

21. *Предводителей А. С.* Отзыв на книгу Вл. Львова «Жизнь Альберта Эйнштейна» // Там же. Д. 282.
22. *Тамм И. Е.* О некоторых теоретических работах А. С. Предводителя // ЖЭТФ. 1936. Т. 6. Вып. 4. С. 405—414.
23. *Блохинцев Д. И., Леонтович М. А., Тамм И. Е., Френкель Я. И.* О статье А. К. Тимирязева «По поводу критики работы Н. П. Кастерина» // Изв. АН СССР. Сер. физ. 1938. № 4. С. 591—598.
24. *Фок В. А.* За подлинно научную советскую книгу // Сорена. 1934. № 3. С. 132—136.
25. *Фок В. А.* К статье А. А. Соколова «О возможности построения нейтринной теории света» // ЖЭТФ. 1937. Т. 7. С. 1068.
26. *Гинзбург В. Л., Ландау Л. Д., Леонтович М. А., Фок В. А.* О несостоятельности работ А. А. Власова по теории плазмы и теории твердого тела // Там же. 1946. Т. 16. С. 246—252.
27. *Фок В. А.* Отзыв о работах Д. Д. Иваненко и А. А. Соколова, представленных на Сталинскую премию (2.04.48) // Архив АН СССР. Ф. 1034. Оп. 1. Д. 549.
28. *Капица П. Л.* Письма о науке. М., 1989. С. 216.
29. *Предводителей А. С., Ухолин Н. Н.* Письмо в редакцию // Под знаменем марксизма. 1938. № 4. С. 175.
30. Личное дело М. А. Дивильковского // Архив АН СССР. Ф. 524. Оп. 1/1936—44. Д. 137. Л. 59.
31. Академик Л. И. Мандельштам. М., 1979. С. 86.
32. Письмо Л. С. Понрягина А. А. Андронову от 11.12.43 // Архив АН СССР. Ф. 1938. (новые поступления).

Д. Л. ШАРЛЕ

ЗАРОЖДЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КАБЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ (В казематах Петропавловской крепости)

В отличие от ряда отраслей техники и производства история отечественной кабельной техники должным образом не реконструирована. Когда, где и как она началась? Что способствовало зарождению кабельного производства? В первой и единственной пока работе на эту тему сказано: «Начальный период развития кабельной техники был тесно связан с работами по электрическому телеграфу. Поэтому работы по усовершенствованию конструкций телеграфных кабелей и развитию их производства составляют один из первых этапов в развитии кабельной техники» [1, с. 7]. Не говоря уже о чрезмерной громоздкости и некоторой неопределенности («один из первых этапов») данного утверждения, с ним нельзя согласиться по существу. Так же как и с другим предположением того же автора, что производство изолированных проводов началось в России в 1880-е годы [1, с. 12, 21].

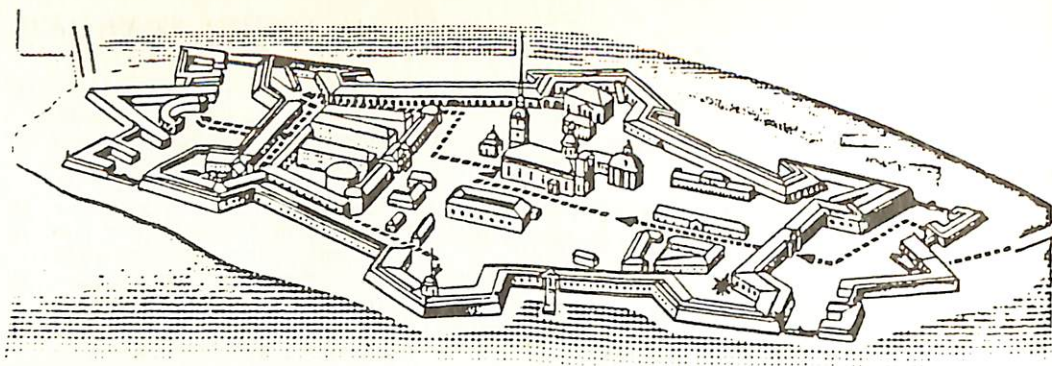
Зарождение кабельной техники обусловлено едва ли не первым практическим применением электричества, а именно в военном деле — для дистанционного взрыва мин и фугасов.

