного понимания механики работы обшивки и набора в составе корпуса и умения правильно соотносить их размеры. Впоследствии, правда, Э. Риду удалось удачно скомбинировать эту систему с поперечной. Характеризуя корабельную архитектуру второй половины XIX в. в целом, можно сказать, что образовался разрыв между возможностями, которые открывала сталь как материал корпуса, и практикой ее применения.

Для поднятия кораблестроения на более высокую ступень необходимо было научное новаторство. Таким новатором выступил А.Н. Крылов. В знаменитых докладах 1896 и 1898 г. им был дан метод расчета килевой и вертикальной качки корабля и определения возникающих при этом изгибающих моментов и перерезывающих сил. Изучение килевой качки корабля, как считал А.Н. Крылов, “важно не только для суждения о мореходных его свойствах, но главным образом для того, чтобы получить действительные положения, принимаемые кораблем на волнении, для расчета тех напряжений, которым корабль подвергается” [9]. Теория вполне подтвердила допустимость статической постановки корабля на волну¹ для определения действующих моментов и сил.

Второе же основное допущение теории того времени – расчет кор-

пуса как сложной составной балки только на прочность по схеме изгиба обычной монолитной балки, как оказалось, – таило в себе большую опасность. Рост размеров судов и стремление повысить скорости хода привели к их относительному удлинению. Металлический корпус с его сравнительно тонкими обшивкой и связями приобрел значительную гибкость. При этом обшивка и связи могли терять устойчивость, что могло привести к гибели корабля. Это требовало точного анализа работы отдельных связей в составе корпуса и поднимало вопрос о взаимосвязи общей и местной прочности, но своевременно понято не было. Последствия не заставили себя долго ждать.

Авария в 1874 г. английского коммерческого парохода “Мэри”, переломившегося на волнении по пути в Вест-Индию, произошла в результате потери устойчивости палубным настилом. Авария в 1901 г. новейшего английского турбинного миноносца “Кобра” (водоизмещением 370 т), переломившегося на волнении, была вызвана недопустимой концентрацией напряжений в районах больших палубных вырезов. Однотипный же миноносец “Вайпер” переломился, сев на мель. Стали носить массовый характер повреждения корпусов, связанные с нарушением прочности обшивки днища (местные нагрузки давления воды тогда не учитывались). Из этих аварий делались, в общем, правильные выводы, но к разрешению проблемы это не привело. В 1895 г. В.И. Афанасьев писал: “Стройной науки о прочности судовых корпусов еще не существует...” [10. С. 231]. Она стала формироваться в конце XIX в. благодаря трудам И.Г. Бубнова.

Из ранних его работ упомянем еще два доклада. Первый из них – “О подкреплении непроницаемых переборок” [11] – содержал дискуссионные для инженеров положения, что роль перекрестной связи в наборе переборки при определенных условиях может стать отрицательной. Это даже вызвало полемику с В.И. Афанасьевым в печати [12, 13]. Во втором докладе – “О конструкции главных частей корпуса судна” [11] – впервые было дано понятие гибкой пластины и предложена система набора с продольными ребрами из легкого профиля, к которым крепятся листы обшивки. Эти идеи были развиты в работе [14], опубликованной три года спустя. В ней И.Г. Бубнов показал, что в пластинах днища больших глубокосидящих кораблей напряжения намного превосходят предел текучести. Основным в работе является вывод о необходимости учитывать при больших прогибах пластин, помимо изгибных, еще и напряжения в срединной поверхности. Исходя из этого, была предложена классификация пластин по характеру напряженного состояния: абсолютно жесткая, конечной жесткости (существенны как изгибные, так и напряжения в срединной поверхности), абсолютно гибкая. И.Г. Бубнов установил зависимость характера работы пластины от нагрузки и дал методы расчета гибких пластин. Существенно, что эти нелинейные задачи были рассмотрены им на одномерной модели бесконечно длинной пластины, что позволило сравнительно просто найти решение. Оказалось, что все качественные стороны поведения пластин от малых прогибов до разрушения могут быть изучены с помощью простейшей модели. В итоге для гибкой пластины была просле-

жена зависимость между нагрузкой и напряжениями в срединном слое вплоть до области упруго-пластических деформаций. Для характеристики работы материала за пределом упругости было введено понятие “секущего модуля”. Впоследствии оно было использовано А.А. Ильюшиным при построении теории упруго-пластических деформаций.

Рассмотрев работу материала пластины у защемленного края при достижении предела текучести, И.Г. Бубнов пришел к выводу, что на опоре образуется как бы шарнир. Позднее понятие пластического шарнира стало базовым в анализе пластической деформации конструкций.

Были выявлены значительные ресурсы прочности и жесткости, обусловленные наличием распора, что имело важное значение для практики конструирования корпуса. На выводах теории И.Г. Бубнов обосновал вариант системы набора, в которой пластины обшивки опираются на продольные ребра, перерезаемые лишь на непроницаемых переборках. Действующие в таких листах напряжения направлены поперек корабля и не суммируются с продольными напряжениями общего изгиба. При этом обшивка и стрингеры могли быть более тонкими, а все вместе давало выигрыш в весе.

Работа [14] была опубликована за 9 лет до известной статьи Т. Кармана, и именно она положила начало нелинейной теории пластин. В марте 1902 г. в английском Обществе корабельных инженеров прошла дискуссия с обсуждением выводов [14], где она была охарактеризована как ценнейший вклад в науку о прочности. Классификация пластин и работа [14], в которой поставлена и разрешена проблема местной прочности корпуса корабля, с тех пор упоминаются как первоисточник в научно-справочных материалах по судостроению, транспортному машиностроению, аэрокосмической и строительной отраслям.

В дальнейшем теория изгиба и устойчивости пластин была развита И.Г. Бубновым в работе [5]. Еще раньше его активная деятельность привела к созданию методов расчета корпуса корабля в современной интерпретации. Воплощены они были в конструкции и расчете корпуса линкоров типа “Севастополь”. Знаменательно, что изложенные в [14] и [15] методы были опубликованы раньше, чем появились части курса [5], хотя логически вытекали из последних. Это явилось следствием тесной связи научной стороны творчества Бубнова с потребностями практического проектирования.

Еще в работе [14] он пришел к выводу, что существующие системы набора корпуса малоэффективны. Решения, изложенные в [14, 15, 16], позволили ему предложить наиболее совершенную для того времени конструкцию корпуса больших кораблей. Ее описание в существенной части дано в гл. 8 настоящей книги (см. рис. 6); здесь же отметим, что основные элементы были проверены рядом сопоставительных расчетов, составивших значительную часть работы [17. Т. IV]. Эти материалы впоследствии были использованы Ю.А. Шиманским при составлении известного справочника [18]. Полувековая же эксплуатация линкоров подтвердила правильность решений, заложенных Бубновым в систему набора их корпусов.

К началу проектирования линкоров у И.Г. Бубнова уже был накоплен материал, позволивший уточнить разные стороны проблемы создания корпуса корабля: метод расчета нагрузок при качке, методика расчета общей прочности корпуса, нормы допускаемых напряжений для высокопрочных сталей.

Во второй части работы [15] И.Г. Бубнов изложил уточненный способ определения усилий, изгибающих корабль на правильном волнении (задаваясь профилем волны косинусоидальной формы), с учетом сил инерции при качке и поправок на нецилиндричность обводов корпуса в районе ватерлинии. Здесь же введена поправка, обусловленная отличием действительного – трахоидального – профиля волны от косинусоидального. В черновых материалах [19] и рукописи “Килевая качка” [20] дан способ учета сопротивления воды движению качающегося корабля. В дальнейшем эти вопросы получили развитие в трудах П.Ф. Папковича, Л.Я. Резницкого и В.В. Екимова.

В [15] изложен уточненный способ расчета общей прочности корпуса – расчет эквивалентного бруса во втором и высших приближениях, создание которого стало возможным благодаря исследованиям И.Г. Бубнова по теории пластин. Традиционный для того времени расчет эквивалентного бруса, сделанный в предположении, что связи могут выдержать любую нагрузку без ограничений, Бубнов считал лишь первым этапом. Далее он вводил поправки, связанные с тем, что распределение напряжений в пластинах обшивки корпуса, имеющих неизбежную кривизну, отлично от равномерного, и потому пластины воспринимают усилия растяжения–сжатия при общем изгибе корпуса как бы не всей площадью своего сечения. Последнее обстоятельство и учтено в методе редуционных коэффициентов. Конспективно суть его изложена в работе [17. Т. IV. С. 11]: “Найдя обычным путем напряжения в каждой из связей эквивалентного бруса, необходимо ввести поправки на то обстоятельство, что сжатые части бруса не могут воспринять нагрузки свыше Эйлера предела и для тех частей, в которых вычисленное напряжение выше этого предела, уменьшить площади в соответствующей пропорции. Рассчитав снова моменты сопротивления бруса со внесенными поправками, найдем новое распределение напряжений...”.

И.Г. Бубнов определял редуционный коэффициент как отношение среднего действующего напряжения в пластинах обшивки к напряжению в жестких связях и вводил в расчет соответственно уменьшенную площадь. Для пластин, подвергающихся сжатию, этот коэффициент был принят как отношение Эйлеровых напряжений к напряжениям в жестких связях, а в случае действия еще и местных нагрузок, Эйлера напряжения исправлялись с учетом местных. Бубнов впервые указал на возможность восприятия сжатыми пластинами нагрузок больше критических – из-за неравномерности распределения напряжений в срединной поверхности. Во второй части [5], обсуждая работу пластин с начальной погибью, он показал, что и для растянутых пластин редуционные коэффициенты могут быть отличны от 1. Поскольку построчные погиби обшивки были неизбежны, практическое значение этого вывода имело большое значение.

Метод редуцированных коэффициентов позволил учесть в совокупности требования общей и местной прочности и практически точно рассчитывать работу связей корпуса корабля. Он явился тем, самым “ограничением”, отсутствие которого в расчетах прочности железных судов XIX в. привело к серии отмеченных выше аварий. Метод применяется не только в кораблестроении, но и при расчете корпуса самолета и многих других гибких конструкций. Его появление вызвало полемику в среде корабельных инженеров. Защитником идей Бубнова по расчетам и нормированию выступил Ю.А. Шиманский, опубликовавший статью [21]. Позднее П.Ф. Папкович и его ученик П.А. Соколов в 1920–1930-е годы изучали работу пластин после потери ими устойчивости и уточнили величины редуцированных коэффициентов. Аналогичные задачи исследовал Г.Г. Ростовцев и ряд других авторов.

В третьей части [15] рассмотрены особенности работы днищевых перекрытий, набранных по поперечной, смешанной и продольной системам, непроницаемых переборок и палуб.

В период, предшествующий проектированию линкоров, И.Г. Бубнов активно занимался проблемой допускаемых напряжений, изложив выводы в докладе [16]. В первой части [15], где эти материалы даны более подробно, он определил предмет занятий: “...вопрос о допускаемых напряжениях и коэффициентах безопасности нужно рассмотреть с такой же тщательностью, как и другие отделы строительной механики. ... если, например, при расчете балки на изгиб мы ошибемся в 2 раза в изгибающем моменте, или моменте сопротивления профиля, или, наконец, в допускаемом напряжении – результат будет одинаковым...”.

Вряд ли случайно и время этих занятий – 1907–1908 гг. Уже выяснилась “напряженность” нагрузки первых вариантов проектов линейных кораблей. Для облегчения корпуса требовалось применение высокопрочных сталей. Грамотное нормирование также должно было способствовать достижению этой цели.

Следует отметить, что в то время научно обоснованных норм прочности не существовало не только в судостроении, но и в смежных отраслях техники. В судостроении же нормативы задавались “обыкновенно со ссылкой на какой-либо авторитет или циркуляр” [1. С. 5]. И.Г. Бубнову удалось создать действительно научную систему нормирования.

При разработке норм прочности он исходил прежде всего из принципа – рассматривать, по возможности, **полные** расчеты, в которых выясняется “с достаточной полнотой истинная картина распределения напряжений”. Расчеты же **условные** – по “валовым” напряжениям, несмотря на их простоту, имеют лишь ограниченное применение, так как не позволяют вводить новых конструкций. Только полные расчеты, по мнению Бубнова, способны обеспечить создание конструкций минимального веса.

Важным принципом в системе норм стал учет характера распределения напряжений; они были разделены на **общие** и **местные**. К общим относились напряжения, распределенные по всему объему одного из определяющих звеньев конструкции. Превышение ими опасных (кри-

тических) значений приводило к разрушению или непустым деформациям всей конструкции. К местным были отнесены напряжения, действующие в незначительной части ее объема; превышение ими критических значений (ограниченное число раз)² не сопровождалось разрушением или недопустимыми деформациями, а приводило лишь к перераспределению напряжений в прилегающих участках конструкций.

В качестве опасных (критических) нагрузок И.Г. Бубнов принял:

– при растяжении “предел вытягивания” (текучести, σ_T);

– при сжатии “предел сминаемости” (текучести при сжатии), если он не превосходил Эйлеровых напряжений.

Допускаемые напряжения определялись как доля от опасных.

Для определяющих звеньев конструкции, перемещение которых при потере устойчивости ничем не ограничивалось, в качестве критических принимались Эйлеровы напряжения. По аналогии с взглядом на местные напряжения И.Г. Бубнов “разрешал” местную потерю устойчивости отдельными связями при условии, что их перемещения ограничиваются связями, сохранившими жесткость.

Принципиальной в системе норм стала характеристика нагрузок, которые были подразделены на случайные, постоянные, статически переменные и динамически переменные. К случайным И.Г. Бубнов относил нагрузки, действующие в особых случаях и ограниченное число раз. Для них предлагались повышенные нормы напряжений. К постоянным были отнесены нагрузки, не изменяющиеся за все время службы сооружения. Для этих нагрузок И.Г. Бубнов предложил нормы, исходя из положения, что местные напряжения иногда могут превышать критические значения, а общие – должны иметь по отношению к последним некоторый запас.

Выше отмечалось, что для местных напряжений допускался переход за критическое значение при нагрузке, действующей постоянно или ограниченное число раз. При действии же переменных нагрузок, (повторяемых тысячи раз) пропадает разница между местными и общими напряжениями, и переходить за критическую точку нельзя из опасения разрушения материала, так как местные напряжения могут распространиться на значительный объем” [1. С. 123]. Это происходит вследствие охрупчивания материала и постепенного распространения трещин. Поэтому нормы в случае действия переменных нагрузок даже для местных напряжений следовало иметь пониженные. Впервые в мировой практике И.Г. Бубнов разработал нормы напряжений при действии статически и динамически переменных нагрузок.

Учитывая нелинейность связи между напряжениями и деформациями, И.Г. Бубнов предложил определять коэффициент запаса прочности по соотношению между опасной и допускаемой нагрузками (а не напряжениями), что обеспечило запас в безопасную сторону.

Предложенные Бубновым методы выбора допускаемых напряжений составляют фундамент норм, действующих в настоящее время.

Задачи нормирования всегда решались не только с учетом накопленного опыта проектирования, постройки и эксплуатации кораблей, но и с привлечением немалой доли инженерной интуиции. Они были

доступны очень узкому кругу инженеров с исключительно высокой эрудицией. Позднее наиболее крупный вклад в нормирование внесли Ю.А. Шиманский и П.Ф. Папкович.

В решении МТК, введившего в действие положения доклада [16], была отмечена необходимость обеспечить стабильность свойств поставляемых металлургическими заводами сталей, так как практика показала, что их механические характеристики имеют существенный разброс. Требовалось создание обоснованной системы приемки и испытаний материалов, поскольку действовавший тогда на Российском флоте документ уже не соответствовал новым задачам.

К 1909 г. И.Г. Бубновым были в основном разработаны и доложены МТК [22], а в августе 1912 г. приняты ГУК³ первые на Российском флоте научно обоснованные правила приемки и испытаний материалов [23]. В документе появилось важное требование об определении предела текучести, что обеспечило применимость новых расчетных методов и норм прочности.

Основные организационные принципы [23] сводились к положениям:

- все существующие стали в зависимости от механических характеристик разделяются на четыре категории, а внутри категорий – на группы и плавки;

- по категориям разделяются и правила приема, обосновываются критерии оценки качества и отбраковки [24. С. 21].

В разработке методов расчета, норм прочности и правил приемки материалов **во взаимосвязи** – особая заслуга И.Г. Бубнова. Следует отметить, что “Нормы” [16] и “Правила” [23] практически без изменений действовали до начала 30-х годов.

Монография [5] включает большинство исследований И.Г. Бубнова по прочности с конца XIX в., является логическим продолжением курсов [25, 26], которые Иван Григорьевич читал в НМА и Политехническом институте, и отражает его громадный опыт конструкторской деятельности. По замыслу книга должна была состоять из трех частей: в первых двух излагалась теория изгиба и устойчивости балок, перекрытий и пластин, а третья должна была содержать методы приложения теории к расчетам корабельных конструкций. Война помешала написать третью часть, но ее основные идеи еще до того были включены Бубновым в [15]. Общий объем двух частей с учетом обнаруженных позднее параграфов по колебаниям упругих систем [27] составляет 55 печ. л.

“Самое изложение проведено при помощи возможно малого числа методов и приемов, предполагая, что это делает выводы более простыми и наглядными...” ([5], предисловие). Во “Введении” изложены основные положения теории упругости, относящиеся к изгибу стержней и пластин. И.Г. Бубнов указывает, что все эти формулы не строги и поэтому надо помнить допущения, при которых они получены. Во всех случаях он приводит такие допущения.

Параграфы книги, фактически охватывающие каждый обширный раздел строительной механики, включают множество “примеров”,

представляющих, как правило, ключевые задачи раздела. Первая часть [5] содержит теорию поперечного изгиба статически определимых и неопределимых балок, продольно-поперечного изгиба балок (в том числе со слабо искривленной осью), изгиба и устойчивости плоских стержневых систем.

Рассматривая изгиб балок, И.Г. Бубнов дал оригинальное выражение интеграла уравнения изогнутой оси и его производных. Развитие этого способа, представленное в трудах, в частности, П.Ф. Папковича, привело к созданию известного метода начальных параметров.

В работе приведено много постепенно усложняющихся задач устойчивости стержней. Особо отметим решение для стержня, имеющего промежуточные упругие опоры. И.Г. Бубнов обнаружил, что начиная с некоторой величины жесткости упругих опор критическая сила перестает от нее зависеть и упругие опоры ведут себя как абсолютно жесткие. Этот результат послужил источником выбора рационального подкрепления, в частности, перекрытий. Основой является составленная Бубновым таблица критических жесткостей упругих опор для балок с различным числом участков. Выводы И.Г. Бубнов приложил к задаче определения устойчивости перекрестного набора (“задача Бубнова”). Позднее усложненными задачами этого типа занимались П.Ф. Папкович, А.А. Курдюмов и другие авторы.

Вторая часть [5] включает вопросы изгиба и устойчивости плоских стержневых систем и жестких пластин, а также теорию изгиба гибких пластин. Два дополнительных параграфа посвящены колебаниям балок, стержневых систем и пластин.

Рассматривая изгиб прямоугольного перекрытия с одной поперечной связью, И.Г. Бубнов показывает, что его можно заменить системой, в которой изгибная жесткость продольных балок равномерно распределена по длине перекрестной связи. Задача, таким образом, сводится к схеме изгиба балки на сплошном упругом основании. Позднее этот прием, впервые примененный Бубновым, был назван методом конструктивной анизотропии и нашел широкое применение в расчетах пластин и оболочек, подкрепленных регулярным набором.

Среди задач, посвященных деформированию жестких пластин, многие решены Бубновым впервые, среди них – задача об изгибе поперечной нагрузкой жестко заделанной по всем кромкам прямоугольной пластины. Проведя сложное решение с помощью тригонометрических рядов, Бубнов сумел получить подробные результаты (включающие распределение реактивного давления по контуру) этой имеющей большое прикладное значение задачи. Впервые получено общее решение задачи изгиба свободно опертой пластины комбинацией нагрузок: поперечной и ориентированной в плоскости пластины.

Рассматривая устойчивость пластины, И.Г. Бубнов, в отличие от Брайана, принял ее сжатой по двум направлениям, что имело прямое приложение к расчетам обшивки и набора корпуса корабля.

Особый интерес представляют вопросы § 22: об устойчивости прямоугольной пластины, загруженной давлением, линейно распределенным вдоль пары кромок; об устойчивости такой же пластины, но загру-

женной скалывающими усилиями по всем кромкам. Полученные здесь численные результаты используются и в настоящее время. Кроме того, эти решения – первый известный в литературе опыт применения “метода Бубнова” (о его значении будет сказано ниже).

Теория изгиба и устойчивости жестких пластин была существенно развита далее в исследованиях Б.Г. Галеркина, Ю.А. Шиманского, П.Ф. Папковича и других авторов. Механику работы пластин в неупругой области исследовал А.А. Ильюшин.

Во второй части [5] И.Г. Бубнов возвратился к задачам теории гибких пластин, значительно расширив результаты [14]. Он получил выводы о наличии у пластин с начальной кривизной как устойчивых, так и неустойчивых форм равновесия при действии нагрузок с выпуклой стороны. Эта задача положила начало будущим работам в области устойчивости оболочек при больших прогибах. Дальнейшее развитие теории гибких пластин связано, прежде всего, с именем П.Ф. Папковича.

В заключительных параграфах книги, опубликованных лишь в 1948 г. [27], И.Г. Бубнов предлагает теорию упругих продольных и поперечных колебаний балок, рассматривая ряд усложняющихся задач. Разобран случай крутильных колебаний. Раздел завершает задача о поперечных колебаниях прямоугольной пластины, опертой на жесткий контур.

Особое значение имеет “метод Бубнова” (в разных источниках – метод Бубнова–Галеркина, метод Галеркина, метод ортогонализации). Его появление связано со склонностью Ивана Григорьевича к анализу дифференциальных уравнений как методу решения краевых задач. Естественно, что в сложных случаях, когда замкнутого решения или решения в рядах получить не удавалось, требовались какие-либо приближенные методы. Можно предположить, что свои первые решения с помощью этого метода И.Г. Бубнов получил в 1909–1910 гг., но изложил он его в общей форме в отзыве [28] на конкурсную работу С.П. Тимошенко “Об устойчивости упругих систем”. В этом отзыве, кстати самом коротком из всех, Иван Григорьевич показывает, как результаты С.П. Тимошенко, применившего вариант метода Ритца, получаются непосредственно из дифференциальных уравнений задач. “В своем отзыве И.Г. Бубнов противопоставил метод ортогонализации энергетическому методу... Не удивительно, что в этом контексте И.Г. Бубнов не связывает свой метод с вариационной задачей и именно в том, что метод был сформулирован им как метод чистой ортогонализации, виден большой и широкий взгляд его на проблему интегрирования дифференциальных уравнений в целом” [29. С. 24]. В параграфе 22 второй части монографии [5] Бубнов предложил два пути применения своего метода: сведение уравнения в частных производных к обыкновенному и решение последнего методом ортогонализации и непосредственное приложение метода к уравнению в частных производных. Последующий анализ рядом авторов выявил, что область применения метода значительно шире, чем у энергетических: он пригоден для решения и неконсервативных задач. Его стали использовать в задачах теории пластичности, нелинейных и др.