Свой электромагнитный телеграф П. Л. Шиллинг впервые продемонстрировал в 1832 г., но за 20 лет до этого, в 1812 г., состоялась демонстрация взрыва на Неве сконструированной им подводной мины с электрическим запалом. Ток к запалу подводился от береговой гальванической батареи двухжильным изолированным проводом. В 1815 г. опыт был повторен на Сене. Следующие две демонстрации дистанционного электровзрывания мин — теперь уже сухопутных — состоялись в 1822 и 1827 гг. на Красносельском полигоне. Там же в 1832 и в 1833 гг. были проведены крупномасштабные полигонные испытания систем электрического минирования в условиях, имитирующих осадные и оборонительные действия. Опытные взрывы подводных и сухопутных мин Шиллинга производились в 1834 и несколько раз в 1835 г.

Во всех опытах использовался медный провод с волокнистой пропитанной изоляцией. Сначала применялась двухслойная обмотка из шелка с последующей пропиткой ее озокеритом («горным воском»), затем — комбинированная обмотка из шелка (нижний слой) и пеньки (верхний слой), также пропитываемая озокеритом. В дальнейшем озокерит был заменен раствором каучука в льняном масле.

Первую и единственную опытную телеграфную линию вокруг здания Адмиралтейства Шиллинг проложил в 1836 г., используя для этой цели провод такой же конструкции, что и при взрыве мин. Следующие три подземные телеграфные линии сооружены Б. С. Якоби в 1841—1843 гг.

В то же время регулярные опыты по электрическому (гальваническому, по терминологии того времени) зажиганию мин осуществлялись в лейб-гвардии



Панорама Петропавловской крепости: * — место расположения кабельной мастерской

саперном батальоне на протяжении четырех лет (1836—1839 гг.). В результате этому способу было отдано безусловное предпочтение перед всеми известными способами «сообщения огня заряду».

Где, в каких количествах и как изготовлял Шиллинг первые электрические провода — неизвестно. Можно предположить, что изолировались они вручную или для этой цели приспособивались текстильные машины. Никаких сведений об организации специального производства проводов в период с 1810 по 1840 г. не имеется. Вот почему этот период следует считать предысторией кабельной техники. Предыстория — а ниже будет показано, что и начальная история — кабельной техники были связаны не с электротелеграфией, а с минной электро-техникой.

Неспокойная военно-политическая обстановка в Европе в середине и конце 1830-х годов способствовала форсированию работ по электроминному оружию. В «Летописях» Петропавловской крепости [2, л. 162] имеется запись о том, что Николай I в декабре 1838 г. приказал поместить в крепости «мастерскую для секретного изготовления гальванических проводников» (рисунок). Для практической реализации царского предписания потребовалось более года. В июле 1839 г. к созданию электромин был привлечен незадолго до этого избранный членом-корреспондентом Академии наук Б. С. Якоби, которому Николай I поручил «разработать гальванический снаряд для воспламенения мин» [3, л. 6—7]. Однако в 1839 г. работы в мастерской не были развернуты должным образом. Причинами послужили, во-первых, теснота отведенного каземата, во-вторых, отсутствие необходимых кадров, в-третьих, занятость Якоби созданием электродвигателя. В октябре 1839 г. был образован Комитет о подводных опытах в составе ведущих военно-морских инженерных специалистов и ученых, включая Якоби. Первое заседание комитета состоялось 1 ноября 1839 г.

16 января 1840 г. при лейб-гвардии саперном батальоне сформирована особая учебная команда «для теоретического обучения гальванизму и способам применения его в военном употреблении» [4, отд. IV]. Курс обучения был годичный. Согласно косвенным данным, в команде насчитывалось несколько десятков человек; четвертую часть из них составляли офицеры, от которых требовались знания по физике и химии. Из числа унтер-офицеров и рядовых в команду отбирались преимущественно мастеровые. Таковы были кадры для мастерской. Преподавание офицерам теории гальванизма было возложено на Якоби. Ему же вскоре комитет предписал приступить к изготовлению опытной гальванической батареи, и уже в начале марта 1840 г. ученый представил на рассмотрение два ее варианта. Оба варианта были испытаны и рекомендованы к использованию в дальнейших опытах. Наконец, была существенно увеличена площадь мастерской. Согласно записи в уже упомянутых «Летописях» [2, л. 166], а также по сведениям, содержащимся в [4], под мастерскую были отведены восемь казематов. В каком месяце принято это решение, не указано,