В 1915 г. появилась статья Б.Г. Галеркина “Стержни и пластинки...”, в которой метод Бубнова применялся к задачам изгиба и устойчивости прямых стержней и пластин. Однако в своей работе Б.Г. Галеркин не упомянул о Бубнове как авторе метода, хотя, несомненно, знал об этом. Ссылался же он в статье на монографию Бубнова [5], где в § 22 метод и был приложен к задачам устойчивости пластин. Но эта ссылка не имеет отношения к методу ортогонализации. По необъяснимым пока причинам не отмечали впоследствии метод как выдающееся достижение Бубнова ни виднейшие его ученики Ю.А. Шиманский и П.Ф. Папкович, ни С.П. Тимошенко. Каково же значение вклада Б.Г. Галеркина в развитие метода? Следует согласиться с автором [29]: оно в том, что из статьи “Стержни и пластинки...” специалисты узнали о существовании метода ортогонализации, ведь в то время труды И.Г. Бубнова не были широко известны. Тем не менее, долгое время метод ортогонализации именовали “методом Галеркина”, и лишь в известном очерке А.С. Вольмира [30] он был обоснованно назван настоящим именем.

В наши дни метод Бубнова рассматривается как один из основных приближенных методов решения краевых задач математической физики, а с развитием средств вычислительной техники переживает как бы второе рождение – столь резко повысилась эффективность его применения. Факт создания этого метода можно оценить как выдающийся общенаучный результат И.Г. Бубнова.

С другой стороны, это яркий пример математического дарования Бубнова, проявившегося не только в постановке и решении сложнейших задач, но, прежде всего, во всем строе его профессионального мышления. Его творческий почерк сочетал в себе удивительно тонкую физическую интуицию, с одной стороны, а с другой – не менее удивительное математическое чутье в выборе метода решения. По отзыву А.Н. Крылова, “не занимаясь всеми отделами математики, он обладал удивительной способностью выбирать из них то, что требовалось ему для решения технических вопросов с изяществом и легкостью изумительной”. Если подходящего метода не оказывалось, И.Г. Бубнов создавал его, проявляя редкостную изобретательность.

Часть неизвестных нам его работ, видимо, утрачена вместе с бумагами архива. Среди сохранившихся черновиков – рукопись математической статьи “О простых числах” [31], датированная 1915 г.

Трудам И.Г. Бубнова органически присуща инженерная обстоятельность. Она – в наличии методических указаний по применению результатов, расчетных примерах, табулировании вводимых функций, а где можно – в прямых проектных рекомендациях. Он постоянно призывал к сознательному использованию формул, основанному на знании их предпосылок.

Строительная механика корабля, благодаря трудам И.Г. Бубнова, вылилась в самостоятельную научную дисциплину, тесно связанную с практикой проектирования. На этапах ее последующего развития, отмечая их предельно сжато, укажем фундаментальные труды П.Ф. Папковича (среди них – три тома монографии общим объемом около

200 печ. л.), Ю.А. Шиманского (и в их числе – по строительной механике подводных лодок, расчетам на динамические нагрузки, теории прерывистых связей корпуса), Г.Г. Ростовцева – создателя первого в стране курса по строительной механике самолета, В.В. Новожилова (выдающиеся труды по теории тонких оболочек).

Глава 13

Разработка методических материалов по прочности корпусов подводных лодок

“Иван Григорьевич Бубнов, построивший 36 подводных лодок и создавший строительную механику надводного корабля, умер в 1919 году, не оставив не только теоретических трудов, но и образцов расчетов по подводным лодкам”, – писал С.А. Базилевский [1. Ч. 1. С. 10]. На юбилейном заседании, посвященном памяти П.Ф. Папковича, он говорил: “Довоенные лодки строились по проектам И.Г. Бубнова, который никогда никого не знакомил с трудами, если они не закончены... И так как по подводным лодкам книги не было опубликовано, ни один расчет подводной лодки не был известен, приходилось ограничиваться только чертежами да короткими спецификациями” [2. Л. 21].

Высказывания эти, отражавшие широко распространившееся мнение, к счастью, не вполне основательны. В архивных материалах были найдены расчеты прочности¹ некоторых подводных лодок Бубнова, а также автограф расчета прочности корпуса последней подводной лодки водоизмещением 971 т. Эти материалы вместе со спецификациями, перепиской и корпусными чертежами дают возможность довольно подробно уяснить суть подхода И.Г. Бубнова к нормам, назначению запасов прочности и методам расчетов². Впервые же круг сходных вопросов рассмотрен в недавно изданной работе [3].

В отличие от надводного корабля у подводной лодки есть тесная связь между формой корпуса и его прочностью³. Форма корпуса, в свою очередь, определяется многими проектными соображениями. Еще раз кратко рассмотрим идеи, которые И.Г. Бубнов положил в основу конструкции своих подводных лодок.

Прежде всего, это размещение балластных цистерн вне прочного корпуса – в оконечностях, что обеспечивало безопасность лодки при их случайном повреждении и позволяло удачно разместить в объеме прочного корпуса оборудование. Форма корпуса принималась близкой к круговому цилиндру⁴ и была оптимальной для обеспечения прочности.

Плоские концевые переборки с набором у первых подводных лодок И.Г. Бубнов, начиная с “Миноги”, заменил безнаборными сферическими, обращенными выпуклостью внутрь. Материал полотнищ работал при этом в основном на растяжение.

Внутренние прочные цистерны, расположенные в центральной ча-

сти корпуса и воспринимающие забортное давление, выполнялись цилиндрическими с вертикальной осью.

Все эти решения обеспечивали конструкцию корпуса минимальной массы, что было важно, так как в то время на водоизмещение подводных лодок накладывались существенные ограничения.

Все построенные Бубновым подводные лодки были однокорпусными. Необходимость обеспечить плавные обводы не позволяла использовать чисто цилиндрическую форму. Средняя часть корпуса представляла в сечениях окружности, плавно уменьшавшиеся в нос и корму от миделя; радиус корпуса задавался уравнением

$$R = R_0 \left[1 - \left(\frac{x}{l} \right)^3 \right],$$

где R_0 – радиус корпуса на миделе, l – полудлина корпуса [4].

Аналитическое задание обводов существенно облегчало все расчеты по теории корабля.

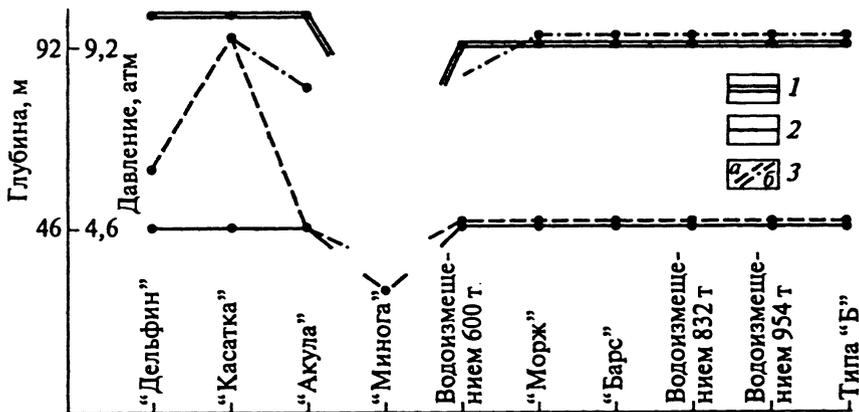
Определяя расчетные нагрузки и допускаемые напряжения, И.Г. Бубнов использовал идеи своего доклада [5].

В объяснительной записке [6. Л. 85] к проекту первой подводной лодки указано: “Корпус миноносца должен безопасно погружаться на глубину 50 саженей (примерно 92 м) и выдерживать пробное давление на стапеле, соответствующее 2/3 этой глубины”. Там же указано, что прочный корпус рассчитан на давление 10 кг/см² (см. рис. 2). Гидравлические испытания, в которых участвовал А.П. Шершов, были проведены в октябре 1902 г. на давление около 6 кг/см².

Корпус “Касатки”, конструктивно почти аналогичный, был рассчитан на давление 10 кг/см²; в объяснительной записке к проекту [7. Л. 2] отмечено, что он может погрузиться на глубину до 50 сажен. Испытываться корпус должен был наполнением водой под давлением около 9,5 кг/см². Глубина погружения первых подводных лодок была установлена в 50 м и являлась, по существу, рабочей; понятия предельной глубины тогда не существовало. Можно считать, что коэффициент запаса прочности для первых лодок был равен 2 (10/5 кг/см², где 5 кг/см² – действующая нагрузка, а 10 кг/см² – расчетная, равная или меньшая опасной). И.Г. Бубнов считал коэффициент запаса “коэффициентом неперности или неполноты расчетных формул, вследствие неумения нашего охватить при помощи их действительную картину явления” [8. С. 15]. Это, по существу, современный взгляд.

Испытательные же нагрузки устанавливались по-разному (рис. 7). Примечательно то, что давление для корпуса “Касатки” было аномально высоким; через несколько лет И.Г. Бубнов пришел к выводу, “что касается общих напряжений, то даже при пробной нагрузке их желательно доводить до критических точек...” [8. С. 19]. Но во время проектирования первых лодок его взгляды на соотношение нагрузок расчетной, действующей и испытательной только еще формировались.

Расчетных давлений для “Акулы” и “Миноги” в проектных документах не указано⁵, однако, даны испытательное давление для корпуса



Р и с. 7. Соотношение расчетной (1), рабочей (2) и испытательных (3) нагрузок для подводных лодок И.Г. Бубнова а – для корпуса, б – для средней и дифферентной цистерн

и действующее, которые и совпадают с аналогичными показателями последующих подводных лодок Бубнова (см. рис. 7). Кроме того, установлено испытательное давление (около $8,3 \text{ кг/см}^2$, глубина в 250 футов) для дифферентных и средней цистерн "Акулы", предназначенных и для работы при "проваливании" за рабочую глубину. Все это позволяет считать, что расчетное давление было больше $8,3 \text{ кг/см}^2$, скорее всего – $9\text{--}10 \text{ кг/см}^2$, и запас прочности близок к 2.

В 1911 г. при составлении технических условий на строительство подводных лодок для Черного моря появилась формулировка [9. Л. 84]: "Прочность корпуса должна быть рассчитана на 300 футов (около 92 м) погружения, а испытание проведено на глубине 150 футов (около 46 м)" (см. рис. 7). Рабочая глубина погружения устанавливалась в 50 м. В дальнейшем, разъясняя смысл подобных чисел, МТК отмечал [10]: "...предельную глубину погружения новой лодки комитет считает 150 футов, а своим требованием расчета на погружение в 300 футов ввел только некоторый коэффициент безопасности, как это всегда принято делать при инженерных расчетах". Из этого письма следуют два важных вывода: 1. Коэффициент запаса прочности действительно принимался равным 2; 2. Подтверждено, что запас прочности вводился в нагрузку.

В технических условиях для лодок типа "Морж" и их варианте для Балтийского моря типа "Барс" величины расчетной и испытательной нагрузок и рабочая глубина задавались, как показано выше (см. рис. 7).

В 1912 г. МГШ разработал требования к техзаданию на подводную лодку типа "Барс", в которых имелось положение о "возможности опускания до 300 футов" (!). После переписки требование было аннулировано, но, по всей видимости, И.Г. Бубнов решил далее "гусей не дразнить" и непонятные слова о прочности корпусов подводных лодок, рассчитанных на 300 футов (а плавающих на 150 футов), более в документах не появлялись.

В дальнейших вариантах лодок водоизмещением 832 т, 954 и, наконец, 971 т относительно прочности корпуса в принципе ничего не изменилось, но в документах в качестве расчетной фигурирует испытательная нагрузка (4,6 кг/см²). То, что отношение к запасу прочности при этом действительно не изменилось, подтверждает величина испытательного давления для отрывных цистерн последних проектов лодок Бубнова (см. рис. 7). “Эта цистерна ...должна продуваться на глубине 300 фут. ...заменяет отрывной киль, а потому всегда наливается полной при боевом положении” [9. Л. 84]. Иными словами, должна быть обеспечена работоспособность отрывной цистерны до глубины, с которой еще возможно спасение “провалившейся” подводной лодки, а значит, запас прочности корпуса по-прежнему на уровне 2.

Можно утверждать, что запас прочности корпуса принимался Бубновым порядка 2. Последующее развитие расчетных методов, многолетний опыт испытаний и эксплуатации корпусов подводных лодок позволили несколько уменьшить этот запас. Можно удивляться тонкому инженерному чутью И.Г. Бубнова, “угадавшего” его величину, ведь уточнение в будущем оказалось сравнительно небольшим.

Корпуса первых подводных лодок (“Дельфина” и “Касатки”) были набраны по продольно-поперечной системе, причем кольца шпангоутов и продольные ребра устанавливались по разные стороны обшивки. Метод расчета корпусов пока не обнаружен, но их конструкция показывает, что И.Г. Бубнов рассматривал листы обшивки как пластины, заделанные на шпангоутах, принимая жесткость пластин конечной. Определяя напряжения, действующие вдоль продольной оси корпуса, он применял зависимости, изложенные затем в [11]. В ином случае (расчета элементов оболочек как жестких пластин) расчет никогда бы не дал столь малых толщин обшивки. Что касается допускаемых напряжений, то предел текучести материала в то время еще не определяли, нормы задавались как доля от значения временного сопротивления разрыву, которое для никелевой стали прочных корпусов подводных лодок достигало 55–60 кг/мм². Известно, что нормой брали (0,4–0,5) $\sigma_{вр}$. Иван Григорьевич упоминает, что для нагрузки, аналогичной разрушающей, “нормы... должны быть понижены не менее чем в 2,5 раза” [8. С. 125]. Допускаемые напряжения, таким образом, могли составлять величину 25–30 кг/мм². Расчеты современными методами показывают, что напряжения в сечении пластины на шпангоуте несколько превосходят 30 кг/мм², однако, эти напряжения – местные, для которых допускался повышенный уровень, напряжения же между шпангоутами (общие) значительно меньше. Можно предположить, что расчетом проверялась и устойчивость шпангоутного кольца с присоединенным пояском обшивки, так как формулы по типу Мориса Леви были известны.

При конструировании подводных лодок “Акула”, “Мянога” и последующих И.Г. Бубнов применял уже чисто поперечную систему набора. Судя по элементам их корпусов, конструктивные принципы существенно не изменились, поэтому к ним можно отнести все сказанное выше (о принципах создания корпусов см. раздел 4.1 [3]).

Самый ранний из обнаруженных расчетов прочности корпуса лод-

ки И.Г. Бубнова относится к середине 1909 г. К этому времени его взгляды на расчетные методы и вопросы нормирования в значительной степени определились. К 1916 г. – времени проектирования последней подводной лодки Бубнова – расчетная методика была уточнена и расширена. Приведем ее основные положения, ориентируясь на [12, 13, 14].

1. Определялись наибольшие продольные напряжения в оболочке в сечениях на шпангоутах, причем использовалась (с ошибкой в безопасную сторону из-за кривизны оболочки) формула для плоской прямоугольной пластины, заделанной по длинным кромкам [11].

$$\sigma = 1,82p \left(\frac{a}{h} \right)^2,$$

где p – расчетная нагрузка (кг/см²), h – толщина оболочки (см), a – полушпация (см).

Расчетная нагрузка p рассматривалась как случайная, а напряжения в сечениях у шпангоутов – как местные.

В соответствии с положениями доклада [5] для общих напряжений (в шпации) принималась норма $0,8\sigma_T$, для местных же напряжений допустимой границей могла быть в ряде случаев величина $\sigma_{вр}$ [8. С. 125].

2. Определялось критическое давление для кольца шпангоута с присоединенным пояском обшивки по формуле:

$$P_3 = \frac{4EJ_o}{R^3 \cdot 2a}^7,$$

где J_o – наименьший момент инерции составного профиля (см⁴); E – модуль Юнга (кг/см²).

В последнем расчете [14] И.Г. Бубнов использовал уже более точную формулу Мориса Леви:

$$P_3 = \frac{3EJ}{R^3 \cdot 2a}.$$

От полученного результата бралось 80% (норма для случайной нагрузки см. [8. С. 125]), а от полученной величины далее – 40%. Результат сравнивался с расчетным давлением (p). И.Г. Бубнов считал, что для оболочки корпуса, работающей самостоятельно, т.е. без конструктивных мер ограничения перемещений, при потере устойчивости Эйлера нагрузка аналогична разрушающей, а следовательно, и нормы напряжений должны быть уменьшены “приблизительно в отношении разрушающих нагрузок ($\sigma_{вр}$) к критическим (σ_T)*, т.е. для судостроительных материалов примерно в 2 раза” [8. С. 25]. С учетом же неизбежных отклонений конструкций от правильной формы и, как следствие, дополнительных местных напряжений при нагрузке, еще значительно меньшей P_3 , величина запаса принимается равной 2,5 (см. выше 40%), “чтобы даже при случайной нагрузке иметь тройной запас прочности” [8. С. 26].

* См. примеч. 2 к гл. 12.

Далее определялась приведенная толщина составного профиля:

$$h_1 = \frac{F + 2ah}{2a},$$

где F – площадь сечения швеллера, применяемого для шпангоутного кольца (см²).

Среднее напряжение от сжатия (pR/h_1) сравнивалось с допусковым для случайной нагрузки.

В корпусах подводных лодок “Акула”, “Морж” и “Барс” величина шпации выбиралась малой (305 мм), по-видимому, для того, чтобы обеспечить работу обшивки лишь как присоединенного пояска шпангоута. Действительно, проверка по формулам критических давлений для потери устойчивости оболочкой в шпации выявляет значительный запас.

3. В последующих проектах подводных лодок водоизмещением 832 т и 971 т И.Г. Бубнов при тех же примерно толщинах обшивки увеличил длину шпации и поэтому проверял устойчивость оболочки в шпации, используя для этого формулу Лоренца, например, в [14] в виде:

$$P_3 = \frac{Eh^2}{9R \cdot 2a} \cdot \frac{\pi}{(1-\mu^2)^{3/4}} \cdot \sqrt{\frac{6h}{R}} \cdot \left[1 + \frac{\pi}{(1-\mu^2)^{3/4}} \cdot \sqrt{\frac{hR}{6(2a)^2}} \right],$$

где μ – коэффициент Пуассона.

Нормирование результатов изложено в п. 2.

4. Для случая плавания в надводном положении проверялась общая продольная прочность корпуса: вычислялся момент сопротивления кругового сечения по формуле

$$W = \pi R^2 h,$$

по норме для общих напряжений при постоянно действующей нагрузке $\sigma_{\text{доп}} \leq 0,6\sigma_T$ [8. С. 125] определялся “допустимый” изгибающий момент

$$M_{\text{доп}} = \sigma_{\text{доп}} \cdot W$$

и его величина сравнивалась с реально возможными значениями. Последние при этом неизменно оказывались значительно меньше.

Такова, в основном, методика расчета прочности корпуса однокорпусной подводной лодки, предложенная Бубновым.

В варианте проекта подводной лодки, подготовленного для судостроительной программы 1915 г., И.Г. Бубнов предусмотрел прочные межотсечные переборки плоской формы. Их полотно подкреплялись системой пересекающихся под прямым углом балок. Изложенный в [13] расчет основывался на допущении, что нагрузка аварийного давления (4,6 кг/см² – соответствует 150 фут погружения) воспринимается легкими балками, которые своими реакциями нагружают балки основные. Толщина и геометрия пластин переборок были взяты аналогичными элементам оболочки, что позволило не ставить особо вопрос об их прочности. В [13] также приведен расчет прочности рубки.

Методика, примененная И.Г. Бубновым для расчета конструкций

корпуса двухкорпусной подводной лодки (971 т), имеет свои особенности.

Обеспечивая возможность работ в межкорпусном пространстве при наружных шпангоутах, он увеличил шпацию до 50 см. В записке к проекту [15] он отмечает: "...в вопросе о назначении толщины обшивок нам приходится выбирать между двумя альтернативами: или, сохраняя обшивки жесткими, т.е. работающими как балка на изгиб, пропорционально утолщать их, доводя суммарную толщину до 25–28 мм, или же допустить более тонкие обшивки, работающие, главным образом, на растяжение как цепи; в этом последнем случае, конечно, приходится мириться с весьма значительными напряжениями... не только против опертых на шпангоуты сечений, но и в середине пролета (до 4500 атм)"* (Л. 8). По мнению Бубнова, "при условии одностороннего приложения предельных нагрузок на обшивке (всегда снаружи) и длительной пробы корпуса в специальном доке, во время которой должно произойти надлежащее перемещение предела текучести материала в наиболее напряженных фибрах листов, ...кажется возможным допустить такое перенапряжение листов, сэкономя на этом не менее 200 тонн в тоннаже лодки" [Там же]. Эти обширные выдержки четко показывают подход И.Г. Бубнова к узловым вопросам расчета.

В конструкции этой лодки шпангоуты прочного корпуса связывались с обшивкой корпуса наружного множеством ферм с жесткими узлами (см. рис. 1). И.Г. Бубнов рассматривал эти часто поставленные фермы как систему, передающую на обшивку наружного корпуса давление, обусловленное обжатием прочного корпуса. Эквивалентное (обжатию) давление назначалось как нагрузка при расчетах обшивки наружного корпуса и межкорпусных связей.

Результаты контрольного расчета позволяют предположить, что в [14] И.Г. Бубнов находил эквивалентное давление из условия равенства обжатий прочного и наружного корпусов, пренебрегая деформацией ферм и ошибаясь, таким образом, в безопасную сторону.

Поскольку конфигурация шпангоута наружного корпуса отличалась от круговой, производился его расчет как изогнутой балки.

Выше уже упоминалась единственная опубликованная работа И.Г. Бубнова [16], имеющая отношение к расчету корпуса подводной лодки. В статье дается способ упрощения формулы Лоренца, делающий ее более пригодной к расчетному определению критического давления оболочки.

Таковы в кратком изложении основные моменты, заложенные И.Г. Бубновым в фундамент проблемы обеспечения прочности корпусов подводных лодок⁸. Здесь нет сложных математических выводов, но присутствует тончайшее инженерное чутье, основанное на обширных знаниях и приводившее к правильным решениям даже там, где не хватало научного материала. Бубнов затронул все стороны проблемы: выбор внешних сил, нормирование, определение облика конструкций и их элементов. Складывается общее впечатление, что творческое насле-

* Для никелевой стали корпуса $\sigma_T \sim 27 \text{ кг/мм}^2$.

дие И.Г. Бубнова и в этой области значительнее, чем это полагалось ранее.

Важнейшая роль в последующих этапах развития строительной механики подводной лодки принадлежит П.Ф. Папковичу и Ю.А. Шиманскому, которые в 20–30-е годы начали разработку всего комплекса ее вопросов. В середине 30-х годов появились труды В.В. Новожилова, В.Ф. Сегаль, а затем Б.И. Слепова. Значение же работ В.В. Новожилова в области теории оболочек носит общетехнический характер.

Г л а в а 14

Основные результаты в области теории проектирования

Проектирование корабля И.Г. Бубнов рассматривал как систему “методов и приемов для определения размеров судна и всех частей, его составляющих, с тем чтобы самое судно и каждая отдельная часть его удовлетворяли наперед заданным условиям” [1. С. 323]. При такой общей постановке проблемы требовалось развитие как теории проектирования (определение размеров судна), так и иных кораблестроительных дисциплин (определение размеров всех частей судна). И.Г. Бубнов стал основателем строительной механики, внес крупный вклад в теорию корабля, создание систем и устройств, прежде всего, для подводных лодок. Но и его труды в области теории проектирования имеют определяющее значение, хотя и в наше время остаются не вполне оцененными. В них Бубнов выступил проводником аналитического подхода, ставя теорию на прочный фундамент математики и механики (см. Прил. 2). Он вполне осознавал особую сложность этой задачи, определяя ее в [2] как “обратную” – “создать чертежи судна, удовлетворяющего определенным заданиям” по отношению к задачам других кораблестроительных дисциплин. В своих работах, относящихся к строительной механике, теории корабля или иных, И.Г. Бубнов проводил связь решаемых частных задач с общей задачей проектирования. Особенно хорошо это заметно в статье [3], которая будет рассмотрена ниже. Результаты же многолетней и плодотворной проектно-конструкторской работы И.Г. Бубнова над созданием подводных лодок и надводных кораблей, а также его деятельность как автора новаторских учебных курсов проектирования отражены в главах настоящей книги.

Основной вклад Бубнова в теорию проектирования – в статьях [2, 4, 5]. Еще в молодости у него зародился интерес к аналитическим методам построения теоретического чертежа. В России эти методы развивали С.П. Дюшен, К.Н. Арцеулов, П.Д. Кузьминский, И.П. Алымов и В.И. Афанасьев. По поводу метода Афанасьева Бубнов вступил с ним в полемику на страницах печати [6]. В работе [4] он предложил выражение формы подводной части корабля с помощью кривых – прогрессив-сик высоких порядков. При этом учет особенностей корпуса военного

корабля позволил упростить зависимости и представить результаты в удобной для использования табличной форме.

Надо отметить, что все методы аналитических построений базировались на упрощенных взглядах на процесс обтекания реального корпуса, и лишь накопление данных в опытовых бассейнах мира позволило выработать типы хорошо обтекаемых форм.

Первая большая статья И.Г. Бубнова, посвященная вопросам теории проектирования [5], появилась в 1901 г., через несколько лет практики на Балтийском заводе. Эта работа имела принципиальное значение, так как затрагивала болезненный в то время вопрос¹ о точности учета весов, координат центра тяжести и моментов инерции масс многочисленных грузов. “Естественно при всякой постройке позаботиться о хорошей статистике, которая по окончании работы помогла бы разобратся в могущих возникнуть вопросах и указать, насколько точно осуществились те или иные предположения, положенные в основу проекта” [7. С. 348].

Еще в январе 1898 г. при обсуждении доклада А.Н. Крылова по общей теории качки на волнении Бубнов указал на недостаточную точность вычислений нужных для приложения теории Крылова элементов судна, в особенности центра тяжести и моментов инерции.

По его предложению, грузы, входящие в состав корабля, разбиваются на две группы: малое число изделий значительного веса и множество грузов небольшого веса. Указанные выше данные для грузов первой группы определялись точно и фиксировались индивидуально (на карточках), вес и координаты грузов второй группы определялись приближенно, но к обработке результатов привлекались методы статистики (закон больших чисел). И.Г. Бубнов показал, что при резком сокращении трудоемкости расчетов возможные ошибки практически допустимы². Его способ дал возможность еще на стадии проектирования значительно точнее определять показатели посадки, остойчивости, качки и др. Кроме того, применение способа позволило сравнивать итоговые результаты с проектными, выявлять и анализировать ошибки, с тем чтобы создание новых кораблей проходило “без обычных в настоящее время промахов”.

Накопив значительный практический опыт, И.Г. Бубнов вернулся к задаче аналитического определения главных размерений корабля. По свидетельству А.И. Балкашина [8. С. 160], лекции в НМА с изложением своего метода Бубнов читал уже в 1911 г., а опубликовал его в сборнике [2] в 1916 г.

Заслуга введения в практику проектирования расчетного метода определения водоизмещения (вывод и решение уравнения веса³) принадлежит М.М. Окуневу, который предложил его еще для парусных кораблей (1836), а затем распространил и на железные суда [9]. Более точное решение дал во второй половине XIX в. Норман. Он свел задачу определения главных элементов проектируемого судна к совместному решению уравнений веса и остойчивости. Однако этого был недостаточно. В проекте корабля грузы, их расположение, размеры и обводы корпуса должны выбираться так, чтобы удовлетворить указанным

уравнениям. Но большая часть грузов (корпус, машины, запасы, бронирование и др.), в свою очередь, зависит от размеров и обводов корабля, а эти определяющие зависимости были известны слабо или вообще неизвестны и заменялись разного рода предположениями. Поэтому И.Г. Бубнов к методу прямого определения главных элементов корабля относился скептически и выход видел в том, что “всякий пригодный к осуществлению проект представляет собой лишь развитие, изменение или усовершенствование уже существующего типа”. Поэтому и задачу определения главных элементов нового судна он сформулировал как **поиск приращений** (обусловленных некоторыми новыми требованиями) к элементам судна-прототипа, опираясь на его детально известную нагрузку и чертежи [10]. Основой остались уравнение веса и остойчивости, но введение в них не самих элементов корабля, а их приращений повысило точность выводов. Исходя из подробных данных судна-прототипа, И.Г. Бубнов указал способ, позволяющий связать изменение отдельных статей нагрузки с изменениями главных элементов судна-прототипа. Решая задачу о приращении элементов, естественно было использовать уравнения в дифференциальной форме, что позволило существенно упростить выкладки.

В качестве неизвестных были приняты длина, ширина и осадка корабля, а вместо третьего – недостающего – уравнения введено условие, позволяющее получить либо **наименьшее** водоизмещение, либо **минимальную** стоимость постройки, либо снижение расходов на эксплуатацию. Этим была обусловлена возможность аналитической оптимизации проектных решений.

Мало того, Бубнов указал способ использования нового метода при отсутствии корабля-прототипа. Для этого главные размерения и водоизмещение корабля выбирались приближенно, делались расчеты нагрузки и остойчивости, причем получались естественные невязки. Далее примерный проект принимался за прототип, к которому и применялась процедура метода.

Эффективность метода “исправленного прототипа”, или “дифференциального”, напрямую зависит от полноты данных по кораблю-прототипу. Работа “О статистике в судостроении” [5] давала практически осуществимый метод накопления таких данных.

Заслуга претворения способа Бубнова в рабочий принадлежит А.И. Балкашину, разработавшему первый вариант формул для пересчета весов. Основываясь на указаниях Бубнова, он подробно рассмотрел связь соотношений главных элементов корабля с водоизмещением, мощностью машин и весами, входящими в нагрузку [8]. Еще раньше, в 20-е годы, перерабатывая для студентов Политехнического института “Курс проектирования судов”, К.П. Боклевский включил в него дифференциальный метод Бубнова, но рукопись осталась неизданной. Варианты этого метода в настоящее время входят в руководства по проектированию (например, [11, 12]) и используются в конструкторской практике.

Почти не упоминалось о творческом вкладе И.Г. Бубнова в создание систем и устройств. Известны его ранние статьи: “О рулевом

устройстве” [13], “Водоотливная система” [14]; в последней – обоснованы новые принципы построения системы. Как создатель первых отечественных подводных лодок Бубнов давал решения принципиальных вопросов по облику систем погружения–всплытия, вентиляции, воздушной и др. По его идеям были разработаны дополнительные минные устройства подводных лодок “Акула” и “Барс” [15]. В последний период службы на “Петровской верфи” под его наблюдением было спроектировано внутреннее минное устройство для подводных лодок-заградителей “Ерш” и “Форель” более совершенное, чем созданное М.П. Налетовым для “Краба”. И лишь сжатые сроки – условие военного времени – заставили применить на этих лодках конструкцию минного устройства “Краба”, по которой уже был накоплен технологический опыт.

И.Г. Бубнов решил множество практических и несколько крупных теоретических задач по проектированию кораблей. Его многогранная деятельность в смежных областях кораблестроительной науки была тесно связана с этой центральной проблемой. Иван Григорьевич Бубнов по праву должен рассматриваться как один из основателей современной науки о проектировании кораблей.

Глава 15

Вклад в развитие теории корабля

Начало теории корабля как науки в середине XVIII в. связано с именами Л. Эйлера и французского астронома П. Бугера. В их трудах были даны основы учения о плавучести и остойчивости. Переход в середине XIX в. к железному судостроению и развитие боевых средств выдвинуло проблему непотопляемости. Еще М.М. Окунев в работе [1] употреблял это понятие, подразумевая под ним “безопасность от потопления”, но честь разработки проблемы на раннем этапе принадлежит С.О. Макарову. Он считал непотопляемость одним из важных элементов “оборонительной силы судов”, определял ее как “способность судна оставаться плавать на воде и не терять своих качеств от подводных пробоин” [2] и оставил труды с изложением организационных и технических принципов ее обеспечения.

Начало периода строго научного развития учения о непотопляемости (как и теории корабля в целом) связано с именами А.Н. Крылова и И.Г. Бубнова. Вряд ли будет ошибкой считать, что взгляды молодого Бубнова на значение непотопляемости формировались под впечатлением ряда морских катастроф конца XIX в. Вот имена некоторых погибших кораблей: броненосная лодка “Смерч” – 70-е годы, броненосцы “Виктория” – 1893 г., “Русалка” – 1893 г., “Гангут” – 1897 г. При этом морская история прошлого века сохранила достаточное количество случаев гибели кораблей, когда аварии происходили из-за сравнительно небольших первоначальных повреждений, но ни одного случая

серьезной аварии, когда действия команды позволили бы спасти корабль. Возможно, в этом причина скептического отношения И.Г. Бубнова к мерам, которые в наши дни принято называть “организационно-техническое обеспечение” и “борьба за непотопляемость”. Не отвергая их принципиально, он считал главной и решающей мерой конструктивное обеспечение непотопляемости.

В то время критерием ее оценки повсеместно считали количество непроницаемых отсеков (доходившее до сотен) и мощность водоотливной системы. При этом совершенно не учитывались возможные размеры повреждений корпуса, сложность практического обеспечения непроницаемости сотен переборочных дверей, горловин и др. На деле самая мощная водоотливная система могла бороться с водой при пробое не более 4–5 кв. футов (оценка Бубнова), но даже при малых повреждениях она была неэффективна, так как не удавалось обеспечить непроницаемость многих отсеков. Практика показала ошибочность избранных принципов: корабли тонули независимо от размера пробоины.

Еще в 1898 г. в статье “Тяжелый урок” [3] Иван Григорьевич писал: «Если ... подразделение на множество отсеков и колоссальная водоотливная система не спасают судна даже при столь счастливых условиях, какие имели место на броненосце “Гангут”, – значит надо искать другие решения вопроса». Вскоре на лекции в Кронштадтском морском собрании И.Г. Бубнов излагает свои взгляды на действительное назначение водоотливной системы и принцип расположения непроницаемых переборок. По его мнению, система должна удалять ограниченный объем воды, когда пробоина закрыта пластырем, а разумное распределение немногих непроницаемых отсеков ограничивает распространение воды по кораблю. К этому же периоду относится постановка Бубновым задачи о времени затопления корабля через пробоину при беспрепятственном растекании воды в корпусе. Материалы задачи в изложении В.И. Афанасьева были опубликованы в статье [4].

В фундаментальной работе [5] о конструктивном обеспечении непотопляемости¹ больших кораблей И.Г. Бубнов приложил к указанным выше соображениям аналитический метод. Цель он сформулировал следующим образом: “...нам нужно, чтобы судно после аварии не затонуло, не перевернулось, словом, чтобы оно сохранило свои мореходные качества; следовательно, те элементы судна, от которых зависят эти качества, должны изменяться при аварии сколь возможно мало; а таких элементов немного, и главным, преобладающим из них является **посадка судна**; таким образом, постараемся сделать так, чтобы при всякой аварии крен и дифферент, получаемые судном, были по возможности незначительны...” [6. С. 264]. Далее И.Г. Бубнов рассмотрел зависимость от посадки всех мореходных свойств корабля. При этом он впервые решил задачу о начальной остойчивости поврежденного корабля, определив влияние относительной длины затопления. Расчеты для ряда крупных кораблей показали, что в условиях малого изменения посадки затопление даже нескольких больших отсеков не уменьшает до опасного предела поперечную метацентрическую высоко-

ту², что позволило не касаться далее вопроса о поперечной остойчивости. За рубежом аналогичные выводы были получены Фламмом лишь через 10 лет, а в 20-е годы влияние соотношений главных размерений на остойчивость корабля изучал Л.М. Ногид.

Сравнительно простой анализ привел И.Г. Бубнова к выводу, что большое число непроницаемых отсеков выгодно лишь при очень малых размерах пробоины, а при ее реальных размерах исчезает всякая разница между последствиями большого и малого числа отсеков. Отсюда напрямую следовал второй принцип: число непроницаемых отделений должно быть наименьшим, но они должны обеспечить сравнительно малые изменения посадки судна при аварии. Переборки должны быть поперечными, чтобы обеспечить бескреновость затопления³, и располагаться таким образом, чтобы затопление любого из отсеков вызывало одинаковые изменения в посадке корабля. Иван Григорьевич последнее аргументировал словами: "...последствия взрыва мины должны быть приблизительно одинаковы, попадет ли она в то или другое место борта судна. Делать иначе – значило бы то же, что представлять по борту плиты (броневые. – *Авт.*) разной толщины без определенного порядка; только это – несообразность наглядная, там же она несколько замаскирована" [6. С. 288].

Установив общие принципы, И.Г. Бубнов получил зависимости, позволившие для броненосца определить число отсеков, исходя из размеров ожидаемых повреждений и схемы бронирования. Задача же о рациональном размещении поперечных переборок была решена Бубновым при помощи **кривых переуглубления** [6; см. рис. 7. С. 294], дающих изменение посадки корабля при затоплении произвольного отсека. Эти графики вошли во все руководства по теории корабля и продолжают использоваться в расчетной практике.

В отсеке, длину которого нельзя ограничить (например, из-за расположения машин), Бубнов предлагал вводить две непроницаемых продольных переборки, а получившиеся бортовые отсеки – сообщать. Возможный крен при таком расположении всегда меньше, чем для отсека, разделенного продольной переборкой в диаметральной плоскости. В заключение первой части [5] И.Г. Бубнов пишет: "Боевая сила судна складывается из многих факторов, и только гармоническое сочетание их без развития одного в ущерб другому делает судно совершенным. Непотопляемость судна есть такой же фактор, как его артиллерия, броня, скорость и пр. ..." [6. С. 288].

В 1902 г. А.Н. Крылов сформулировал положение о том, что непотопляемость обеспечивается запасом плавучести корабля, а подразделение на отсеки есть одно из средств использования этого запаса. "Подразделение на отсеки должно определяться расчетом, коего принцип, чтобы корабль тонул, не опрокидываясь" [7]. В дальнейшем вопросы обеспечения непотопляемости с большим успехом разрабатывал В.Г. Власов.

Отвечая на второй вопрос [5]: как конструировать переборки, чтобы они выполняли свое назначение, – И.Г. Бубнов исходил из принципа: "...вес должен быть такой, чтобы он гарантировал прочность переборок, и не конструкция должна применяться к местным условиям, а

пусть они применяются к ней” [6. С. 298]. Решение задачи было доведено им до конкретных инженерных рекомендаций.

Еще в начале своей деятельности Бубнов заинтересовался механикой спуска корабля на воду, относя вопрос к числу тех, где практика опередила теоретическую разработку. Однако рост спускового веса и особенно длины кораблей делали применение известных приемов все более рискованным. В работе [8] он ставит задачу: “В каждый заданный момент времени найти положение спускаемого судна, силы, действующие на него, скорости поступательного и вращательного движений и моменты сил, изгибающие корпус судна”. В статье рассмотрены случаи продольного спуска по стапелю с прогрессивно изменяющимся уклоном (выпуклостью вверх или вниз), а также с постоянным уклоном. Расчеты статьи сделаны применительно к спуску крейсера “Россия”. Составлены и приближенно проинтегрированы уравнения для всех периодов спуска (их четыре), указаны практические приемы определения элементов движения корабля.

Оказалось, что возникающие при спуске изгибающие моменты весьма значительны и могут достигать тех же величин, что и при качке на развитом волнении. Их максимальные величины практически не зависят от знака кризисной профиля фундамента, а вот скорости в разные периоды движения корабля существенно зависят от него. Эти выводы позволили дать рекомендации по выбору профиля фундамента для спуска кораблей разной массы и при учете местных условий расположения стапеля.

В дальнейшем, в середине 1930-х годов, теорию продольного спуска корабля существенно развил В.Г. Власов.

Еще в 1895–1896 гг., по предложению А.Н. Крылова, Иван Григорьевич проделал опыты погашения бортовой качки корабля при помощи водяных цистерн. Эти материалы сохранились в рукописи [9], а в изложении – вошли в 12-е Прибавление к докладу А.Н. Крылова английскому Обществу корабельных инженеров в 1898 г. Позднее они были включены в [6]. Работа была предпринята не случайно. В кораблестроении того периода идея избавления от качки была актуальной, исследовались способы умерения качки при помощи бортовых килей и цистерн с водяным балластом (предложены Р. Уаттом в 1883 г.). Для России, по проекту А.А. Попова, была построена яхта “Ливадия”, корпус которой имел незначительное удлинение, что должно было обеспечить малость размахов бортовой качки⁴. Результаты экспериментальных работ, проведенных во Франции и в Англии, носили качественный характер, из них нельзя было выявить зависимость эффективности действия цистерн от их проектных данных.

Для своих опытов И.Г. Бубнов использовал остроумное приспособление, состоящее из массивного маятника (около 80 кг), на подвесе которого располагалась цистерна с водой (вес воды от 300 до 800 г). Цистерна допускала перемещение по высоте подвеса, ее размеры могли меняться. Из опытов он вывел зависимость, согласно которой максимальное умерение качки достигалось при глубине воды в цистерне, когда соответствующее время пробега переносной волны между ее бор-

тами равнялось периоду колебаний маятника (качки корабля). Убывание размахов составляло величину постоянную и пропорциональную количеству воды в цистерне и ее длине, но обратно пропорциональную коэффициенту остойчивости корабля.

Главный вывод работы позволяет считать И.Г. Бубнова автором первого успокоителя, основанного на принципе двойного резонанса [10]. А.Н. Крылов считал в работе Бубнова весьма важным положение о том, что даже небольшим количеством воды можно получить значительный эффект умерения качки.

Дальнейшим развитием идей Бубнова стало появление цистерн Фрама (примерно через 10 лет после доклада И.Г. Бубнова) и цистерн Хорта – перед второй мировой войной. Сам Иван Григорьевич в декабре 1915 г. проводил в Опытном Бассейне эксперименты, выявляя возможность умерения качки спроектированной им подводной лодки в 954 т с помощью бортовых балластных цистерн. Теория успокоительных цистерн впоследствии была разработана А.Н. Крыловым.

Здесь, в гл. 12, было освещено развитие метода определения сил при килевой качке корабля. Решая эту задачу на базе теории А.Н. Крылова, Иван Григорьевич предложил практическую схему расчета килевой качки, которая легла впоследствии в основу расчетных методик. Эти результаты изложены им в рукописи [11], а также в [12] и [13].

В работах Ивана Григорьевича Бубнова ценно не только их содержание, но и литературное оформление. Для них характерна полемически острая и четкая постановка вопросов, ясная аргументация и живой, всегда эмоциональный, а иногда и насмешливый язык. И в этом отношении его труды могут послужить образцом для современных авторов, знакомство с ними особенно полезно для каждого, кто желает посвятить себя на учной деятельности.

Заключение

Славное имя Ивана Григорьевича Бубнова навсегда вошло в историю отечественного кораблестроения и занимает почетное место среди имен известнейших корабелов мира.

Выдающийся ученый, он создал концепцию прочности корабля, заключавшую в себе методы расчета, принципы нормирования, правила приемки и испытаний материалов, и был автором замечательных работ в иных областях кораблестроительной науки.

Талантливый конструктор, он был выдающимся организатором и творцом отечественного подводного кораблестроения и внес весомый вклад в создание русских линейных кораблей дредноутного типа.

Многие известные кораблестроители, с именами которых связано воссоздание и развитие флота нашей страны, были учениками И.Г. Бубнова.

Непреходящее значение трудов Бубнова делает необходимым их дальнейший поиск, изучение и издание. Обилие же, пусть небольших, находок при сборе материалов для книги убеждает: далеко не все нам известно о И.Г. Бубнове, не все возможные источники знания открыты и учтены. Возможно, пожелают откликнуться люди, располагающие еще неизвестной информацией о нем.

И если бы удалось найти и опубликовать исчезнувшие его труды, это стало бы достойным памятником “скромному во всем, кроме блестящих исследований”, Ивану Григорьевичу Бубнову.

Обязанность ныне живущих – бережно собирать, сохранять и использовать творения своих предшественников. В преемственности добра – один из залогов движения вперед.

Комментарии и примечания

К главе 1

- ¹ Журналы, которые в России до революции служили для записей о поведении, проступках учащихся.

К главе 2

- ¹ Помещение с гладким деревянным полом, на который наносится в натуральную величину чертеж обводов судна (разбивка корпуса судна на плазе); учебный плаз имеет меньшие размеры.
- ² При такой системе практиканты прослеживали различные операции на кораблях, находящихся в различных стадиях строительства.
- ³ 13 октября 1888 г. И.Г. Бубнов произведен в младшие унтер-офицеры, 25 сентября 1889 г. – в фельдфебели, 5 сентября 1890 г. – в кондукторы.
- ⁴ Гражданскому чину 10 класса соответствовали: в армии – чин поручика, на флоте – мичмана. В течение ряда лет, до указанной реформы, выпускники училища производились в подпоручики. В мае 1886 г. было утверждено “Положение о корабельных инженерах и инженерах-механиках флота”, которым, в частности, для корабелов устанавливались персональные звания: младший помощник судостроителя, старший помощник судостроителя, младший судостроитель, старший судостроитель, инспектор кораблестроения. Выпускник-корабел стал получать первое звание. В мае 1907 г. корабельные инженеры и инженеры-механики были переаттестованы в военные чины и училище вернулось к прежнему порядку.
- ⁵ Персональное звание и должность назывались одинаково.

К главе 3

- ¹ В те годы командиром порта был контр-адмирал В.П. Верховский, должность главного корабельного инженера порта занимал подполковник Н.А. Субботин.
- ² Порт-Дуэ – угольная станция на о. Сахалин, служившая для снабжения кораблей Российского флота.
- ³ В XIX в. в штате НМА не было должности “профессор”. По сути же, штатный преподаватель, ведущий самостоятельный предмет, являлся профессором.
- ⁴ ИРТО имело цель содействовать развитию техники и технической промышленности в России. Его устав был утвержден 22 апреля 1866 г. Общество делилось на несколько отделов. Председателем IV отдела ИРТО в те годы был командир С.-Петербургского порта В.П. Верховский.
- ⁵ Репетициями назывались периодические проверки усвоения слушателями учебных программ. Выставлялись оценки.
- ⁶ Эквивалентный брус – условная балка, имеющая одинаковую с корпусом корабля сопротивляемость продольному изгибу; расчет эквивалента бруса (ЭБ) в высших приближениях включает учет возможности потери устойчивости частью листов обшивки.