записи в «Летописях» велись несистематически, интервалы между соседними иногда доходили до полугода. Однако есть все основания предположить, что работы в мастерской развернулись с апреля по июнь 1840 г. Ибо уже 10 августа 1840 г. на 28-м заседании комитета рассматривался вопрос об употреблении для подводных опытов «гальванических проводников, изготовленных г. Якоби» [5, л. 11].

Таким образом, с полным правом можно считать второй квартал 1840 г. началом организованного кабельного производства в России, практически началом истории отечественной кабельной техники. Свидетельством тому являются как организационные, так и технические показатели.

Производство имело точное, определяющее его специализацию название, было сосредоточено в специально отведенном помещении, обеспечено квалифицированными кадрами, имело административное и научно-техническое руководство, субсидировалось, говоря современным языком, из госбюджета.

Вполне закономерно, что через год, 5 июля 1841 г., на 46-м заседании комитета Якоби уже предложил изготовить для намечаемых на осень опытов 5000 саженей (10 км) гальванических проводников [5, л. 17].

Следует отметить, что деятельности кабельной мастерской придавалось особо важное значение. Дело в том, что, как и любая электрическая система, цепь для зажигания мин состояла из трех компонентов: батареи, запала и провода. Первые два, безусловно, конструктивно сложнее элементарного провода, состоящего из жилы и изоляции. Однако и батарея, и запал — элементы сосредоточенные, их качество и надежность легко контролировать и, следовательно, обеспечить. Особенность провода — его протяженность, достигавшая десятков и сотен метров, а по мере развития минной гальванотехники — даже километров. Обеспечить однородность и стабильность изоляции, ее неподверженность внешним воздействиям на всем протяжении провода, находящегося, причем возможно длительное время, в земле или в воде, оказалось весьма нелегким делом. Показательно письмо и. о. начальника инженеров отдельного гвардейского корпуса генерал-майора П. А. Витовтова к Б. С. Якоби от 18 ноября 1841 г.: «Вследствие препятствий, встретившихся в проложении гальванических проводников для опытов между Ораниенбаумом и Кронштадтом, мне поручено предложить Вам, чтобы Вы приложили все возможные старания к тщательной изолировке проводников и занялись в особенности сим предметом в течение нынешней осени и зимы и о последствиях сих занятий уведомляли меня в исходе каждого месяца» [6, л. 49].

Научно-технические результаты деятельности мастерской сказались быстро.

По части совершенствования конструкций проводов, расширения их номенклатуры и применения новых материалов. Прежде всего двухэлементный (жила — изоляция) провод Шиллинга был усилен третьим — защитным элементом в виде наружной пеньковой сначала просто обмотки, а затем пропитанной оплетки. Шелковая и шелково-пеньковая изоляция была заменена более плотной и стабильной двойной хлопчатобумажной (1841—1842 гг.). На протяжении 1840-х годов Якоби последовательно экспериментировал сначала с изоляцией из узких лент невулканизированного каучука, накладываемых спирально в два-три слоя как непосредственно на медную проволоку, так и поверх хлопчатобумажной обмотки (1843—1844); затем, начиная с 1846 г., с широкими резиновыми лентами, которые заворачивались вокруг проволоки, образуя продольную двухслойную изоляцию; наконец, на рубеже 1840—1850-х годов со сплошной выпрессовываемой гуттаперчевой изоляцией.

В 1840-х годах в саперные батальоны поставлялись два типа проводов: с двойной хлопчатобумажной и с резиновой изоляцией (в таблице каждого батальона значилось по 2 км провода того и другого типа). В 1850-е годы на «вооружении» саперных частей также были два типа проводов, но уже с резиновой и с гуттаперчевой изоляцией и в увеличенном количестве (по 4 км каждого провода на батальон).