- 7 Испытания проводились в лаборатории С.-Петербургского института инженеров путей сообщения. В опытах тензометр устанавливался на стальной планке, которая растягивалась на гидравлическом прессе.
- 8 А.Н. Крылов вспоминал [1], что во время разговора с Р. Фрудом, когда речь зашла об опытах Бубнова, Фруд признался, что им не удалось выявить определенных зависимостей, хотя что-то похожее замечалось.

К главе 4

- 1 Это звание соответствовало чину лейтенанта.
- 2 Графическое изображение (в трех проекциях) наружной поверхности корпуса корабля, дающее полное представление о форме его обводов.
- 3 Аналитическое выражение зависимости полушироты корпуса от длины и высоты при помощи ряда параметров.
- 4 Об этом упоминает А.С. Вольмир в [2], по-видимому, ориентируясь на воспоминания А.П. Шершова. Правильное название – Училище дальнего плавания. Организовано в 1902 г. на базе Мореходных классов при С.-Петербургском яхт-клубе. В настоящее время – Морская академия им. адмирала С.О. Макарова.

К главе 5

- 1 Прибор для регистрации сопротивления воды движению модели.
- 2 Прогрессивные испытания имеют целью определение переходных коэффициентов от эффективных сил, рассчитанных по результатам испытаний, к мощности установленных на корабле двигателей.
- 3 Проекты кораблей со специальной конструктивной защитой от взрывов мин в виде системы бортовых камер и переборок, а также иногда и при наличии тройного дна. Имели увеличенную ширину.
- 4 Эта небольшая “полуподводная” лодка водоизмещением 14 т по замыслу должна была состоять из отсеков (секций) и собираться на плаву. Построенная лодка получила имя “Петр Кошка”.
- 5 В последнем варианте проектное водоизмещение составило около 550 т. Корабль состоял из герметичного стального корпуса, с расположенной над ним узкой, заполненной пробкой надстройкой. В рабочем (водобронном) положении основной корпус был защищен почти двухметровым слоем воды. Ход давала котлотурбинная установка. Корабль должен был иметь минное и артиллерийское вооружение.
- 6 Находится в СПФ АРАН (Ф. 759) и в мемориальном кабинете-музее А.Н. Крылова в Военно-Морской академии С.-Петербурга.
- 7 В МТК имелись еще Механическая, Артиллерийская и Минная чертежные.
- 8 Справочные таблицы, позволяющие на основании информации о затоплении расчетным путем определить изменение посадки корабля и подобрать вариант набора затопляемых для спрямления отсеков.
- 9 Первый в России реверсивный дизель-мотор был построен на заводе Э.Л. Нобеля в С.-Петербурге в 1909 г.
- 10 На гребном валу находились электромотор, муфта, дизель-мотор и генератор. В обычном ходовом режиме муфта была включена, гребной винт вращал дизель-мотор. При маневрах и реверсе муфта расцеплялась, и работал питаемый от генератора электродвигатель. Система по сравнению с прямой электропередачей была более экономична.
- 11 При действии ударной волны в приборе происходит деформация пластичного элемента, нагрузка на который передается через упругую металлическую

- мембрану. После точного замера величины деформации давление определяется по переводной таблице.
- 12 Заряд оформлялся в виде головного отделения мины Уайтхеда.
 - 13 Впервые А.Н. Крылов и И.Г. Бубнов рассмотрели предложения М.П. Налетова в январе 1907 г. и высказали ряд замечаний.
 - 14 В 1910 г. в Опытном Бассейне под руководством Бубнова испытывались модели эсминца с 35-узловой скоростью по проекту с.-петербургского Металлического завода.
 - 15 Учрежден в 1904 г. под председательством великого князя Александра Михайловича. Имел право сбора пожертвований по всей территории Российской Империи и право заказа кораблей как на русских заводах, так и за границей. Высшим органом Комитета было общее собрание его членов, среди которых – Л.А. Брусилов, Н.Л. Кладо, Е.Е. Шведе, А.Н. Крылов, К.П. Боклевский, И.Г. Бубнов, М.Н. Беклемишев, Г.Ф. Шлезингер, В.А. Винтер и ряд других наиболее авторитетных офицеров флота и ученых. На собранные средства были построены 19 миноносцев (в том числе эсминец “Новик”) и 2 подводные лодки. Комитет закончил деятельность в 1914 г.
 - 16 Карлингс – продольная подпалубная балка, поддерживающая бимсы.
 - 17 Ширстрек – верхний пояс наружной обшивки борта; утолщается, так как воспринимает большие усилия при изгибе корпуса. Килевой пояс – пояс наружной обшивки днища, примыкающий непосредственно к килю; утолщается по тем же причинам.

К главе 6

- 1 Доклад Н.Е. Кутейникова “О высших школах судостроения” относится к 1897 г., докладная записка А.Н. Крылова о кораблестроительном отделе Берлинской высшей технической школы датирована апрелем 1898 г.
- 2 Официальное звание выпускника с.-петербургского Политехнического института.
- 3 Под председательством князя А.Г. Гагарина – будущего директора института.
- 4 К.П. Боклевский обязанности декана сочетал с профессурой на кафедре корабельной архитектуры.
- 5 Была издана Политехническим институтом в 1904 г. отдельной книгой.
- 6 Приблизительно соответствует современному званию доцента.
- 7 Следует учитывать, что точка зрения И.Г. Бубнова “крайне левая”. Он, видимо, сознательно игнорировал, что рекомендации страховых обществ представляють отражение колоссального опыта мореплавания, последнее иногда может преобладать и над логикой конкретных аргументов. Высказывания Бубнова следует понимать как методические: добиться возможности учить студентов свободному (критическому) инженерному мышлению, а уже затем знакомить с разного рода “ограничениями”.
- 8 После ремонта вошла в состав японского флота под именем “Танго”. В 1916 г. была куплена Россией, переименована в “Чесму” и вошла в состав флотилии Северного Ледовитого океана.
- 9 Экзамены сдавались в Морском инженерном училище, после чего предусматривалась стажировка на кораблях флота. К 1916 г. до двух третей выпускников отделения работали по военному кораблестроению и лишь треть – по коммерческому [З. С. 71].
- 10 Война была объявлена 19 июля 1914 г.
- 11 В то время – начальник НМА и директор Морского кадетского корпуса. После реорганизации эти должности были разделены.

- 1 На конкурсе в Париже в 1897 г. этот проект был награжден. В его разработке участвовал мичман А.Н. Крылов.
- 2 Предложены С.К. Джебевским в 1892 г. Аппарат представлял из себя раму, в которой мина удерживалась с помощью бугелей и хвостового зажима. При выстреле бугеля откидывались, рама с миной отводилась носовой частью на заданный угол прицеливания, затем раскрывался хвостовой зажим, и включалась машина мины. Достоинством аппарата была крайняя простота конструкции.
- 3 Оба типа лодок строились тогда в России по соглашениям с фирмами Голландия и Лэка. Подводные лодки С. Лэка первоначально предназначались для хозяйственных и исследовательских целей, а для военных – были приспособлены.
- 4 После сдачи Порт-Артура транспорты переадресовали во Владивосток.
- 5 В состав отряда подводных лодок входили лодки типов Голландия и Лэка.
- 6 В первые годы существования Отдела подводного плавания им руководил строитель.
- 7 Тип “Кайман” – увеличенный “Протектор”, водоизмещением несколько больше 400 т. Лодки оказались неудачны.
- 8 “Акула” сдана флоту в 1911 г., “Минога” – в 1909 г.
- 9 Прерогативой Государственной думы было введение налогов и утверждение новых расходных статей бюджета; таким образом, без одобрения Думой финансировать новое кораблестроение было невозможно.
- 10 Отпуску кредитов на военное кораблестроение в то время препятствовали Совет государственной обороны и Государственная дума.
- 11 Эти подводные лодки при водоизмещении около 1100 т должны были нести 40 минных аппаратов, 250 мин заграждения.
- 12 Подводный минный заградитель (“Краб”) был заказан Николаевскому заводу “Наваль” в 1908 г.
- 13 Имелась идея дооборудовать строящуюся “Акулу” в подводный заградитель. Из-за отсутствия специальных мин тогда от этого отказались. В 1915 г. “Акулу” оборудовали бортовым устройством для постановки мин. В период работы на “Ноблесснере” И.Г. Бубнов создал минное устройство, по отзывам более совершенное, чем на “Крабе”.
- 14 Создан как дочернее предприятие Машиностроительного завода Нобеля и завода АО “Г.А. Лесснер” по инициативе его директора А.С. Плотникова.
- 15 Окончательный заказ на подводные лодки типа “Барс” составил: 12 – АО “Ноблесснер”, 8 – Балтийскому заводу и 4 – “Наваль-Руссуд” в Николаеве.
- 16 Сохранившиеся документы контракта с И.С. Лихачевым показывают, что условия службы на “Ноблесснере” были весьма выгодны.
- 17 Соображения, которыми руководствовался Бубнов, избегая деления корпуса на отсеки, представляли систему аргументов, частично справедливых. В целом, он считал, что прочные переборки, ограничивающие распространение воды в подводном положении, неоправданно увеличат водоизмещение лодки. Все же в 1913–1914 гг. он изменил точку зрения.
- 18 Представленный “Ноблесснером” в 1916 г. проект опытной подводной лодки водоизмещением 1800 т (чертежи подписаны Юркевичем) несет отчетливые следы технических решений подводной лодки Бубнова типа “Б” (971 т). Проект был принят к постройке, но затем заказ отменен.
- 19 ГУК создано в октябре 1911 г. путем объединения МТК и ГУКиС на основании “Временного положения об управлении Морским ведомством”. В управлении было сосредоточено общее техническое и хозяйственное заведование постройкой, ремонтом, вооружением и боевым снабжением кораблей.

К главе 8

- 1 Одной из причин этого была позиция Совета государственной обороны, который счел заявку на строительство двух линейных кораблей недостаточно обоснованной и предложил выработать мотивированную программу кораблестроения.
- 2 Эти положения определили изначально противоречивые требования к кораблю (например, по дальности плавания и отчасти – мореходности). Вместе с тем, требование по дальности заставило некоторых конструкторов (К.П. Боклевского, И.Г. Бубнова, Н.Н. Кутейникова) предложить экономичную дизель-электрическую силовую установку.
- 3 По классификации 1907 г. был образован класс линейных кораблей, к которому причислялись также и эскадренные броненосцы последних лет постройки.
- 4 Так назывались тогда конструктора – практики, не имевшие специального образования, но, в силу природных способностей, прошедшие многолетний “естественный отбор” в бюро и накопившие значительный опыт.
- 5 В 1907 г. было образовано объединенное правление Адмиралтейского и Балтийского заводов.
- 6 Черновики некоторых из этих расчетов до войны сохранялись в архиве П.Ф. Папковича, но затем были утрачены.
- 7 Заводам потребовалось около 2 лет на подготовительную реконструкцию производств.
- 8 В число акционеров “Руссуд” входили некоторые руководящие деятели Морского министерства.
- 9 В 1911 г. Л.Л. Коромальди был определен “для службы на коммерческих судах”. Эта формулировка позволяла военному кораблестроителю поступить на службу на частное предприятие.
- 10 А.И. Маслов закончил в 1913 г. НМА и был назначен помощником начальника Технического бюро Адмиралтейского завода.
- 11 На верфь АО “Наваль”.
- 12 Обычно на линейных крейсерах орудий главного калибра было меньше, чем на линкорах; слабее было развито бронирование.
- 13 Еще 17 марта 1909 г. в докладе на имя товарища морского министра Крылов поддержал идеи Бубнова, предлагая переоборудовать под электродвижение корвет “Рында”. Решение было принято, но осталось неосуществленным.

К главе 9

- 1 Принцип устройства состоял в автоматической компенсации избыточной или недостаточной плавучести системы “модель–крепления–рама–поплавки” за счет плавучести поплавков, свободно перемещающихся в баках.
- 2 Результаты сумел теоретически обосновать В.И. Юркевич. Впоследствии этот тип обводов был им запатентован и получил широкое распространение (в частности, на лайнере “Нормандия”).
- 3 Сущность явления состоит в том, что при скорости $V = \sqrt{gh}$ (где V – скорость, h – глубина воды, g – ускорение силы тяжести) образуется спутная волна, скорость бега которой равна скорости хода корабля, и добавочная мощность, развиваемая машиной корабля, затрачивается не на увеличение скорости хода, как было бы на глубокой воде, а на поддержание этой волны [4. С. 366].
- 4 По этому способу к буксируемой на динамометре модели корабля подводились сзади модели гребных винтов, не связанные механически с моделью корабля и вращаемые от особого привода.

- ⁵ При этом корабль выводился из строя на значительное время, очень большими были расходы на несколько его докований для замены винтов. Стоимость же одного комплекта винтов для линкора “Севастополь” составляла 85 тыс. руб.
- ⁶ За годы войны еще дважды делались попытки добиться ассигнований на станцию.
- ⁷ По словам И.Г. Бубнова, эти опыты проводили студенты института.
- ⁸ Действовавшим Положением ставились следующие задачи: производство опытов над сопротивлением воды на моделях проектируемых судов и выработка форм и очертаний судового корпуса и винта; исследование морских качеств моделей судов; научная разработка путем опытов над моделями судов, вопросов по гидродинамике и теории кораблестроения [5].
- ⁹ Речь о запоздалых предложениях по построению теоретического чертежа с помощью “константиноид” (прогрессик) – вопрос, которым сам Бубнов занимался 20 годами раньше.
- ¹⁰ В [6] Бубнов говорит о полном разочаровании в системе управления кораблестроением, сложившейся в министерстве.

К главе 10

- ¹ Поручики Корпуса корабельных инженеров А.Я. Грауэн и С.Т. Яковлев в составе комиссии А.Н. Крылова участвовали в испытаниях цистерн Фрама на пароходе “Метеор” в 1913 г.
- ² Из них – 36 подводных лодок, 8 линейных кораблей и 4 линейных крейсера (часть подводных лодок, один линкор и крейсера недостроены).
- ³ Согласно закону от 10 июня 1910 г. о преобразовании НМА, в срок учебной пенсии засчитывалось и время, проведенное на другой службе, если только стаж преподавателя в Академии был не менее 3 лет.
- ⁴ Организован в 1918 г., помещался на наб. Мойки, дом 122; в 1925 г. объединен с Университетом Петрограда.
- ⁵ Учреждена 14.12.18 г. Дополнением к Декрету СНК от 09.05.18 г. о создании КОМГОССООР.
- ⁶ Первый проект переделки крейсеров типа “Измаил” в грузовые суда составил А.И. Балкашин в ноябре 1917 г. Однако комиссия ГУК тогда пришла к выводу о необходимости достройки кораблей как боевых.
- ⁷ Она определялась еще и международным положением (непризнанием) Советской России за рубежом. Поэтому в те годы пассажиру плыть было некуда.
- ⁸ Адрес больницы: Васильевский остров, 15 линия, д. 4/6.
- ⁹ Это не совсем так. В тот же день (13 марта) состоялось заседание Совета комиссии по судостроению под председательством П.Ф. Вешкурцева, который почтил память И.Г. Бубнова.

К главе 11

- ¹ Общий объем утраченных материалов – около 85 печ. л. Н.Д. Шапиро вспоминала рассказ А.А. Бубновой, что после смерти Ивана Григорьевича большинство бумаг его архива и часть библиотеки были изъяты лицами, предъявившими соответствующий мандат [7].
- ² Они были открыты 18 мая 1920 г.
- ³ Назначенный штатным преподавателем в 1913 г. А.И. Балкашин был уволен в связи с прекращением учебной деятельности НМА после начала войны.
- ⁴ Негативы хранятся в РГА ВМФ.

- ⁵ Разумеется, за исключением статей А.С. Вольмира в [2] и Ф.К. Дормидонтова в [8].
- ⁶ До 1980 г. могила находилась на участке за зданием бывшей Воскресенской церкви и была перенесена при проведении планировочных работ.
- ⁷ Текст надписи:

Корабельный инженер
Иван Григорьевич
Бубнов
создатель науки
строительная механика корабля
6.I.1872–13.III.1919
и супруга
Анастасия Алексеевна
Бубнова
1877–1929

К главе 12

- ¹ Впоследствии размеры расчетной волны уточнил А.П. Фан-дер-Флит.
- ² Предел текучести (σ_T), по терминологии Бубнова, – критическое напряжение.
- ³ Циркуляр по кораблестроительному отделу № 5 от 23 августа 1912 г.

К главе 13

- ¹ Часть материалов была выявлена и проанализирована профессором К.Г. Абрамяном.
- ² Первый известный расчет прочности подводной лодки (подводно-надводного миноносца С.К. Джебеецкого) был выполнен в 1892 г. А.Н. Крыловым.
- ³ Для двухкорпусной лодки, разумеется, это имеет место для ее внутреннего – прочного – корпуса.
- ⁴ Круговой цилиндр – не самая выгодная форма для размещения оборудования, часто в то время корпус проектировали в сечении эллиптическим, для усиления вводя в него распорки из пиллерсов. Решение Бубнова позволило удачно разместить механизмы и при круговом сечении корпуса.
- ⁵ В журнале МТК № 5 от 03.05.05 г. об утверждении проекта подводной лодки “Акула” есть упоминание об “общей прочности корпуса, отвечающей давлению в 10 атм” [9].
- ⁶ Это приходилось объяснять, так как в отзыве МГШ на техзадание появилось замечание, смысл которого сводился к формуле: на сколько подводная лодка рассчитана, на столько и должна быть испытана. При обсуждении и последующих проектах МГШ не раз повторял этот тезис.
- ⁷ В начале XX в. в расчетах использовали эту формулу, а не уточненную (Мориса Леви).
- ⁸ В период 1914–1917 гг. появились статьи по прочности корпуса подводной лодки: В.Т. Струнникова “Расчет обшивки подводных лодок” [10], Г. Лидова “Расчет прочности корпуса подводного судна” [11]; расчеты по проектам подводных лодок Б.М. Журавлева и др.

К главе 14

- ¹ Большинство новых кораблей того времени имели солидный построечный перегруз и не вполне совпадающие с проектными характеристики остойчивости. Перегруз доходил до 10–12% водоизмещения.

- ² Статья Бубнова [12] – первый случай применения теории вероятности в проектировании корабля.
- ³ Уравнение, связывающее нагрузку корабля с его водоизмещением, по сути – выражение закона Архимеда.

К главе 15

- ¹ В работе [13] Бубнов использует термины “непотопляемость” и “живучесть” корабля, при этом живучесть он определяет почти в смысле современного понятия непотопляемости. Более строгое определение живучести дает С.О. Макаров в [14]: “способность корабля продолжать бой, имея повреждения в различных частях”.
- ² Возвышение метацентра над центром тяжести корабля; является мерой начальной поперечной остойчивости корабля.
- ³ Заметный крен ограничивал действие артиллерии, снижал защитные свойства броневых поясов, затруднял использование механизмов, наконец, мог вызывать панику в команде.
- ⁴ Этим же свойством обладали “поповки”, но их форма не являлась следствием особых требований по параметрам качки, а лишь средством удовлетворить ограничениям по осадке (проектировались как броненосцы береговой обороны).

Основные даты жизни и деятельности И.Г. Бубнова

- 1872** – 6 января родился в Нижнем Новгороде.
- 1881** – поступил в Нижегородское реальное училище.
- 1887** – закончил реальное училище; зачислен воспитанником младшего курса механического отдела Технического училища Морского ведомства в Кронштадте.
- 1891** – закончил Техническое училище; получил звание младшего помощника судостроителя; прикомандирован к С.-Петербургскому порту; назначен на постройку эскадренного броненосца “Полтава”.
- 1894** – выступил с сообщением “Переборки, их подкрепление и условия их водонепроницаемости” в Морском музее; зачислен слушателем кораблестроительного отдела НМА.
- 1895** – сделал сообщение “О точности вычислений элементов судов” в ИРТО; получил первую премию (вместе с Л.Л. Коромальди) за конкурсный проект океанского крейсера; выполнил исследование по продольному спуску корабля; закончил статью “Записка к проекту прибора для нахождения деформаций различных связей судна”.
- 1896** – закончил НМА; назначен в С.-Петербургский порт; оставлен на год в НМА; представил доклад “О погашении боковой качки судна водяным балластом”.
- 1897** – назначен штатным преподавателем НМА; избран действительным членом ИРТО.
- 1898** – выступил с докладами “О подкреплении непроницаемых переборок”, “Водоотливная система” и “Составление теоретического чертежа судна” в кронштадском Морском собрании; получил звание старшего помощника судостроителя; назначен на Балтийский завод.
- 1899** – выступил с докладом “О конструкции главных частей корпуса судна” в ИРТО.
- 1900** – награжден орденом Св. Станислава 3-й степени; назначен старшим помощником заведующего Опытным Бассейном; оставил службу на Балтийском заводе; назначен в Комиссию по проектированию полуподводного миноносца; издана работа “Спуск судна на воду”.
- 1901** – назначен членом Строительной комиссии для постройки полуподводного миноносца на Балтийском заводе; изданы работы “О непотопляемости судов” и “Основы статистики судостроения”.
- 1902** – издана работа “Напряжения в обшивке судов от давления воды”.
- 1903** – награжден орденом Св. Анны 3-й степени; назначен начальником Кораблестроительной чертежной МТК; провел морские испытания подводной лодки “Дельфин”; представил в МТК проект подводной лодки типа “Касатка”; преподавал на кораблестроительном отделении Политехнического института С.-Петербурга.
- 1904** – утвержден адъюнктом Политехнического института по прикладной механике; назначен экстраординарным профессором Политехнического института по кафедре строительной механики; член Особого комитета по усилению военного флота на добровольные пожертвования.
- 1905** – разработал вариант противоминной защиты для больших кораблей; по-

- лучил звание младшего судостроителя; представил проекты подводных лодок “Акула” и “Минога”.
- 1906** – награжден орденом Св. Станислава 2-й степени; участвовал в работе комиссии по подготовке реорганизации НМА; подготовил курс лекций “Теория упругости и строительная механика”.
- 1907** – переаттестован в подполковники Корпуса корабельных инженеров; проработал основные элементы эскадренного миноносца нового типа (при последующей разработке – типа “Новик”); получил звание офицера подводного плавания.
- 1908** – назначен заведующим Опытным Бассейном; представил эскизный проект линейного корабля с дизель-электрической установкой; руководил проектированием линейного корабля (будущий тип “Севастополь”) на Балтийском заводе; подготовил курс “Теория Упругости”.
- 1909** – произведен в полковники; утвержден ординарным профессором Политехнического института по кафедре прикладной механики; подготовил “Дополнение к курсу строительной механики корабля”.
- 1910** – награжден орденом Св. Анны 2-й степени; назначен ординарным профессором НМА; представил проект подводной лодки “Морж”.
- 1911** – награжден орденом Св. Владимира 4-й степени; провел прогрессивные испытания крейсера Черноморского флота “Кагул” на Лукулльской мерной линии; руководил разработкой конкурсного проекта броненосного крейсера.
- 1912** – издана монография “Строительная механика корабля. Часть 1”; оставил службу на Балтийском заводе; произведен в генерал-майоры; представил проект подводной лодки типа “Барс”; стал консультантом верфи АО “Ноблесснер” в Ревеле.
- 1913** – представил проект подводной лодки водоизмещением 1100 т; участвовал в работе комиссии по испытаниям броневой защиты линкора “Севастополь” на судне “Чесма”.
- 1914** – оставил должность заведующего Опытным Бассейном; представил проект скоростной подводной лодки с паровыми турбинами; награжден орденом Св. Владимира 3-й степени; консультант Балтийского завода; награжден именным подарком за создание линейного корабля “Севастополь”; руководил проектированием линкора для Черного моря “Император Николай I”; издана монография “Строительная механика корабля. Часть 2”.
- 1915** – награжден орденом Св. Станислава 1-й степени; избран почетным членом Союза морских инженеров; представил первый вариант проекта двухкорпусной подводной лодки (водоизмещением 954 т).
- 1916** – оставил службу на Балтийском заводе; подготовил доклады “Критическое давление для тонкостенной трубы, подкрепленной ребрами” и “Об одном методе определения главных размеров проектируемого судна”; утвержден в звании заслуженного профессора НМА.
- 1917** – избран председателем Общества корабельных инженеров; оставил службу в АО “Петровская верфь”.
- 1918** – избран председателем Союза корабельных инженеров; командирован для работы в секции по судостроению Центрального совета экспертов; представил Конференции НМА список очередных работ, подготовленных к печати.
- 1919** – завершил проект переделки линейных крейсеров типа “Измаил” в пассажирские пароходы; участвовал в работе межведомственного комитета по проблеме создания коммерческого флота; 13 марта скончался.