По части технологии и оборудования. Якоби придавал первостепенное значение технологии наложения изоляционного и защитного покрова, особенно их пропитки. Экспериментируя с различными пропиточными составами, он остановился на трехкомпонентном воск — сало — гарпиус (т. е. канифоль). Вот как описывал технологию изготовления проводов сам Якоби весной 1842 г. в своем отчете генерал-майору Витовтову: «Изолировка проводников производилась следующим образом: сначала обматывали их льняными нитями и протягивали через горячий состав из воска, гарпиуса и сала, предварительно растопленный в особо для этого сделанном железном ящике. Коль скоро пропущенные таким образом проводники достаточно высохли, обматывали их еще раз нитями и пропускали вторично через тот же самый состав. Две таким образом изолированные проволоки клали одну подле другой и сматывали вместе. Потом их дважды пропускали через подобный состав, но содержащий большее количество сала, и, наконец, обматывали сырой пенькой...» [6, л. 105—109].

Итак, налицо технологический процесс, включающий согласно описанию, девять последовательных основных операций и одну вспомогательную (приготовление пропиточного состава). Изоляция провода пропитывалась четыре (!) раза, причем дозировка компонентов состава варьировалась. В дальнейшем при переходе на резиновую и гуттаперчевую изоляцию Якоби пропитывал провода, оплетенные пеньковой пряжей, в растворе резины в льняном масле с добавкой небольшого количества сажи. Мотки пряжи предварительно пропитывались в жидкой смоле, после чего сушились, а чтобы нити при дальнейших операциях не слипались, их пропускали через тряпку, пропитанную китовым жиром (ворвань). Пропитка провода производилась дважды с промежуточной воздушной сушкой.

За период 1840—1850-х годов мастерская освоила около полутора десятков технологических операций кабельного производства. Помимо уже перечисленных, это волочение и отжиг медной проволоки, перемотка и тростка пряжи, резка листовой резины на полосы, вальцевание, вулканизация и выпрессовывание, причем многоручьеовое, гуттаперчи, водяное охлаждение гуттаперчевой изоляции, наложение оплетки [4, отд. II, гл. II]. Эволюцию конструкций проводов и способов их изготовления в первой половине XIX в. иллюстрирует таблица.

Большое значение имело введение входного и операционного контроля материалов и полуфабрикатов и испытаний готовых проводов. Измерялись диаметр, масса и длина медной проволоки, а также ее электросопротивление. Бралась средние значения из трех-четырех замеров. Согласно отчету Якоби, разброс сопротивлений рыночных проволок одного диаметра был очень велик (до 1,6:1,0). Поэтому производились отбор и комплектация проволок.

Готовый провод испытывался два раза в воде. Первый раз — на проход, через длинную ванну с соленой или слабоокисленной водой, в которой изоляция провода находилась под напряжением постоянного тока. При обнаружении дефектных мест после их починки делалась повторная проверка. Окончательной проверке также подвергалась каждая строительная длина провода. Бухта опускалась в чан с водой и выдерживалась в нем несколько суток, в течение которых периодически измерялся ток утечки.

Таково было начало отечественного кабельного производства. Но понятие кабельной техники шире. В мастерской и учебной команде накапливался и обобщался опыт хранения, прокладки, монтажа, эксплуатации подземных проводов, отыскания и исправления мест их повреждений. Было введено разделение проводов на магистральные и распределительные (концевые) и понятие электрической сети. Разработаны конструкции соединительных гильз и концевых соединителей. Сформулированы рекомендации по прокладке проводов: в случае линий кратковременного действия — непосредственно в земле на различной глубине в зависимости от возможных внешних воздействий, включая разрывы гранат и бомб; в случае линий длительного действия — в кирпичных желобах или в железных трубах [4].

Эволюция конструкций электрических проводов в первой половине XIX в.