Приложение

1. Программа сообщения “Переборки, их подкрепление и условия их водонепроницаемости”

Переборки первых железных судов, системы их подкреплений; дальнейшее видоизменение подкреплений.

Современные конструкции переборок: 1) системы самостоятельных подкреплений, 2) система скреплений с бортами судна, 3) английская система для коммерческих судов. Число и расположение переборок на судах английского коммерческого флота. Вес подкреплений при разных системах. Возможно ли иметь все переборки испытанными давлением воды и подкрепленными в достаточной степени? Существующая система разделения судна на отсеки продольными и поперечными переборками, число их и относительная величина приблизительной величины крена и дифферента судна при наполнении различных отделений.

Заклепочные соединения переборок. Несколько слов о палубной броне. Двойные переборки продольные и поперечные и возможности их применения.

18 марта 1894 г.

РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1189.

2. Вступительная лекция курса “Проектирование боевых судов” в НМА, 1896 г.

Под именем проектирование судов мы будем подразумевать изложение методов и приемов для определения размеров судна и всех частей, его составляющих, с тем чтобы самое судно и каждая отдельная часть его удовлетворяли наперед заданным условиям.

Курс проектирования может быть излагаем или путем догматическим, или путем исследования.

Первый метод, наиболее распространенный, заключает в себе свод эмпирических формул, правил, постановлений и пр., принимаемых как догматы, без исследования и критики, под прикрытием лишь авторитета их автора; большинство этих формул и правил не опираются на какую-либо прочную теорию, почему обыкновенно говорят, что они суть результаты опыта; это выражение неверно, ибо опытом называется исследование данного явления в возможно простом виде, т.е. при умышленном устранении всех посторонних причин, его искажающих, причем результатом опыта должно быть установление количественного соотношения между некоторыми величинами; эпоха подобных опытов для техники вообще, а судостроения в особенности, еще не наступила, и поэтому слово “опыт” правильнее заменить словом “обычай”. Например, на факт, что на десятке плавающих броненосцев наружная обшивка сделана толщиной 16 мм, нельзя указывать как на неопровержимое “опытное” доказательство того, что и на одинадцатом нужно иметь такую же обшивку, так как даже долговременная служба ее на построенных судах может служить лишь подтверждением достаточности ее толщины, ничего не говоря о ее необходимости. Но и это указание обычно имеет место лишь при одинаковости требований, предъявляемых к сравниваемым судам; достаточно выйти из пределов этих требований, как все эти указания будут неверны;

например, на огромном большинстве броненосцев бимсы верхней палубы делаются высотой не более 250 мм, вполне удовлетворяя своему назначению; но достаточно поставить на палубу более сильное орудие, расположенное в менее выгодных для прочности бимсов условиях, и этот узаконенный обычаем размер окажется совсем недостаточным.

Подобных случаев неверных заключений, основанных на обычае, можно привести множество; но помимо этого непосредственного вреда способ этот приносит еще больший вред косвенным образом, тормозя всякий прогресс в технике судостроения; только благодаря этому обстоятельству разница в конструкции различных частей корпусов первых броненосцев, построенных 40 лет назад, и современных – ничтожна, несмотря на то, что первые броненосцы создавались без всяких предварительных опытов и исследований, без указаний теории и практики и, конечно, были далеки от совершенства.

Вообще, пока современная корабельная архитектура будет идти по пути догмы, стремясь к тому же идеалу, которого достигла некогда архитектура деревянных судов, – выработать ограниченное число типов и затем повторять их без конца, копируя до последнего гвоздя, – никакой прогресс ее немислим и вся наука кораблестроения сведется к подстановке известных чисел в формулы.

Второй метод изучения проектирования судов, понимая этот термин в указанном широком смысле слова, состоит в том, что после исследования и оценки условий, предъявляемых как ко всему судну, так и к каждой отдельной части его, путем математического анализа находят размеры судового корпуса и всех частей его, опираясь лишь на точные законы физики и механики, а также и на результаты и указания опыта (а не обычая).

Метод этот – общий для всех технических наук, и плодотворность применения его во многих отраслях техники (мостовые и гражданские сооружения) – вне сомнения. Для судостроения он является новым и резко противоречащим господствующему направлению, почему и применение его пока ограничено; но, как и всякое новое дело, он может расширяться, совершенствоваться и в будущем, несомненно, займет и здесь такое же почетное место, какое занимает уже в других отраслях техники. Вводя критику, анализ и опыт взамен мертвой формулы, метод этот двигает и совершенствует технику, не позволяя ей застыть в определенных формах, как некогда было с техникой деревянного судостроения; он заставляет инженера верить в свое уменье и искусство, а не в формулы из справочной книжки.

Кроме того, метод этот универсален, и каждый вывод его может быть применен к броненосцу и миноноске с одинаковой степенью точности.

Проектирование боевых судов: Курс лекций. Литогр. изд. НМА, 1897–1899.

3. Перечень судов*

1. “Гроза” – канонерская лодка, год вступления в строй – 1881, постройка – Новое Адмиралтейство, 383, 3 т, 240 л.с.
2. “Гангут” – эскадренный броненосец, 1892 г., Новое Адмиралтейство, 6592 т, 6000 л.с., 15 уз.; вооружение – орудий (мм): 1 – 305, 4 – 229, 4 – 152, 10 – скорострельных, 4 – 4 фунтовых.
3. “Сисой Великий” – эскадренный броненосец, 1896 г., Новое Адмиралтейство, 8800 т, 8500 л.с., 16 уз.; 4 – 305, 6 – 152, 12 – 47, 12 – 37, 2 – десантных, 4 – пулемета.
4. “Полтава” – эскадренный броненосец, 1897 г., Новое Адмиралтейство, 10 960 т, 10 600 л.с., 17 уз.; 4 – 305, 12 – 152, 12 – 47, 28 – 37, 2 – десантных.

* Данные подводных лодок и линейных кораблей, созданных при определяющем участии И.Г. Бубнова, приведены в табл. 1 и 2.

Даны четыре равноотстоящие и расположенные на одной прямой точки; найти треугольник, для которого:

1. одна из этих точек была бы центром описанного круга;
2. другая точка была бы центром вписанного круга;
3. третья – пересечением медиан треугольника (ц.т. площади);
4. четвертая – пересечением перпендикуляров, опущенных из вершин треугольника на противоположные стороны.

Разделив расстояние между упомянутыми точками пополам, получим три новые равноотстоящие точки; показать, что с ними совпадают:

1. ц. тяж. периметра найденного треугольника;
2. ц. круга, проходящего через основания трех вышеуказанных перпендикуляров;
3. ц. круга, проходящего через середины сторон треугольника;
4. ц. круга, касательного к одной из сторон треугольника и проходящего через четыре точки пересечения: а) перпендикуляра и медианы, проведенных из угла, прилежащего к этой стороне с биссектрисой, проходящей через другой угол, прилежащий к той же стороне, и б) перпендикуляра и медианы, проведенных из этого последнего угла с биссектрисой, проходящей через первый угол.

Фотокопия. Архив автора

5. Копия*

Моряка военного флота профессора
Морской академии Бубнова

Заявление

Контрольно-финансовый отдел Василеостровского Совдепа прислал мне 4-го с. февраля извещение за № 71 с указанием, что на меня установлен чрезвычайно-революционный налог в сумме **одного миллиона**. Не имея возможности уплатить такую сумму, считаю долгом представить нижеследующие объяснения:

Работая в Петрограде в бывшем Морском Ведомстве в течение 27 лет, я жил всегда на свой личный заработок; банковыми и акционерными делами – не занимался, никакой торговли – не производил, недвижимой собственности – не приобрел. Личный же мой заработок слагался из двух частей –

1) от учено-учебной деятельности в Морской Академии (с 1896 г. до сих пор) и в Петроградском Политехническом Институте (1904 г. – 1912 г.), где я имел профессуры по кафедре прикладной механики. Зарботок мой от этой деятельности колебался от 2-х до 7-ми тысяч в год и полностью проживался.

2) от инженерной работы на заводах Петроградском Балтийском (1897–1912) и на заводе “Петровская Верфь” в Ревеле (1912–1916), где я, не занимая никаких административных должностей, работал исключительно, как техник-конструктор...

За свои многочисленные изобретения в области военного судостроения, а главным образом – в деле подводного плавания (построенные по моим проектам лодки официально назывались “лодками системы Бубнова”) – я неоднократно получал крупные вознаграждения как от казны (около 30 тыс. руб.), так и от “Петровской Верфи” (около 770 тыс. руб.); частью эти средства шли на пополнение моего профессорского заработка, в большей же мере – на по-

* Приводится с сокращениями. Публикуется впервые.

купку процентных бумаг государственных займов... Кроме них никаких денежных и иных крупных ценностей у меня нет. Все лично принадлежащее мне движимое имущество находится в моей квартире (В.О. 16-я лин. д. 13, кв. 4), состоящей из пяти комнат... В квартире имеют постоянное жительство четверо, и потому имеется лишь необходимая для жизни обстановка.

С аннулированием государственных займов и закрытия текущих счетов для лиц имеющих заработок – каких-либо нетрудовых доходов я не имею и всецело живу на свой личный заработок от учено-учебной деятельности, на который содержу себя, жену и престарелую мать (70 лет).

Из вышеизложенного видно, что я не принадлежу и никогда не принадлежал к тем паразитическим элементам общества, на которых по прямому указанию декрета В.Ц.И.К. от 30 октября 1918 г. должна падать вся тяжесть военно-революционного налога. А вместе с тем очевидно, что и фактически я не могу уплатить назначенную мне сумму в миллион рублей, так как не имел ее в течение всей своей жизни...

Находящийся на обязательной действительной
службе моряк военного флота Корабельный
Инженер заслуженный профессор

Бубнов

7 февраля 1919
адрес: В.О.
16 л. д. 13 кв. 4

Архив автора.

6. Список работ, подготовленных для печати, декабрь 1918 г.

- 1) О переделке крупных военных судов в коммерческие... около 7 печатных листов;
- 2) Прочность корпуса корабля при качке на волнении... около 5 печатных листов;
- 3) Этюды по строительной механике корабля... около 5 печатных листов;
- 4) Строительная механика корабля, часть 1 (первое издание 1912 года распродано еще в 1915 году). 2-е издание переработанное и дополненное около 25 печатных листов;
- 5) Строительная механика корабля, часть 2 (первое издание 1914 года распродано в текущем году). 2-е издание переработанное и дополненное около 25 печатных листов.

РГА ВМФ. Ф. Р-352. Оп. 1. Д. 1.

Труды И.Г. Бубнова

- Записка к проекту прибора для нахождения деформаций различных связей судна. Рукопись. 1895 г. 48 с.
- Проектирование боевых судов: Курс лекций. Литогр. изд. НМА, [1897–1898]*. 52 с.
- О моментах инерции и коэффициенте утилизации. Литогр. изд. НМА, [1897–1899]. 60 с.
- О расположении стыков и заклепочных соединений различных связей. Литогр. изд. НМА, [1897–1899]. 39 с.
- Дифференциальные уравнения. Литогр. изд. НМА, [1897–1899]. 36 с.
- Заметки об определителях. Литогр. изд. НМА, [1897–1899]. 18 с.
- Килевая качка на волнении. Литогр. изд. НМА, [1897–1899]. 24 с.
- О вычислении изгибающих моментов. Литогр. изд. НМА, [1897–1899]. 30 с.
- О погашении боковой качки судна водяным балластом: доклад // Бубнов И.Г. Избр. тр. Л.: Судостроение, 1956.
- Спуск судна на воду // Мор. сб., 1900. № 2, 3, 5, 6; Избр. тр.
- О непотопляемости судов // Мор. сб. 1901. № 4, 5; Избр. тр.
- Основы статистики судостроения // Мор. сб., 1901. № 11, 12; Избр. тр.; Теория и практика судостроения: Сборник. Л.: Судпромверфь, 1930 (напечатана первая часть статьи)
- Напряжения в обшивке судов от давления воды // Мор. сб., 1902. № 8, 9, 10, 12; Отд. изд. СПб.: Политехн. ин-т, 1904. 93 с.; Бубнов И.Г. Труды по теории пластин. М.: Гостехтеорет, 1953.
- On the stresses in a ship's bottom plating due to water pressure // Trans. Inst. Naval Architects. 1902. Vol. 44. P. 15–46. Отд. изд. на англ. яз. 1902. 32 с.
- Заключение по дискуссии, относящейся к работе “Напряжения в обшивке судов от давления воды” // Trans. Inst. Naval Architects. 1902. Vol. 44. P. 51–52.
- О рулевом устройстве. Литогр. изд., [1905]. 5 с.: чертежи.
- Теория упругости и строительная механика: Конспект лекций, читанных И.Г. Бубновым студентам 5 и 6 семестров Кораблестроительного отделения С.-Петербургского политехнического института. Литогр. изд., [1906]. 244 с.
- О преподавании корабельной архитектуры [1906–1908] // Судостроение и судостроение. 1932. № 4, 5; Избр. тр.
- Теория упругости: В 2 ч. Литогр. изд. СПб.: Политехн. ин-т, 1908. 438 с.
- О нормах допускаемых напряжений в различных судовых конструкциях: Доклад МТК, 1908 г. // Избр. тр.
- О требованиях, которые надлежит предъявлять к судостроительной стали и о приемных испытаниях ее: Доклад МТК, 1909 г.
- Составление теоретических чертежей при помощи прогрессик. Литогр. изд., [1898–1900]. 8 с.
- Некоторые соображения по поводу программы опытов в Опытном судостроительном бассейне. Литогр. изд., [1897–1900]. 13 с.

* В скобках указаны ориентировочные годы издания.

- Расчеты по линейным кораблям типа “Севастополь”: В 5 т. Литогр. изд. СПб.: Балтийский завод, 1908–1909. Т. 1. 247 л.; Т. 2. 201 л.; Т. 3. 147 л.; Т. 4. 159 л.; Т. 5. 209 л.
- Дополнение к курсу строительной механики корабля. Литогр. изд. СПб.: Политехн. ин-т, 1909. 141 с.; Отд. изд. Научно-технического кружка судостроителей Ленингр. Политехн. ин-та. Л., 1930; Избр. тр.
- Теория упругости. Ч. 1. Литогр. изд. СПб.: Политехн. ин-та, [1912]. 150 с.
- Строительная механика корабля. Ч. 1, § 1–14. СПб.: Мор. м-во, 1912.
- Отзыв о работе проф. С.П. Тимошенко “Об устойчивости упругих систем” // Сб. СПб. ин-та инженеров путей сообщения. 1913. № 81; Избр. тр.
- Строительная механика корабля. Ч. 2, § 15–25. Пг.: Мор. м-ва, 1914. Введение, § 19–25 // Труды по теории пластин. М.: Гостехтеоретиздат, 1953.
- Строительная механика корабля. § 26, 27 // Тр. ВНИТОСС. 1948. Т. 5, вып. 4.
- Об одном методе определения главных размеров проектируемого судна // Ежегодник Союза морских инженеров. 1916. Т. 1; Избр. тр.
- Критическое давление для тонкостенной трубы, подкрепленной ребрами // Ежегодник Союза морских инженеров. 1916. Т. 1; Избр. тр.
- Упругие колебания стержней, балок и пластин. § 24. Рукопись. [1914–1915]. 12 с.
- Килевая качка. Рукопись. 1914. 30 с.
- К вопросу о числе простых чисел. Рукопись. 1915. 33 с. (Сообщения и доклады)
- Переборки, их подкрепление и условия их водонепроницаемости, сообщение, сделанное в Морском музее, март 1894 г.
- О точности вычислений элементов судов, доклад в ИРТО 14.03.1895 г.
- О подкреплении непроницаемых переборок, доклад в ИРТО, 10.02.1898 г.
- Составление теоретического чертежа судна, доклад в ИРТО, 10.11.1898 г.
- О конструкции главных частей корпуса судна, доклад в ИРТО, 14.12.1899 г.
- О статистике в судостроении, доклад для корабельных инженеров в Новом Адмиралтействе, 08.11.1901 г.
- Водоотливная система, сообщение в Кронштадтском Морском собрании, май 1898 г. Отчет опубликован в газете “Котлин” № 108, 109 за 1898 г. (Публикации в периодической печати).
- К вопросу о подкреплении переборок // Котлин. 1898. № 44.
- К вопросу о подкреплении переборок* // Там же. № 61.
- По поводу последней заметки В.И. Афанасьева // Там же. № 67.
- Тяжелый урок (по поводу гибели броненосца “Гангут”) // Там же. № 80.
- Продолжительность затопления судна: [Статья В.И. Афанасьева, в которой изложен метод И.Г. Бубнова расчета времени затопления судна при заполнении его водой через пробоину] // Там же. № 220, 232.
- К вопросу о составлении чертежа судна // Там же. № 264.
- К вопросу о составлении чертежа судна* // Там же. № 288.
- По поводу статей “Электрические и магнитные измерения” // Там же. № 260.
- Совмест. ст. А.Н. Крылова и И.Г. Бубнова.

* Статья не является продолжением предшествующей (Авт.).

Литература

К предисловию

1. Бубнов И.Г. Труды по теории пластин. М.: Гостехтеоретиздат, 1953. 423 с.
2. Бубнов И.Г. Избранные труды. Л.: Судпромгиз, 1956. 439 с.
3. Новожилов В.В. Иван Григорьевич Бубнов и строительная механика // Проблемы строительной механики корабля. Л.: Судостроение, 1973.
4. Белкин В.П. Знаменитый кораблестроитель и выдающийся ученый И.Г. Бубнов // Там же.
5. Григолюк Э.И. Метод Бубнова: Итоги. Формулировка. Развитие. М.: Изд-во МГУ, 1996.

К главе 1

1. ГАНО. Ф. 30. Оп. 35. Ед.хр. 1494. Объявление С.С. Бубнова, 10 мая 1877 г.
2. Там же. Ед. хр. 1643. Формулярный список, 29.06.1878 г.
3. Институт русской литературы РАН. Ф. 293. Оп. 4. Ед. хр. 6. Письмо Е.Д. Бубновой от 04.12.1872 г.
4. Основной каталог библиотеки Нижегородской губернской ученой архивной комиссии (по 22 октября 1910 г.). НГУАК, 1911.
5. ГАНО. Ф. 521. Оп. 468. Ед. хр. 126. Книга для заметок классных наставников за 1884–1885 учебный год.
6. ГАНО. Ф. 2. Оп. 6. Ед. хр. 994. Рапорт нижегородского полицмейстера от 11 мая 1883 г.
7. РГА ВМФ. Ф. 434. Оп. 1. Д. 556. Прошение Степана [Семеновича] Бубнова, 25.06.1887 г.

К главе 2

1. Исторический очерк Морского инженерного училища императора Николая I 1798–1898 / Сост. А.И. Пароменский. Ч. 3. СПб.: Тиханов, 1911. 123 с.
2. РГА ВМФ. Ф. 434. Оп. 1. Д. 556. Экзаменационный список.
3. Там же. Д. 563. Книга приказов начальника Училища за 1888 г.
4. Там же. Д. 592. Книга приказов начальника Училища за 1890 г.
5. Там же. Д. 618. Рапорт Н. Субботина от 05.09.1891 г.
6. Там же. Д. 614. Книга приказов за 1891 год, запись от 18 сентября.

К главе 3

1. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1189. Программа сообщения, 18.03.1894 г.
2. Там же. Д. 1188. Циркуляр МТК № 2, 03.03.1894 г.
3. РГА ВМФ. Ф. 921. Оп. 3. Д. 70. Записка командира С.-Петербургского порта, 04.09.1894 г.
4. РГА ВМФ. Ф. 433. Оп. 1. Д. 85. Уведомление ГМШ, 14.05.1894 г.
5. Крылов А.Н. Мои воспоминания. Л.: Судостроение, 1979. 479 с.
6. РГА ВМФ. Ф. 433. Оп. 1. Д. 121. Докладная записка, 19.09.1896 г.

7. РГИА. Ф. 90. Оп. 1. Д. 424. Журнал заседания IV отдела от 14.03.1895 г.
8. РГА ВМФ. Ф. 433. Оп. 1. Д. 94. Рапорт И.Г. Бубнова, 20.06.1895 г.
9. Спуск судна на воду // Мор. сб. 1900. № 2, 3, 5, 6.
10. Записка к проекту прибора для нахождения деформаций различных связей судна. Рукопись. 1895 г. Архив. Ф.В. и И.Н. Мигачевых.
11. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1300. Отношение С.-Петербургского порта, 12.02.1897 г.
12. Там же. Оп. 8. Д. 58. Акт комиссии, 18.02.1897 г.
13. РГА ВМФ. Ф. 433. Оп. 1. Д. 105. Работы слушателей на практических занятиях, 1896 г.
14. РГА ВМФ. Ф. 249. Оп. 1. Д. 70. Приказ по Морскому ведомству № 195, 21.09.1896 г.
15. СПФ АРАН. Ф. 760. Оп. 2. Д. 108. Письмо А.Н. Крылова П.Ф. Папковичу от 07.01.1945 г.

К главе 4

1. Проектирование боевых судов: Курс лекций. Литогр. изд. НМА, 1897–1899.
2. РГА ВМФ. Ф. 433. Оп. 1. Д. 121. Рапорт начальника НМА, 16.10.1896 г.
3. РГА ВМФ. Ф. 921. Оп. 3. Д. 87. Отношение ГМШ от 15.11.1896 г.
4. РГА ВМФ. Ф. 433. Оп. 1. Д. 121. Рапорт И.Г. Бубнова, октябрь 1896 г.
5. РГА ВМФ. Ф. 921. Оп. 3. Д. 91. Отношение помощника начальника ГМШ, 13.10.1897 г.
6. РГА ВМФ. Ф. 433. Оп. 1. Д. 134. Приказ по Морскому ведомству, 26.10.1897 г.
7. РГА ВМФ. Ф. 921. Оп. 3. Д. 96. Ведомость о переменах с чинами С.-Петербургского портового управления, 08.08.1898 г.
8. РГА ВМФ. Ф. 433. Оп. 1. Д. 367. Полный послужной список, 31.07.1898 г.
9. РГА ВМФ. Ф. 433. Оп. 1. Д. 69. Рапорт И.Г. Бубнова от 15.02.1899 г.
10. Килевая качка на волнении. Литогр. изд. НМА, 1897–1899. 24 с.
11. О моментах инерции и коэффициенте утилизации. Литогр. изд. НМА, 1897–1899. 60 с.
12. О расположении стыков и заклепочных соединений различных связей. Литогр. изд. НМА, 1897–1899. 39 с.
13. О вычислении изгибающих моментов. Литогр. изд. НМА, 1897–1899. 30 с.
14. Дифференциальные уравнения. Литогр. изд. НМА, 1897–1899. 36 с.
15. Заметки об определителях. Литогр. изд. НМА, 1897–1899. 18 с.
16. СПФ АРАН. Ф. 759. Оп. 2. Д. 170. Протоколы ИРТО, 1894–1900 гг.
17. Составление теоретических чертежей при помощи прогрессик. Литогр. изд., 1898–1900. 8 с.
18. Напряжения в обшивке судов от давления воды // Мор. сб., 1902. № 8, 9, 10, 12. Отд. изд. СПб.: Политехн. ин-т, 1904. 93 с.
19. РГИА. Ф. 90. Оп. 1. Д. 429. Отчетный доклад, 25.01.1905 г.
20. Спуск судна на воду // Мор. сб. 1900. № 2, 3, 5, 6.
21. О непотопляемости судов // Мор. сб. 1901. № 4, 5.
22. Основы статистики судостроения // Там же. № 11, 12.
23. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1496. Извещение главного корабельного инженера С.-Петербургского порта, 07.01.1901 г.
24. On the stresses in a ship's bottom plating due to water pressure // Trans. Inst. Naval Architects. 1902. Vol. 44. P. 15-46. Отд. изд. на англ. яз. Лондон, 1902. 32 с.
25. Заключение по дискуссии, относившейся к работе “Напряжение в обшивке судов от давления воды” // Trans. Naval Architects. 1902. Vol. 44. P. 51–52.

К главе 5

1. РГА ВМФ. Ф. 433. Оп. 1. Д. 145. Отношение ГМШ, 15.11.1898 г.
2. Расчет подкреплений поперечных переборок крейсера "Громобой". Литогр. изд. 14.01.1898. Фонд музея ВМА.
3. ЦГИАСП. Ф. 1304. Оп. 1. Д. 1262. Перечень экспонируемых Балтийским заводом предметов.
4. Там же. Докладная начальника Балтийского завода, 12.06.1900 г.
5. Там же. Телеграмма И.Г. Бубнова.
6. Там же. Письмо И.Г. Бубнова от 01.07.1900 г.
7. Там же. Письмо И.Г. Бубнова от 10.07.1900 г.
8. Там же. Письмо И.Г. Бубнова от 30.08.1900 г.
9. Там же. Д. 2196. Отношение ГМШ, 07.12.1900 г.
10. СПФ АРАН. Ф. 759. Оп. 3. Д. 33. Письмо И.Г. Бубнова от 20.05.1901 г.
11. Там же. Оп. 2. Д. 65. Материалы испытаний.
12. Там же. Письмо И.Г. Бубнова от 12.07.1900 г.
13. Там же. Материалы испытаний.
14. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 8. Д. 68. Журнал МТК № 58 от 31.05.1902 г.
15. *Крылов А.Н.* Мои воспоминания. Л.: Судостроение, 1979.
16. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1490. Рапорт И.Г. Бубнова от 26.10.1903 г.
17. СПФ АРАН. Ф. 759. Оп. 2. Д. 167. Технические материалы, октябрь 1900 г.
18. Там же. Д. 65. Технические материалы, май–сентябрь 1902 г.
19. Там же. Д. 63. Записная книжка А.Н. Крылова.
20. ЦГИАСП. Ф. 1304. Оп. 1. Д. 1451. Отношение директора Невского судостроительного и механического завода, 10.09.1901 г.
21. *Гирс И.В.* Первый русский Опытный Бассейн. Л.: Судостроение, 1968. 184 с.
22. СПФ АРАН. Ф. 759. Оп. 3. Д. 158. Рапорт А.Н. Крылова, май 1901 г.
23. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1576. Рапорт И.Г. Бубнова, 08.11.1903 г.
24. Там же. Циркуляр МТК от 14.01.1904 г.
25. Там же. Д. 1531. Докладная И.Г. Бубнова, 12.04.1905 г.
26. Там же. Д. 1612. Докладная И.Г. Бубнова, 04.11.1905 г.
27. СПФ АРАН. Ф. 759. Оп. 2. Д. 63. Отношение начальника Чертежной, 24.08.1904 г.
28. *Штрайх С.Я.* Алексей Николаевич Крылов. М.: Воениздат, 1956. 232 с.
29. Конструктивный чертеж противоминной защиты. Архив И.А. Быховского.
30. Напряжения в обшивке судов от давления воды // Мор. сб., 1902. № 8, 9, 10, 12. Отд. изд. СПб.: Политехн. ин-т, 1904. 93 с.
31. *Бубнов И.Г.* Труды по теории пластин. М.: Гостехтеоретиздат, 1953.
32. РГА ВМФ. Ф. 418. Оп. 1. Д. 1738. Акт испытаний кессона, 02.06.1907 г.
33. Протокол совещания по испытанию кессона от 05.06.1907 г. Архив И.А. Быховского.
34. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1750. Рапорт И.Г. Бубнова, 23.06.1907 г.
35. Там же. Постановление МТК от 12.02.1908 г.
36. РГА ВМФ. Ф. 418. Оп. 1. Д. 1738. Отношение МТК, январь 1912 г.
37. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1750. Извещение о назначении комиссии, декабрь 1912 г.
38. Там же. Оп. 6. Д. 128. Справка М.Н. Беклемишева, 27.03.1908 г.
39. Там же. Д. 1751. Отзыв И.Г. Бубнова, 11.04.1907 г.
40. *Степанов Ю.Г., Цветков И.Ф.* Эскадренный миноносец "Новик". Л.: Судостроение, 1981. 224 с.
41. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1759. Техническая записка И.Г. Бубнова, 02.11.1907 г.

42. Там же. Запись, сделанная Бубновым на докладной записке Механического отдела МТК, 05.11.1907 г.
43. РГА ВМФ. Ф. 406. Оп. 9. Д. 409. Полный послужной список И.Г. Бубнова, 20.06.1918 г.
44. СПФ АРАН. Ф. 759. Оп. 2. Д. 69. Заключение комиссии, 03.03.1904 г.
45. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1667. Протокол собрания в МТК, 16.12.1905 г.

К главе 6

1. СПФ АРАН. Ф. 759. Оп. 2. Д. 65. Протокол заседания комиссии от 24 марта 1900 г.
2. Там же. Проект программы по теории корабля.
3. ЦГИАСП. Ф. 478. Оп. 23. Д. 41. Постановление Совета от 20.05.1904 г.
4. ЦГИАСП. Ф. 478. Оп. 23. Д. 41. Отношение председателю МТК, 09.11.1904 г.
5. *Бубнов И.Г.* Теория упругости и строительная механика: Конспект лекций, читанных И.Г. Бубновым студентам 5 и 6 семестров Кораблестроительного отделения СПб. Политехнического института. Литогр. изд. СПб.: Политехн. ин-т, 1906.
6. *Бубнов И.Г.* О преподавании корабельной архитектуры в С.-Петербургском Политехническом институте // Судоходство и судостроение, 1932. № 4–5.
7. *Бубнов И. Г.* Избранные труды. Л.: Судпромгиз, 1956. 439 с.
8. Воспоминания о П.Ф. Папковиче. Л.: Наука, 1984. 277 с.
9. ЦГИАСП. Ф. 478. Оп. 23. Д. 41. Письмо министра торговли и промышленности от 09.09.1909 г.
10. Там же. Выписка из протокола № 2 заседания совета от 09.02.1914 г.
11. Там же. Прошение И.Г. Бубнова от 04.01.1914 г.
12. Там же. Письмо В.В. Скобельцину от 06.07.1914 г.
13. РГА ВМФ. Ф. 433. Оп. 1. Д. 216. Записка “О постановке технического образования в русском военном флоте”, 25.03.1906 г.
14. ЦГИАСП. Ф. 251. Оп. 1. Д. 5829. Проект добавочных статей к общему курсу математики.
15. *Матросов Р.А.* Методы исследования остойчивости судна с разрушенным бортом (броненосцы “Павел I” и “Андрей Первозванный”). СПб.: Адмиралтейский завод, 1907; РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1766.
16. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1766. Письмо председателя МТК от 12.03.1907 г.
17. РГА ВМФ. Ф. 433. Оп. 1. Д. 232. Докладная записка от 19.03.1907 г.
18. Там же. Д. 296. Отзыв о брошюре П.П. Лукина.
19. РГА ВМФ. Ф. 873. Оп. 2. Д. 412. Аттестация, 15.10.1908 г.
20. РГА ВМФ. Ф. 433. Оп. 1. Д. 296. Письмо И.Г. Бубнова, 02.12.1911 г.
21. Письмо А.И. Маслова от 17.09.1959 г. Архив автора.
22. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1575. Черновик телеграммы, 29.05.1903 г.
23. РГА ВМФ. Ф. 433. Оп. 1. Д. 390. Анкетный лист.
24. Там же. Список лиц, 1916 г.

К главе 7

1. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 8. Д. 66. Доклад МТК от 19.12.1900 г.
2. Там же. Оп. 1. Д. 1489. Описание проекта подводного судна, 26.01.1901 г.
3. Там же. Оп. 8. Д. 66. Журнала МТК от 03.07.1901 г.
4. *Муру Н.П.* Незабываемые годы. Рукопись, 1994.

5. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1490. Доклад главного инспектора кораблестроения, 2/17 ноября 1903 г.
6. РГА ВМФ. Ф. 9. Оп. 1. Д. 167. Доклад МТК, 12.02.1904 г.
7. РГА ВМФ. Ф. 418. Оп. 1. Д. 1479. Записка М.Н. Беклемишева “Подводное плавание 1900–1905 гг. ...”, май 1907 г.
8. РГА ВМФ. Ф. 417. Оп. 1. Д. 3297. Записка заведующего подводным плаванием, 04.12.1905 г.
9. ЦГИАСП. Ф. 1304. Оп. 1. Д. 1520. Положение об Отделе подводного плавания Балтийского завода.
10. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1612. Докладная И.Г. Бубнова, 04.11.1905 г.
11. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 8. Д. 71. Журнал МТК от 20.09.1905 г.
12. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 6. Д. 34. Записка М.Н. Беклемишева, 18.06.1910 г.
13. Там же. Оп. 1. Д. 1612. Рапорт И.Г. Бубнова, 08.04.1906 г.
14. РГА ВМФ. Ф. 406. Оп. 9. Д. 409. Полный послужной список И.Г. Бубнова, 2006.1918 г.
15. ЦГИАСП. Ф. 1304. Оп. 1. Д. 2784. Описание подводной лодки в 75 тонн, 30.05.1906 г.
16. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 6. Д. 261. Журнал МТК по минному делу от 26.10.1911 г.
17. РГА ВМФ. Ф. 1248. Оп. 1. Д. 1. Показания Бубнова следственной комиссии, 30.05.1917 г.
18. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 6. Д. 113. Протокол комиссии, 31.07.1909 г.
19. Там же. Оп. 6. Д. 213. Докладная И.Г. Бубнова, 08.12.1909 г.
20. Там же. Докладная записка начальника МГШ. 10.12.1909 г.
21. Там же. Д. 289. Заявление уполномоченного завода Ансальдо, 27.05.1911 г.
22. *Журавлев Б.* Автономный бронепалубный крейсер в 4500 тонн. СПб.: Тип. Усманова, 1911. 68 с.
23. *Шаццлло К.Ф.* Русский империализм и развитие флота. М.: Наука, 1968. 367 с.
24. РГА ВМФ. Ф. 418. Оп. 1. Д. 4186. Доклад по Морскому Генеральному штабу, 04.07.1911 г.
25. ЦВММ. Рукописно-документальный фонд, документы Б.М. Малинина.
26. Воспоминания Ф.К. Дормидонтова. Рукопись. Архив И.А. Быховского.
27. РГА ВМФ. Ф. 401. Оп. 1. Д. 1066. Представление в Совет Министров, 01.09.1912 г.
28. Там же. Д. 1044. Докладная И.Г. Бубнова, 09.08.1912 г.
29. Там же. Рапорт начальника Балтийского завода, 20.08.1912 г.
30. *Белецкий Л.* Модернизация подлодок // Мор. сб., 1925. № 1.
31. РГА ВМФ. Ф. 418. Оп. 1. Д. 1794. Краткое описание проекта подводной лодки, 10.04.1913 г.
32. РГА ВМФ. Ф. 401. Оп. 1. Д. 1215. Протокол заседания Кораблестроительного отдела, 17.11.1916 г.
33. *Токаревский А.* Об увеличении мощности подводных лодок // Рус. судоходство. № 6. 1907 г.
34. РГА ВМФ. Ф. 401. Оп. 1. Д. 1220. Записка И.Г. Бубнова, март 1914 г.
35. Там же. Д. 1157. Препроводительное письмо правления общества “Ноблесснер”, 24.03.1914 г.
36. РГА ВМФ. Ф. 876. Оп. 179. Д. 9. Чертеж к эскизному проекту паротурбинной подводной лодки, март 1914 г.
37. РГА ВМФ. Ф. 401. Оп. 1. Д. 1157. Акт комиссии от 29.03.1914 г.
38. Там же. Д. 1192. Рапорт И.Г. Бубнова от 11.03.1913 г.
39. Там же. Д. 1197. Рапорт И.Г. Бубнова от 15.11.1914 г.

40. Там же. Д. 1206. Докладная И.Г. Бубнова от 30.10.1915 г.
41. РГА ВМФ. Ф. 417. Оп. 5. Д. 3174. Наградной лист, 14.02.1911 г.
42. Там же. Д. 3397. Наградной лист, 23.07.1915 г.

К главе 8

1. *Крылов А.Н.* Мои воспоминания. Л.: Судостроение, 1979. 479 с.
2. *Цветков И.Ф.* Линкор “Октябрьская Революция”. Л.: Судостроение, 1983. 224 с.
3. *Колтовский А.* Развитие типа линейного корабля нашего флота. Пг., 1920.
4. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1758. Отношение ГУКиС от 28.12.1907 г.
5. Там же. Д. 1812. Доклад МГШ от 30.05.1908 г.
6. Письмо А.И. Маслова от 05.06.1957 г. Архив автора.
7. Расчеты по линейным кораблям типа “Севастополь” (1907–1908). [Изданы в 1913–1914 годах техническим бюро Балтийского завода]. СПб., 1913–1914. Т. 1–5.
8. РГА ВМФ. Ф. Р-360. Оп. 2с. Д. 196. Письмо Г.Б. Карелиц, 1929 г.
9. Там же. Решение НАМОРСИ РККА от 05.03.1930 г.
10. РГА ВМФ. Ф. 417. Оп. 5. Д. 3746. Представление Товарищу Морского министра, 07.10.1914 г.
11. РГА ВМФ. Ф. 227. Оп. 1. Д. 312. Доклад по ГМШ от 19.10.1914 г.
12. РГА ВМФ. Ф. 417. Оп. 5. Д. 3746. Отношение министерства Императорского Двора, 31.10.1914 г.
13. РГА ВМФ. Ф. 418. Оп. 1. Д. 1810. Заключение комиссии, август 1913 г.
14. Письмо А.И. Маслова от 10.06.1957 г. Архив автора.
15. РГА ВМФ. Ф. 418. Оп. 1. Д. 1619. Сводка заводов, представивших проекты, декабрь 1911 г.
16. Выдержки из воспоминаний И.И. Боброва, конец 50-х годов. Архив автора.
17. РГА ВМФ. Ф. 417. Оп. 5. Д. 3174. Наградной лист, 14.02.1911 г.
18. *Мусьяков П.И.* Подвиг тридцатой батареи. М.: Воениздат, 1961. 168 с.
19. ЦГИАСП. Ф. 1304. Оп. 1. Д. 3063. Докладная записка И.Г. Бубнова и Д.Д. Филиппова, 29.07.1908 г.
20. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1905. Протокол заседания МТК, 02.04.1906 г.

К главе 9

1. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1224. Рапорт А.Н. Крылова от 09.02.1908 г.
2. Там же. Д. 1806. Рапорт И.Г. Бубнова, 22.09.1908 г.
3. Там же. Рапорт И.Г. Бубнова от 28.08.1909 г.
4. *Гирс И.В.* Первый русский Опытный бассейн. Л.: Судостроение, 1968.
5. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1862. Докладная Л.Х. Казина, 22.03.1911 г.
6. РГА ВМФ. Ф. 401. Оп. 1. Д. 283. Письмо правления “Руссуд” от 08.11.1913 г.
7. Там же. Рапорт И.Г. Бубнова от 15.11.1913 г.
8. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1905. Рапорт И.Г. Бубнова от 02.07.1911 г.
9. РГА ВМФ. Ф. 401. Оп. 1. Д. 131. Заявление представителя фирмы “Виккерс”, 11.01.1912 г.
10. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1806. Рапорт И.Г. Бубнова, 05.02.1910 г.
11. Там же. Письмо правления общества “Сормово” от 04.01.1911 г.
12. РГА ВМФ. Ф. 401. Оп. 1. Д. 283. Рапорт И.Г. Бубнова, 22.01.1913 г.
13. *Крылов А.Н.* Мои воспоминания. Л.: Судостроение, 1979. 479 с.
14. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1781. Рапорт И.Г. Бубнова, 08.06.1910 г.
15. Там же. Рапорт И.Г. Бубнова от 08.07.1911 г.
16. Прогрессивные испытания крейсера “Кагул” на Лукулльской мерной миле / Сост. С.В. Вякирев. СПб.: Тип. Мор м-ва, 1914.

17. РГА ВМФ. Ф. 401. Оп. 1. Д. 442. Докладная И.Г. Бубнова, 19.02.1913 г.
18. Там же. Д. 285. Рапорт И.Г. Бубнова, 17.05.1913 г.
19. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1805. Доклад И.Г. Бубнова от 04.11.1908 г. "О нормах допускаемых напряжений в различных судовых конструкциях".
20. Там же. Д. 1806. Докладная И.Г. Бубнова, 15.12.1908 г.
21. Там же. Отношение МТК от 31.01.1911 г.
22. Там же. Удостоверение А.М. Тихомирову, 31.03.1911 г.
23. Там же. Докладная записка И.Г. Бубнова, 10.03.1910 г.
24. Там же. Рапорт И.Г. Бубнова от 13.11.1910 г.
25. РГА ВМФ. Ф. 401. Оп. 1. Д. 283. Такса на исследования, проводимые в лабораториях Опытного Бассейна, март 1913 г.
26. Там же. Д. 284. Рапорт И.Г. Бубнова, 05.03.1913 г.
27. Там же. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1806. Записка Морского министра от 30.11.1910 г.
28. Там же. Резолюция на тексте проекта штата Бассейна, 19.06.1911 г.
29. Письмо А.И. Маслова от 17.09.1959 г. Архив автора.
30. РГА ВМФ. Ф. 401. Оп. 1. Д. 170. Рапорт И.Г. Бубнова, 26.01.1912 г.
31. Там же. Д. 470. Счет из типографии Морского министерства, 1914 г.
32. Там же. Д. 170. Докладная записка, 30.01.1912 г.
33. Там же. Д. 283. Рапорт Н.К. Арцеулова о представлении "Записки" с чертежами и диаграммами.
34. Там же. Д. 443. Отзыв И.Г. Бубнова от 21.01.1914 г.
35. Там же. Д. 470. Письмо начальника Кораблестроительного отдела ГУК от 10.02.1914 г.
36. РГА ВМФ. Ф. 1248. Оп. 1. Д. 1. Показания Бубнова следственной комиссии, 30.05.1917 г.

К главе 10

1. Черновик письма к митрополиту; фотокопия, без даты. Архив автора.
2. Отрывки литературных опытов И.Г. Бубнова, 9 листов. Черновик. Автограф – в архиве В.А. Савиной.
3. РГА ВМФ. Ф. Р-352. Оп. 1. Д. 12. Анкетный лист, 05.11.1918 г.
4. Программа проектирования судов, черновик, 2 листа. Архив автора.
5. РГА ВМФ. Ф. 401. Оп. 1. Д. 930. Письмо П.Ф. Вешкурцева от 12.03.1916 г.
6. РГА ВМФ. Ф. 433. Оп. 1. Д. 295. Журнал заседания Конференции НМА, 12.03.1916 г.
7. РГА ВМФ. Ф. 406. Оп. 9. Д. 409. Полный послужной список И.Г. Бубнова, 20.06.1918 г.
8. Об одном методе определения главных размеров проектируемого судна // Ежегодник Союза морских инженеров, 1916. Т. 1.
9. Критическое давление для тонкостенной трубы, подкрепленной ребрами // Там же.
10. СПФ АРАН. Ф. 760. Оп. 1. Д. 537. Черновик протокола, 26.06.1918 г.
11. РГАЭ. Ф. 3416. Оп. 1. Д. 507. Протокол заседания Морского Совещания, 28.02.1919 г.
12. Черновик обращения Общества корабельных инженеров к Морскому министру, 21–22 марта 1917 г. Автограф – в архиве В.А. Савиной.
13. Черновик речи И.Г. Бубнова на заседании Общества инженеров-механиков, 21.03.1917 г. Автограф – там же.
14. Резолюция Общества корабельных инженеров, 19.03.1917 г. Фотокопия. Архив автора.
15. РГА ВМФ. Ф. Р-352. Оп. 1. Д. 12. Анкета о лицах, занятых в Морской академии, 1918 г.

16. РГА ВМФ. Ф. 433. Оп. 1. Д. 444. Удостоверение НМА, 18.08.1917 г.
17. Доклад Ф.К. Дормидонтова на заседании секции истории НТО им. академика А.Н. Крылова, 26.11.1966 г. Архив И.А. Быховского.
18. РГА ВМФ. Ф. Р-352. Оп. 1. Д. 12. Программа Политехнической конференции.
19. Там же. Извещение НМА от 02.05.1918 г.
20. Там же. Удостоверение Морской академии, 08.07.1918 г.
21. РГА ВМФ. Ф. Р-1530. Оп. 6. Д. 57. Письмо МИУ, май 1918 г.
22. Там же. Д. 48. Приказ заведующего выпуском № 394 от 20.10.1918 г.
23. Там же. Д. 65. Список служащих старшего выпуска МИУ, 19.02.1919 г.
24. Там же. Рапорт А.И. Погодина, 17.12.1918 г.
25. РГА ВМФ. Ф. Р-352. Оп. 1. Д. 448. Рапорт начальника Академии, 24.06.1926 г.
26. РГА ВМФ. Ф. Р-352. Оп. 1. Д. 12. Анкета по преподавательскому составу, 1918 г.
27. Там же. Д. 21. Табель служащих Академии, 24.01.1918 г.
28. ЦВММ. Рукописно-документальный фонд; перечень трудов корабельного инженера П.Г. Гойнкиса. Автограф.
29. Там же. Фрагмент воспоминаний П.Г. Гойнкиса, 14.12.1959 г. Автограф.
30. РГА ВМФ. Ф. Р-352. Оп. 1. Д. 7. Приказ по Управлению ВМУЗ от 29.06.1918 г., № 26.
31. Там же. Служебная записка Н.Л. Кладо от 11.07.1918 г.
32. Там же. Д. 1. Журнал заседания Конференции НМА, 15.12.1918 г.
33. Там же. Список работ, подготовленных для печати, декабрь 1918 г.
34. Там же. Д. 2. Протокол заседания Учебного совета Военно-Морского отдела, 28.01.1919 г.
35. Там же. Д. 1. Журнал заседания Конференции НМА, № 30 от 23.12.1918 г.
36. Там же. Д. 2. Журнал заседания Учебного совета Военно-Морского отдела, 12.03.1919 г.
37. *Шталь А.* Хроника деятельности Морской академии // Изв. Мор. акад., 1921. Вып. 6.
38. РГА ВМФ. Ф. Р-352. Оп. 1. Д. 2. Журнал заседания Учебного совета по техническим отделам, 12.01.1919 г.
39. Там же. Д. 12. Письмо Н.Л. Кладо от 31.07.1918 г.
40. Там же. Отношение бюро Секции по судостроению Центрального совета экспертов, 27.07.1918 г.
41. ЦГА С.-Петербурга. Ф. 1511. Оп. 2. Д. 31. Проект перестройки линейных крейсеров типа "Измаил" в океанские быстроходные пароходы, 1919 г.
42. РГАЭ. Ф. 2259. Оп. 20. Д. 44а. Протокол № 4 заседания Совета Комиссии по Судостроению, 31.01.1919 г.
43. Там же. Протокол № 7, 20.02.1919 г.
44. СПФ АРАН. Ф. 759. Оп. 2. Д. 142. Отпуск письма к В.М. Альтфатеру, 1918 г.
45. *Шиманский Ю.* Степень экономической целесообразности переделки крейсеров типа "Ад. Бутаков" и "Измаил" в коммерческие пароходы // Мор. сб., 1919. № 5, 6.
46. ЦГА С.-Петербурга. Ф. 2746. Оп. 1. Д. 22. Приемный журнал (1919–1920).
47. Воспоминания о П.Ф. Папковиче. Л.: Наука, 1984. 277 с.
48. Из выступлений на юбилейном заседании в ЦГА ВМФ 27 января 1972 г. Архив группы истории ЦНИИ им. академика А.Н. Крылова. Папка "И.Г. Бубнов. Документы о деятельности".
49. РГА ВМФ. Ф. Р-352. Оп. 1. Д. 26. Журнал № 26 заседания Конференции Морской академии, 23.03.1919 г.
50. СПФ АРАН. Ф. 759. Оп. 3. Д. 272. Письма Я.М. Хлытчиева, 29.04.1919 г.

К главе 11

1. РГА ВМФ. Ф. Р-352. Оп. 1. Д. 14. Удостоверение от 13.03.1919 г.
2. Бубнов И.Г. Избранные труды., Л.: Судпромгиз, 1956. 439 с.
3. Письмо Ф.К. Дормидонтова от 07.11.1968 г. Архив И.А. Быховского.
4. РГА ВМФ. Ф. Р-352. Оп. 1. Д. 29. Протокол совещания, 22.08.1919 г.
5. ЦГА С.-Петербурга. Ф. 1963. Оп. 180. Д. 82. Л. 1162. Список граждан, проживающих по проспекту Пролетарской Победы на 15.10.1928 г. (в доме № 13/46).
6. ЦГА С.-Петербурга. Ф. 2995. Оп. 1. Д. 446. Список вдов ученых на получение академического пайка, 1923 г.
7. РГА ВМФ. Ф. Р-352. Оп. 1. Д. 327. Рапорт начальника Академии, 29.02.1924 г.
8. Там же. Д. 448. Отношение обще-административного отдела Морских Сил РККФ, 07.07.1926 г.
9. Там же. Заявление А.А. Бубновой, 31.05.1926 г.
10. Встречи с П.Ф. Папковичем; выдержки из воспоминаний Ф.В. Мигачевой, 1972. Архив автора.
11. К проекту подводной лодки водоизмещением в 971 т. Расчет прочности корпуса, 10.01.1916 г. Фотокопия. Архив автора.
12. Письмо А.И. Маслова от 17.09.1959 г. Архив автора.
13. Строительная механика корабля. § 26, 27 // Тр. ВНИТОСС, 1948. Т. 5, вып. 4.
14. Воспоминания о П.Ф. Папковиче. Л.: Наука, 1984. 277 с.
15. Новожилов В.В. Иван Григорьевич Бубнов и строительная механика // Проблемы строительной механики корабля. Л.: Судостроение, 1973.
16. Белкин В.П. Знаменитый кораблестроитель и выдающийся ученый И.Г. Бубнов // Там же.
17. Плисов Б.В. Их помнят корабли. СПб.: Судостроение, 1992. 128 с.
18. РГА ВМФ. Ф. Р-352. Оп. 1. Д. 9. Некролог И.Г. Бубнова, без даты.

К главе 12

1. Бубнов И.Г. Избранные труды. Л.: Судпромгиз, 1956. 432 с.
2. РГА ВМФ. Ф. 1248. Оп. 1. Д. 1. Показания Бубнова следственной комиссии, 30.05.1917 г.
3. О непотопляемости судов // Мор. сб., 1901. № 4, 5.
4. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1189. Программа сообщения, 18.03. 1894 г.
5. Бубнов И.Г. Строительная механика корабля. Ч. 1, 2. СПб.: Мор. м-во, 1912, 1914. 330 с., 310 с.
6. Базилевский С.А. Очерки былого: (Из моих воспоминаний). Л.: ЦНИИ им. А.Н. Крылова, 1971.
7. Питцкер Ф. О прочности корабля / Пер. А. Граузна. СПб.: Тип. Мор. м-ва, 1913. 263 с.
8. Окунев М.М. Теория и практика кораблестроения. СПб.: Тип. Мор. м-ва, 1865.
9. Собрание трудов академика А.Н. Крылова. Т. II. Л.: Изд-во АН СССР, 1951.
10. Афанасьев В.И. Практические законы движения судов. СПб., 1895.
11. СПФ АРАН. Ф. 759. Оп. 2. Д. 170. Протоколы ИРТО, 1894–1900 гг.
12. Бубнов И.Г. К вопросу о подкреплении переборок // Котлин. 1898. № 44, 61.
13. Бубнов И.Г. По поводу последней заметки В.И. Афанасьева // Там же. № 67.
14. Напряжения в обшивке судов от давления воды // Мор. сб. 1902. № 8, 9, 10, 12. Отд. изд. СПб.: Политехн. ин-т, 1904. 93 с.

15. Бубнов И.Г. Дополнение к курсу строительной механики корабля. Литогр. изд. СПб.: Политехн. ин-т, 1909. 141 с.
16. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1805. Доклад И.Г. Бубнова от 04.11.1908 г. "О нормах допускаемых напряжений в различных судовых конструкциях".
17. Расчеты по линейным кораблям типа "Севастополь" (1907–1908). [Изданы в 1913–1914 годах Техническим бюро Балтийского завода]. СПб., 1913–1914. Т. 1–5.
18. Шиманский Ю.В., Гарденин М.Ф. Справочная книга для корабельных инженеров. Пг.: Тип. Волковича, 1916.
19. Силы, изгибающие судно на правильной зыби. Рукопись И.Г. Бубнова. Черновик. 35 с. Архив автора.
20. Килевая качка. Рукопись И.Г. Бубнова. Черновик. 29 с. 1914 г. Архив автора.
21. Шиманский Ю. По поводу статьи "Новые методы и старые корабли" // Мор. сб., 1914. № 11.
22. О требованиях, которые надлежит предъявлять к судостроительной стали и о приемных испытаниях ее. Доклад МТК, 1909 г. Журнал МТК.
23. Технические условия испытаний и приема листовой универсальной, полосовой, фасонной и заклепочной судостроительной стали, идущей на постройку корпусов судов; приняты циркуляром МТК № 15 от 23.08.1912 г.
24. Абрамян К.Г. Эволюция принципов нормирования прочности корабля / Ин-т проблем машиноведения РАН. СПб., 1995. 217 с.
25. Проектирование боевых судов: Курс лекций. Литогр. изд. НМА, 1897–1899.
26. Бубнов И.Г. Теория упругости и строительная механика: Конспект лекций, читанных И.Г. Бубновым студентам 5 и 6 семестров Кораблестроительного отделения СПб. Политехнического института. Литогр. изд. СПб.: Политехн. ин-т, 1906.
27. Строительная механика корабля. § 26, 27 // Тр. ВНИТОСС. 1948. Т. 5, вып. 4.
28. Отзывы профессоров Кирпичева, Белзецкого, Бубнова и Колосова о сочинениях профессора Тимошенко, удостоенных премии Д.И. Журавского // Сб. СПб. ин-та инженеров путей сообщения. 1913. Вып. 81.
29. Григолюк Э.И. Метод Бубнова: Истоки. Формулировка. Развитие: М.: Изд-во МГУ, 1996. 58 с.
30. Бубнов И.Г. Труды по теории пластин. М.: Гостехтеоретиздат, 1953. 423 с.
31. К вопросу о числе простых чисел. Рукопись И.Г. Бубнова. Черновик. 33 с. 1915 г. Архив автора.

К главе 13

1. Базилевский С.А. Очерки былого: (Из моих воспоминаний). Л.: ЦНИИ им. А.Н. Крылова, 1971.
2. Выступление С.А. Базилевского на юбилейном заседании Ученого совета Кораблестроительного факультета. Стенографический отчет. Протокол № 3. 1957 г. Архив автора.
3. Абрамян К. Г. Эволюция принципов нормирования прочности корабля / Ин-т проблем машиноведения РАН. СПб., 1995. 217 с.
4. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1677. Вычисление главных элементов подводных лодок, 27.08.1905 г.
5. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1805. Доклад И.Г. Бубнова от 04.11.1908 г. "О нормах допускаемых напряжений в различных судовых конструкциях".
6. Там же. Д. 1490. Объяснительная записка.
7. Там же. Д. 1612. Объяснительная записка к проекту, 23.10.1903 г.

8. Бубнов И.Г. Избранные труды. Л.: Судпромгиз, 1956. 439 с.
9. РГА ВМФ. Ф. 418. Оп. 1. Д. 1546. Технические условия на строительство подлодок в 630 тонн водоизмещением, 30.05.1911 г.
10. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Письмо МТК № 529, 22.06.1911 г.
11. Напряжения в обшивке судов от давления воды // Мор. сб. 1902. № 8, 9, 10, 12. Отд. изд. СПб.: Политехн. ин-т, 1904. 93 с.
12. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 6. Д. 213. Технические условия постройки подводной лодки, расчет прочности средней части корпуса, 04.10.1909 г.
13. РГА ВМФ. Ф. 418. Оп. 1. Д. 1974. Проект первой лодки типа "Барс"... (832 т), расчет прочности, 01.06.1915 г.
14. К проекту подводной лодки водоизмещением в 971 т. Расчет прочности корпуса, 10.01.1916 г. Фотокопия. Архив автора.
15. РГА ВМФ. Ф. 418. Оп. 1. Д. 1951. Объяснительная записка к проекту подлодки в 954 т водоизмещением, декабрь 1915 г.
16. Критическое давление для тонкостенной трубы, подкрепленной ребрами // Ежегодник Союза морских инженеров, 1916. Т. 1.

К главе 14

1. Бубнов И.Г. Труды по теории пластин. М.: Гостехтеоретиздат, 1953. 423 с.
2. Об одном методе определения главных размеров проектируемого судна // Ежегодник Союза морских инженеров, 1916. Т. 1.
3. О непотопляемости судов // Мор. сб. 1901. № 4, 5.
4. Составление теоретических чертежей при помощи прогрессик. Литогр. изд. 1898–1900. 8 с.
5. Основы статистики судостроения // Мор. сб. 1901. № 11, 12.
6. Бубнов И.Г. К вопросу о составлении чертежа судна // Котлин, 1898. № 264, 288.
7. Бубнов И.Г. Избранные труды. Л.: Судпромгиз, 1956. 439 с.
8. Балкашин А.И. Проектирование кораблей. Л.: Военмориздат, 1940.
9. Окунев М.М. Теория и практика кораблестроения. СПб.: Тип. Мор. м-ва, 1865.
10. Ногид Л.М. Из истории развития теории проектирования судов // Тр. ЛКИ. 1954. Вып. 14.
11. Ашик В.В. Значение идеи исправленного прототипа И.Г. Бубнова для дифференциальных методов определения главных размерений и водоизмещения судна // Судостроение. 1963. № 4.
12. Дорин В.С. Об использовании дифференциальных уравнений весов // Там же. 1959. № 7.
13. О рулевом устройстве. Литогр. изд. 1905. 5 с.
14. Водоотливная система // Котлин. 1898. № 108, 109.
15. РГА ВМФ. Ф. 401. Оп. 7. Д. 202. Чертежи установки мин заграждения на подлодке типа "Барс", 1915 г.

К главе 15

1. Окунев М.М. Теория и практика кораблестроения. СПб.: Тип. Мор. м-ва, 1865.
2. Макаров С.О. Разбор элементов, составляющих боевую силу судов. Пг.: Мор. м-во, 1916. 432 с. (Б-ка "Морского сборника", № 1).
3. Бубнов И.Г. Тяжелый урок // Котлин. 1898. № 80.
4. Афанасьев В.И. Продолжительность затопления судна // Там же. № 220, 232.

5. О непотопляемости судов // Мор. сб. 1901. № 4, 5.
6. Бубнов И.Г. Избранные труды. Л.: Судпромгиз, 1956. 439 с.
7. Крылов А.Н. Опытный Бассейн // Тр. ВНИТОСС. 1935. Т. 1, вып. 3.
8. Спуск судна на воду // Мор. сб. 1900. № 2, 3, 5, 6.
9. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1295. Доклад “О погашении боковой качки судна водяным балластом”, 03.12.1896 г.
10. Благовещенский С.Н. О работах И.Г. Бубнова по теории корабля // Тр. ЛКИ. 1951. Вып. 8.
11. Килевая качка. Рукопись И.Г. Бубнова. Черновик. 29 с. 1914 г. Архив автора.
12. Килевая качка на волнении. Литогр. изд. НМА, 1897–1899. 24 с.
13. Бубнов И.Г. Дополнение к курсу строительной механики корабля. Литогр. изд. СПб.: Политехн. ин-т, 1909. 141 с.

К комментариям и примечаниям

1. РГА ВМФ. Ф. 433. Оп. 1. Д. 121. Докладная записка, 19.09.1896 г.
2. Бубнов И.Г. Труды по теории пластин. М.: Гостехтеоретиздат, 1953. 423 с.
3. Холодильн А.Н. Ленинградский кораблестроительный: Факультет. Институт. Университет. СПб.: Судостроение, 1992. 399 с.
4. Крылов А.Н. Мои воспоминания. Л.: Судостроение, 1979. 479 с.
5. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 1. Д. 1806. Текст Положения 1896 г.
6. РГА ВМФ. Ф. 1248. Оп. 1. Д. 1. Показания Бубнова следственной комиссии, 30.05.1917 г.
7. Запись беседы с Л.Е. Шапиро, июнь 1997 г. Архив автора.
8. Бубнов И.Г. Избранные труды. Л.: Судпромгиз, 1956. 439 с.
9. РГА ВМФ. Ф. 421. Оп. 8. Д. 71. Журнал МТК № 5 от 03.05.1905 г.
10. Струнников В.Т. Расчет обшивки подводных лодок. Рукопись доклада в Союзе морских инженеров, 1918 г.
11. Лидов Г. Расчет прочности корпуса подводного судна // Мор. сб., 1904. № 1.
12. Основы статистики судостроения // Там же. 1901. № 11, 12.
13. О непотопляемости судов // Там же. № 4, 5.
14. Макаров С.О. Разбор элементов, составляющих боевую силу судов. Пг.: Мор. м-во, 1916. 432 с. (Б-ка “Морского сборника”, № 1).

Список принятых сокращений

ВНИТОСС	– Всесоюзное научное инженерно-техническое общество судостроителей
ГАНО	– Государственный архив Нижегородской области
ГМШ	– Главный Морской штаб
ГУК	– Главное управление кораблестроения
ГУКиС	– Главное управление кораблестроения и снабжения
ИРТО	– Императорское Русское техническое общество
КОМГОССООР	– Комитет государственных сооружений
ЛКИ	– Ленинградский кораблестроительный институт
МГШ	– Морской генеральный штаб
МИУ	– Морское инженерное училище
МТК	– Морской технический комитет
НГУАК	– Нижегородская губернская ученая архивная комиссия
НМА	– Николаевская Морская академия
ОПП	– Отдел подводного плавания
СПФ АРАН	– С.-Петербургский филиал Архива Российской академии наук
РГА ВМФ	– Российский государственный архив Военно-Морского Флота
РГАЭ	– Российский государственный архив экономики
РГИА	– Российский государственный исторический архив (С.-Петербург)
“Руссуд”	– общество “Русское судостроение” (г. Николаев)
УОПП	– Учебный отряд подводного плавания (г. Либава)
ЦВММ	– Центральный военно-морской музей
ЦГА С.-Петербурга	– Центральный государственный архив С.-Петербурга
ЦГИАСП	– Центральный государственный исторический архив С.-Петербурга
ЦЕКУБУ	– Центральная комиссия по улучшению быта ученых

Аннотированный именной указатель*

- Александр Михайлович (Романов)* (1866–1934), великий князь, видный деятель Российского флота, один из основоположников отечественной авиации 128
- Александровский И.Ф.* (1817–1894), создатель первой русской подводной лодки с механическим двигателем 40
- Алексей Александрович (Романов)* (1850–1908), великий князь, деятель Российского флота, генерал-адмирал 28
- Альмов И.П.* (1831–1884), инспектор классов Технического училища Морского ведомства, специалист в области теории паровых машин и теории корабля 117
- Альтфатер В.М.* (1883–1919), видный деятель русского и советского флота, в 1918–1919 гг. – командующий морскими силами республики 90
- Арцеулов К.Н.* (1847–1919), корабельный инженер, старший судостроитель Севастопольского порта 117
- Арцеулов Н.К.* (1889–?), корабельный инженер, строитель на Балтийском заводе 80, 85, 90
- Асафов А.Н.* (1886–1933), строитель на Балтийском заводе и верфи АО “Ноблесснер”, конструктор подводных лодок 51, 52, 81
- Афанасьев В.И.* (1843–1913), ученый-кораблестроитель, инженер-механик 12, 21, 101, 117, 121
-
- Базилевский С.А.* (1900–1991), морской инженер, видный ученый, конструктор подводных лодок 98, 110
- Балкашин А.И.* (1885–1955), корабельный инженер, специалист в области проектирования 40, 91, 93, 94, 118, 119, 131
- Беклемишев М.Н.* (1858–1936), конструктор подводных лодок “Дельфин” и “Касатка”, один из основателей подводного плавания в России 25, 30, 31, 41, 44, 45, 46, 48, 50, 128
- Беклемишев Н.Н.* (1857–1917), деятель Российского флота, гидрограф, издатель, основатель Лиги обновления флота 22
- Белкин В.П.* (1910–1992), ученый-кораблестроитель, специалист в области строительной механики корабля 6, 95
- Белкин П.В.* (?–1940), конструктор-механик Отдела подводного плавания на Балтийском заводе, в 20–30-х годах – активный участник создания подводных лодок первых серий 51, 81, 87
- Беляев П.Е.* (1874–1927), корабельный инженер, помощник начальника Балтийского завода 67
- Бирилев А.А.* (1844–1915), видный деятель Российского флота, в 1905–1907 гг. – морской министр 59
- Бобров И.И.* (1882–1960), корабельный инженер, строитель на Балтийском заводе, позднее – директор “Путиловской верфи”, педагог 40, 67, 68

* В указатель включены имена лиц, сыгравших заметную роль в описываемых событиях.

- Боклевский К.П.* (1862–1928), корабельный инженер, видный ученый, организатор судостроения и педагог, первый декан кораблестроительного отделения Политехнического института 28, 34, 36, 37, 60, 90, 91, 119, 128, 130
- Брикс Ф.А.* (1855–1936), инженер-механик, видный ученый, специалист в области теории гребных винтов 21, 37, 89, 90
- Брунель И.* (1816–1858), выдающийся английский инженер-железнодорожник и кораблестроитель 100
- Бубнов Г.Г.* (1880–?), инженер-технолог, один из организаторов подводного кораблестроения, брат И.Г. Бубнова 7, 24, 53, 90, 91
- Васильев В.И.* (1881–?), конструктор-корпусник Отдела подводного плавания на Балтийском заводе, в 20–30-е годы активный участник создания подводных лодок первых серий 51
- Верховский В.П.* (1838–1917), деятель Российского флота, командир С.-Петербургского порта, позднее – начальник ГУКиС 16, 18, 21, 126
- Вешкурцев П.Ф.* (1858–1932), корабельный инженер, преподаватель, позднее – начальник Балтийского завода, начальник кораблестроительного отдела ГУК 13, 15, 52, 53, 85
- Виренйус А.А.* (1850–1919), деятель Российского флота, в 1906–1908 гг. – председатель МТК 26, 30
- Власов В.Г.* (1896–1959), корабельный инженер, специалист в области теории корабля 122, 123
- Вольмир А.С.* (?), видный ученый, специалист в области прочности летательных аппаратов 5, 95, 109, 127, 132
- Воскресенский И.Н.* (1862–1943), инженер-механик, педагог, ученый, специалист в области технологии судостроения и судовых механизмов 34
- Вуколов С.П.* (1863–?), заведующий научно-технической лабораторией Морского министерства 31
- Вяхирев С.В.* (1883–?) инженер-технолог, помощник заведующего Опытным Бассейном 24, 76, 79, 91
- Гагарин А.Г.* (1855–1921), князь, первый директор Политехнического института, ученый и педагог 34, 128
- Галеркин Б.Г.* (1871–1945), инженер-технолог, преподаватель Политехнического института, ученый в области строительной механики, академик 108, 109
- Гойнкис П.Г.* (1889–1959), корабельный инженер, организатор судостроения, специалист в области теории корабля 84, 88, 91, 93
- Голицын Б.Б.* (1862–1916), князь, физик и геофизик, профессор НМА, академик 16
- Голланд Д.* (?), американский инженер (по происхождению ирландец), выдающийся конструктор подводных лодок 41, 44, 55, 129
- Горюнов И.С.* (1869–1932), инженер-механик, конструктор подводной лодки “Дельфин” 25, 41, 42, 88
- Грехнев А.А.* (1840–1913), корабельный инженер, педагог, один из основателей и первый заведующий Опытным Бассейном 18, 21, 22, 24
- Григорович И.К.* (1853–1930), выдающийся деятель Российского флота, в 1911–1917 гг. – морской министр 65, 74
- Гуляев Э.Е.* (1846–1919), корабельный инженер, выдающийся конструктор, предложивший, в частности, идею конструктивной противоминной защиты 5, 25, 29, 60

- Дель-Пропосто Ч.А.* (1868–?), итальянский военный инженер-электрик, главный инженер Бельгийского (в России) общества трамваев, позднее – служащий верфи АО “Ноблеснер”, изобретатель 28, 29, 56
- Джевецкий С.К.* (1843–1938), выдающийся ученый и конструктор, автор нескольких проектов подводных лодок и теории воздушного и гребного винта 21, 25, 32, 41, 42, 47, 57, 129, 132
- Долголенко А.Д.* (1873–?), инженер-механик, конструктор подводной лодки “Дельфин”, позднее – заведующий механической чертежной Балтийского завода 42
- Дормидонтов Ф.К.* (1889–1969), морской инженер, видный организатор кораблестроения, биограф, ученик И.Г. Бубнова 5, 35, 36, 51, 52, 56, 87, 93, 95, 132
- Дюшен С.П.* (1857–?), деятель Российского флота, в 1909–1911 гг. – начальник ГУКиС 117
- Евневич И.А.* (1831–1903), профессор Технологического института, преподаватель НМА, специалист в области прикладной механики и проектирования механизмов 16, 17
- Египтеос М.М.* (1861–1923), корабельный инженер, старший судостроитель Невского судостроительного и механического завода 13
- Журавлев Б.М.* (1886–1931), корабельный инженер, автор нескольких проектов подводных лодок и изобретений в области техники подводного плавания 50, 132
- Замятин Е.Н.* (1884–1937), морской инженер, специалист в области проектирования ледоколов, впоследствии – писатель 35
- Ильюшин А.А.* (1911–?), ученый, специалист в области строительной механики, член-корреспондент Академии наук 102, 108
- Казин Л.Х.* (1878–1941), корабельный инженер, строитель на Николаевском, затем – Балтийском заводах 74, 93
- Киричев В.Л.* (1845–1913), профессор Политехнического института, специалист в области прикладной механики 34
- Кладо Н.Л.* (1862–1919), видный деятель Российского флота, профессор начальник НМА 37, 88, 93, 128
- Колбасьев Е.В.* (1862–1918), офицер флота, видный изобретатель, автор проектов подводных лодок в области подводного плавания 25, 31, 50
- Комов Н.И.* (1845–?), преподаватель, главный корабельный инженер Кронштадтского порта 13
- Кононов А.А.* (1858–?), преподаватель Водолазной школы, автор статей по теории подводного плавания 40
- Константинов В.В.* (1871–?), корабельный инженер, строитель на Балтийском заводе 16, 64
- Коркин А.Н.* (1837–1908), профессор математики С.-Петербургского университета, преподаватель НМА 16, 20
- Коромальди Л.Л.* (1870–1919), корабельный инженер, строитель на Адмиралтейском заводе, главный инженер завода АО “Руссуд”, автор статей по теории кораблестроения 12, 15–17, 61, 64, 65, 130, 134
- Коссов А.Л.* (1870–?), корабельный инженер Николаевского порта 12, 16
- Костенко В.П.* (1881–1966), корабельный инженер, участник Цусимского сражения, позднее – организатор кораблестроения 66
- Краевич К.Д.* (?–1890), профессор, автор общеизвестного учебника по физике, преподаватель НМА 17

- Крылов А.Н.* (1863–1945), выдающийся кораблестроитель и ученый, профессор НМА, академик 5, 16–22, 24–27, 30, 31, 33, 34, 36–38, 41, 50, 60, 62, 63, 68, 70, 71, 75, 79, 85, 89–95, 97, 100, 109, 118, 120, 122–124, 127–132
- Кузьминский П.Д.* (1840–1900), известный изобретатель и конструктор, создатель газотурбинной установки 21, 117
- Куприянов В.А.* (1846–1888), деятель Российского флота, редактор “Морского сборника”, автор статей по теории подводного плавания 40
- Курдюмов А.А.* (1911–1969), профессор ЛКИ, видный специалист в области строительной механики корабля 107
- Кутейников Н.Е.* (1845–1906), корабельный инженер, главный инспектор кораблестроения, организатор создания парового броненосного флота 5, 21, 26, 27, 33, 41, 44, 128
- Кутейников Н.Н.* (1872–1921), корабельный инженер, строитель на Балтийском заводе, директор “Путиловской верфи”, автор статей по теории кораблестроения 16, 23, 40, 60, 61, 64, 130
- Лебеданский Б.П.* (1883–1958), инженер завода “Наваль” 35
- Лихачев И.С.* (?), конструктор-механик Отдела подводного плавания Балтийского завода и верфи “Ноблеснер” 52, 129
- Лукин П.П.* (?), преподаватель Политехнического института, профессор НМА, специалист по паровым машинам 38, 39
- Лэк С.* (?), видный американский конструктор подводных лодок 44, 129
- Лютер С.* (1876–1925), корабельный инженер, строитель на Адмиралтейском заводе, помощник начальника кораблестроительного отдела ГУК 40, 63, 64, 67
- Мадисов В.П.* (1871–?), инженер-механик, профессор НМА, специалист в области проектирования котлов 37, 87, 88, 91
- Макаров С.О.* (1848–1904), выдающийся деятель Российского флота, флотоводец, ученый, автор трудов во многих областях морского дела 5, 120, 133
- Малинин Б.М.* (1889–1949), морской инженер, строитель ОПП на Балтийском заводе и на “Петровской верфи”, в 20–30-е годы руководил проектированием первых серий подводных лодок 37, 51
- Маслов А.И.* (1884–1968), корабельный инженер, служащий Адмиралтейского, затем Балтийского заводов, в 30–40-е годы конструктор легких крейсеров 38, 39, 40, 62, 63, 66, 67, 69, 79, 80, 93, 94, 130
- Матросов Р.А.* (1874–1918), корабельный инженер, сотрудник кораблестроительной чертежной МТК, инженер на Адмиралтейском и Балтийском заводах 26, 34, 38, 40
- Маттес В.Р.* (1886–1916), корабельный инженер, начальник технического бюро на Балтийском заводе, заместитель директора “Путиловской верфи” 62
- Мащевич Л.М.* (1877–1910), корабельный инженер, сотрудник МТК, автор нескольких проектов подводных, позднее – известный авиатор 34, 40, 48
- Мещерский И.В.* (1859–1935), профессор С.-Петербургского университета и Политехнического института, автор широко известного задачника по теоретической механике 20, 34
- Мигачева (Волькович) Ф.В.* (?–1995), инженер-кораблестроитель, историк судостроения 94
- Моисеев А.И.* (1868–1918), корабельный инженер, строитель на Балтийском заводе, начальник Адмиралтейского и Балтийского заводов после их объединения 23, 65
- Муравьев П.П.* (1860–?), деятель Российского флота, в 1911–1915 гг. – начальник ГУК, позднее – Товарищ морского министр 53

- Налетов М.П.* (1869–1938), техник путей сообщения, автор проекта и строитель подводного минного заградителя “Краб” 31, 50, 120, 128
- Невражин В.И.* (1868–1918), корабельный инженер, педагог, специалист в области теории корабля, строитель на Адмиралтейском заводе (с февраля 1917 г. – директор завода) 16, 17, 67
- Новожилов В.В.* (1910–1987), ученый-кораблестроитель, специалист в области теории упругости и строительной механики, академик 6, 95, 110, 117
- Нозид Л.М.* (1892–1972), профессор ЛКИ, видный ученый, специалист в области проектирования корабля 122
- Окунев М.М.* (1810–1873), выдающийся кораблестроитель, ученый, автор трудов по теории кораблестроения 5, 100, 118, 120
- Олигер М.А.* (1879–?), инженер-технолог и корабельный инженер, служащий Балтийского завода 62, 85
- Оффенберг В.Х.* (1856–1916), корабельный инженер, строитель на Балтийском заводе, помощник начальника кораблестроительного отдела ГУК 23
- Папкович П.Ф.* (1887–1946), морской инженер, служащий Адмиралтейского завода, позднее – ученый, специалист в области строительной механики корабля, профессор ВМА и ЛКИ, член-корреспондент Академии наук 35–37, 87, 93–95, 103, 104, 106–110, 117, 130
- Пароменский А.И.* (1850–1922), деятель Российского флота, педагог, начальник Морского инженерного училища 25
- Перетягин Ф.А.* (1871–?), корабельный инженер, строитель на Балтийском заводе 29
- Погодин А.И.* (1857–1925), инженер-механик, специалист по паровым машинам, педагог, инспектор классов Морского инженерного училища 88
- Поздюнин В.Л.* (1883–1948), морской инженер, служащий Балтийского завода, позднее – профессор ЛКИ, специалист в области теории проектирования корабля, академик 35, 62, 67, 93
- Попов А.А.* (1821–1898), выдающийся деятель Российского флота, кораблестроитель, создатель кораблей новых типов 5, 123
- Попов А.С.* (1859–1906), выдающийся физик, конструктор и изобретатель, создатель первого в мировой практике приемо-передающего радиоустройства, преподаватель Технического училища Морского ведомства 13
- Попов В.Ф.* (1888–1967), морской инженер, сотрудник Отдела подводного плавания на Балтийском заводе, позднее – видный ученый-кораблестроитель, организатор кораблестроения 37, 51, 87
- Ратник С.К.* (1852–1924), корабельный инженер, педагог, начальник Балтийского завода, главный инспектор кораблестроения 23, 24, 26, 28
- Рид Э. (?)*, главный кораблестроитель английского флота, ученый, автор ряда методов в областях теории строительной механики корабля 100
- Рижский-Корсаков П.В. (?)*, деятель Российского флота, начальник НМА и директор Морского кадетского корпуса 37
- Рождественский З.П.* (1848–1909), видный деятель Российского флота, в 1902–1904 гг. – начальник ГМШ, командующий 2-й Тихоокеанской эскадрой 28, 32, 69
- Ростовцев Г.Г. (?)*, морской инженер, впоследствии – профессор, специалист по строительной механике летательных аппаратов 37, 104, 110
- Руберовский К.И.* (1884–1937), морской инженер, сотрудник Отдела подводного плавания Балтийского завода, в 20–30-е годы – участник создания подводных лодок первых серий 37, 51, 87

- Сасиновский М.И.* (1877–?), корабельный инженер, служащий завода “Наваль” в Николаеве 56
- Свицкий Р.Р.* (1861–1917), корабельный инженер, служащий Кронштадтского, Николаевского, Севастопольского и Либавского портов, автор проекта броненосца с системой противоминной защиты и судоподъемных понтонов 60
- Сегаль В.Ф.* (1903–1968), ученый-кораблестроитель, специалист в области строительной механики корабля 117
- Скобелев В.В.* (?), профессор Политехнического института, декан Электромеханического отделения, впоследствии – директор института 37
- Смирнов Н.А.* (1868–?), выпускник С.-Петербургского университета, преподаватель Минных классов, старший помощник заведующего Опытным Бассейном 24
- Соколов П.А.* (?), математик, специалист по строительной механике 104
- Стецюра М.В.* (1879–1958), сотрудник Отдела подводного плавания Балтийского завода, участник постройки всех типов подводных лодок, созданных на заводе 42, 51
- Струнников В.Т.* (1884–1946), морской инженер, служащий, с 1912 г. – заведующий Отделом подводного плавания Балтийского завода, организатор судостроения, педагог, профессор ЛКИ 37, 48, 51, 81, 90, 93, 132
- Субботин Н.А.* (1838–1901), главный корабельный инженер С.-Петербургского порта с 1901 г. – инспектор кораблестроения МТК 13, 15, 126
- Сухомель В.М.* (?), офицер флота, инженер-механик, преподаватель математики в Морской академии 92
- Таклинский В.В.* (1876–?), инженер-технолог, служащий МТК, помощник заведующего, и с 1914 г. – заведующий Опытным Бассейном 76, 79, 80, 92
- Теннисон К.А.* (1873–?), корабельный инженер, служащий МТК, строитель на “Путиловской верфи”, автор статей по вопросам кораблестроения 27, 32, 40
- Тиме Г.А.* (1831–1910), профессор математики Горного института, преподаватель НМА 16
- Тимошенко С.П.* (1878–1972), выдающийся ученый, специалист в области теории упругости и строительной механики, профессор Киевского политехнического, затем С.-Петербургского политехнического институтов 85, 108, 109
- Титов Н.Е.* (1846–1918), корабельный инженер, строитель на Балтийском заводе, главный инспектор кораблестроения 21
- Толоцкий Е.С.* (1890–1959), морской инженер, служащий технического бюро Балтийского завода, впоследствии – профессор, специалист в области судоподъема 37
- Тыртов П.П.* (1836–1903), вице-адмирал, в 1900–1903 гг. – управляющий Морским министерством 33
- Фан-дер-Флит А.П.* (1870–?), видный ученый-кораблестроитель, специалист по теории корабля, профессор Политехнического института 21, 34, 132
- Филиппов Д.Д.* (?), офицер флота, инженер-электрик, служащий Балтийского завода 69, 73
- Фруд Р.* (?), видный английский ученый-кораблестроитель, специалист в области теории корабля 127
- Харитонович Б.Г.* (1884–1944), морской инженер, служащий Путиловского завода, позднее – ученый, специалист в области теории корабля, профессор ЛКИ 35

- Хлытчиев Я.М.* (1885–?), преподаватель Политехнического института, служащий технического бюро Балтийского завода, после 1920 г. – профессор Университета в Белграде (Югославия) 37, 39, 76, 90, 91
- Ховгаард В.* (?), капитан датского флота, автор проектов подводных лодок 41
- Цукшвердт А.Э.* (1895–1980), морской инженер, специалист в области корабельной архитектуры и теории проектирования, профессор Военно-Морской академии 37
- Черниговский П.Е.* (1855–1910), инженер Севастопольского порта, начальник Адмиралтейского завода 13
- Шершов А.П.* (1874–1958), корабельный инженер, делопроизводитель МТК и ГУК, ученый, специалист в области проектирования, профессор ВМА, автор трудов по истории кораблестроения 26, 34, 40, 111, 127
- Шиманский Ю.А.* (1883–1962), корабельный инженер, строитель Севастопольского порта и Балтийского завода; впоследствии – выдающийся ученый, специалист в области строительной механики корабля, профессор ВМА и ЛКИ, академик 5, 40, 91, 93, 102, 104, 106, 108, 109, 110, 117
- Шлезингер Г.Ф.* (1860–1939), корабельный инженер, сотрудник МТК, конструктор надводных кораблей, автор трудов по теории корабля и корабельной архитектуре, педагог 15, 29, 128
- Шокальский Ю.М.* (1856–1940), океанограф и гидрограф, профессор НМА, президент Географического общества 37
- Шульгин Г.И.* (1855–1923), деятель Российского флота, педагог, первый начальник НМА (после реорганизации) 38
- Щеглов А.Н.* (1856–1954), корабельный инженер, служащий Кронштадтского порта и части подводного плавания ГУК, автор проектов подводных заградителей, в 20–30-е годы сотрудник Б.М. Малинина 56, 84, 87
- Юркевич В.И.* (1885–1964), морской инженер, сотрудник Опытного Бассейна, строитель на Балтийском заводе; впоследствии – конструктор, специалист по теории корабля, автор проекта лайнера “Нормандия” 37, 76, 129, 130
- Яковлев* (?), конструктор Отдела подводного плавания Балтийского завода и верфи “Ноблеснер” 52
- Яковлев С.Т.* (1887–?), корабельный инженер, служащий Адмиралтейского завода, преподаватель НМА, специалист в области технологии судостроения 84, 88, 131

Оглавление

Предисловие.....	5
Жизнь и творчество И.Г. Бубнова.....	7
Г л а в а 1. Семья, детство, годы учения (1872–1887)	7
Г л а в а 2. В Техническом училище Морского ведомства (1887–1891)	12
Г л а в а 3. В Санкт-Петербургском порту. Учеба в Николаевской Морской академии (1891–1896)	14
Г л а в а 4. Начало преподавания в Николаевской Морской академии. Работа в Императорском Русском техническом обществе (1896–1901)	19
Г л а в а 5. На Балтийском заводе. В Опытном Бассейне и Кораблестроительной чертежной МТК (1898–1907)	23
Г л а в а 6. Педагогическая деятельность в Санкт-Петербургском Политехническом институте и НМА (1902–1914)	33
Г л а в а 7. Создатель российских подводных лодок (1901–1917)	40
Г л а в а 8. Конструктор линейных кораблей (1907–1917)	59
Г л а в а 9. Заведование Опытным Бассейном (1908–1914)	71
Г л а в а 10. Работа в Морской академии и общественных организациях (1914–1919)	81
Г л а в а 11. После смерти И.Г. Бубнова	92
Научное наследие И.Г. Бубнова	97
Г л а в а 12. Создание науки о прочности корпуса корабля	98
Г л а в а 13. Разработка методических материалов по прочности корпусов подводных лодок	110
Г л а в а 14. Основные результаты в области теории проектирования... ..	117
Г л а в а 15. Вклад в развитие теории корабля	120
Заключение	125
Комментарии и примечания	126
Основные даты жизни и деятельности И.Г. Бубнова	134

Приложение	136
Труды И.Г. Бубнова	141
Литература	143
Список принятых сокращений	155
Аннотированный именной указатель	156

Научно-биографическое издание

Рассол Игорь Ростиславович

**Иван Григорьевич Бубнов
1872–1919**

*Утверждено к печати
Редколлегией серии
“Научно-биографическая литература”
Российской академии наук*

Заведующая редакцией “Наука – биосфера,
экология, геология” *А.А. Фролова*

Редактор *Т.А. Никитина*

Художественный редактор *Г.М. Коровина*

Технический редактор *Т.В. Жмелькова*

Корректор *З.Д. Алексеева*

Набор и верстка выполнены в издательстве
на компьютерной технике

ЛР № 020297 от 23.06.1997

Подписано к печати 11.08.99. Формат 60 × 90 ¹/₁₆

Гарнитура Таймс. Печать офсетная

Усл.печ.л. 10,5. Усл.кр.-отт. 10,9. Уч.-изд.л. 11,6

Тираж 170 экз. Тип. зак. 424

Издательство “Наука”

117864 ГСП-7, Москва В-485, Профсоюзная ул., 90

Санкт-Петербургская типография “Наука”

199034, Санкт-Петербург В-34, 9-я линия, 12

В издательстве “Наука” готовятся к печати:

Виктор Ефимович Хаин (Сер. “Материалы к библиогр. ученых”). – 8 л.

Выпуск посвящен одному из крупнейших отечественных геологов акад. Виктору Ефимовичу Хаину. В.Е. Хаин внес большой вклад в изучение геотектоники, региональной геологии, нефтяной геологии, геоморфологии, истории и методологии геологических наук. Его исследования и идеи способствовали развитию разработанных им новых направлений и научных концепций, таких, как концепция мобилизма и тектоники литосферных плит. Выпуск включает основные даты жизни и деятельности В.Е. Хаина, краткий очерк его научной, научно-организационной и общественной деятельности, хронологический указатель его трудов, литературу о жизни и трудах В.Е. Хаина, справочный аппарат издания.

Для геологов и историков науки.

Соколовская З.К., Соколовский В.И. 550 книг об ученых, инженерах и изобретателях. Справочник-путеводитель по серии РАН “Научно-биографическая литература”. 1959–1997. – 47,5 л.

За 35 лет существования серии издано 500 научных биографий ученых, инженеров и изобретателей разных стран, эпох и народов. В справочнике приведены сведения обо всех изданных в серии книгах, краткое их содержание, данные о переводах на другие языки, опубликованных рецензиях. В вводной статье описана краткая история серии, показано огромное значение научно-биографической литературы в педагогическом процессе.

Для широкого круга читателей.

Матвиевская Г.П. Абд ар-Рахман ас-Суфи. 903–986. (Сер. “Науч.-биограф. лит.”). – 8 л.

Книга посвящена выдающемуся астроному восточного средневековья Абд ар-Рахману ас-Суфи. Приведены сведения о жизни и научной деятельности ас-Суфи, дан обзор его сочинений (“Трактат об астрологии”, “Трактат о небесном глобусе” и др.). Наибольшее внимание уделено главному труду ас-Суфи – “Книге неподвижных звезд”, содержащей каталог 1017 неподвижных звезд и оказавшей большое влияние на восточных и европейских астрономов. Прослежена судьба этого сочинения в Европе; приведены его фрагменты в русском переводе, выполненном автором.

Для читателей, интересующихся историей средневековой науки.

**АДРЕСА КНИГОТОРГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
ТОРГОВОЙ ФИРМЫ "АКАДЕМКНИГА"**

Магазины "Книга—почтой"

121009 Москва, Шубинский пер., 6
197345 Санкт-Петербург, ул. Петрозаводская, 7

Магазины "Академкнига" с указанием отделов "Книга—почтой"

690088 Владивосток, Океанский проспект, 140 ("Книга—почтой")
620151 Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, 137 ("Книга—почтой")
664033 Иркутск, ул. Лермонтова, 289 ("Книга—почтой")
660049 Красноярск, ул. Сурикова, 45 ("Книга—почтой")
117312 Москва, ул. Вавилова, 55/7
117192 Москва, Мичуринский проспект, 12
103642 Москва, Б. Черкасский пер., 4
630091 Новосибирск, Красный проспект, 51 ("Книга—почтой")
630090 Новосибирск, Морской проспект, 22 ("Книга—почтой")
142292 Пушкино, Московской обл., МР "В", 1 ("Книга—почтой")
443002 Самара, проспект Ленина, 2 ("Книга—почтой")
199034 Санкт-Петербург, В.О., 9-я линия, 16
191104 Санкт-Петербург, Литейный проспект, 57
199164 Санкт-Петербург, Таможенный пер., 2
194064 Санкт-Петербург, Тихорецкий проспект, 4
634050 Томск, Набережная реки Ушайки, 18 ("Книга—почтой")
450059 Уфа, ул. Р. Зорге, 10 ("Книга—почтой")
450025 Уфа, ул. Коммунистическая, 49

*По вопросам приобретения книг
просим обращаться также
в издательство по адресу:
117864, Москва, ул. Профсоюзная, 90
тел. (095) 334-98-59*

НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ
ЛИТЕРАТУРА



И. Р. Рассол

**Иван
Григорьевич
БУБНОВ**

И. Р. Рассол
Иван Григорьевич БУБНОВ

НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ
ЛИТЕРАТУРА

В издательстве "Наука"
вышла в свет книга:

Ю. Х. КОПЕЛЕВИЧ

**Иоган
Антон
ГИЛЬДЕНШТЕДТ
1745-1781**