Годы	Диаметр провода, мм	Материал изоляции	Тип изоляции	Пропиточный состав	Защитный покров
1811—1820	0,20—0,25	Шелк	Спиральная в 2—3 слоя	Озокерит	—
1821—1830	0,40—0,50	1-й слой — шелк 2-й слой — пенька	Спиральная	»	—
1831—1840	0,40—0,50	То же	»	Раствор каучука в льняном масле	—
		X/б пряжа	Спиральная в 2 слоя	Воск — сало — канифоль	Пеньковая обмотка
1840—1850	0,80—0,90	Каучуковые ленты	Спиральная в 2—3 слоя	—	Пеньковая пропитанная оплетка
		Резиновые ленты	Продольная в 2 слоя	—	То же
		Гуттаперча	Сплошная вы- прессованная	—	»

Мастерская в Петропавловской крепости была не только производственным, но и научно-техническим и учебным центром отечественной кабельной техники. В лаборатории при мастерской исследовались новые изоляционные материалы, отрабатывались технологические режимы изготовления проводов, методы их испытаний, конструировались приборы для электроизмерений, наконец, проводились исследования технических возможностей проводников с целью более эффективного их использования.

Примером конкретной постановки одной из исследовательских задач служит письмо Витовтова Якоби от 6 февраля 1843 г.: «... царя заинтересовали опыты между Ораниенбаумом и Кронштадтом осенью 1842 г. Однако он хотел бы знать, на какое расстояние действует гальваническая сила, ибо из опыта видно, что на две версты получилось удачно, а на четыре версты — неудачно, но только от чего — не видно. Поэтому повелено продолжить опыты в 1843 г., не ограничиваться двухверстным пространством, распространить сколь можно далее действие гальванического тока. Обратить тщательное внимание на изолировку проводников, дабы они могли действовать на дальние расстояния» [6, л. 118]. Содержание письма наглядно иллюстрирует не только возможности кабельной техники, но и уровень электротехнических знаний того времени.

Опытами, проведенными под руководством Якоби в марте 1843 г. в районе Петровских островов в Петербурге, была не только показана принципиальная возможность электродистанционного взрыва пороховых зарядов на расстояниях до 9 верст (9,5 км), но и одновременно убедительно доказана электропроводящая способность воды на больших расстояниях и как следствие этого практическая возможность воспользоваться речной или морской водой вместо одного из проводов электрической цепи. «Эти опыты доставили мне случай заметить те особенные явления, которые имеют связь с электропроводностью воды, и привели к предположению, что можно воспользоваться ими при воспламенении мин и употребить только одну проволоку», — писал Якоби [6, л. 105—109].

Однако в упомянутых опытах провод с волокнистой пропитанной изоляцией (двойная обмотка пеньковыми нитями, пропитка раствором каучука в льняном масле) был проложен не в воде, а по льду, который является изолятором. При нахождении провода в воде волокнистая изоляция практически непригодна. Якоби занялся поисками принципиально иного изоляционного материала. Вот что он писал Витовтову 17 июня 1843 г.: «Опыты между Кронштадтом и Ораниенбаумом 10 июня с. г. показали, что изолированные по вышеописанному способу проводники (имеется в виду способ, описанный в [6, л. 105—108]. — Д. Ш.) показали не вполне удовлетворительные результаты. Эти опыты доказы-

вают превосходство изолирования каучуком над всеми донныне известными способами и убеждают нас в возможности действования гальваническими батареями под водой на большом расстоянии» [6, л. 148].

В Петропавловской мастерской были заложены основы электроизмерений. В 1842—1843 гг. Якоби разработал прибор для измерения сопротивления токопроводящей жилы, проверки целостности изоляции и измерения сопротивления изоляции (тока утечки). В отчете Якоби сообщает об изобретенном им приборе, названном «вольтагометром» (voltagometer), «посредством которого можно не только сравнивать качество проводников между собой, а также открывать все недостатки, происходящие или от повреждения в отдельных частях проволоки, или от недостаточной ее изолировки» [6, л. 105—109]. Там же приведены результаты измеренного посредством вольтагометра сопротивления постоянному току 15 образцов рыночной медной проволоки. (Объективно оценить значимость достигнутого в этой области техники позволяет тот факт, что знаменитый мост постоянного тока для измерения электросопротивления был изобретен Ч. Уитстоном в 1844 г.)

Деятельность Петропавловской мастерской и Особой учебной команды развивалась успешно и быстро. 27 октября 1843 г. Витовтов попросил Якоби составить программу «секретного наставления о применении гальванизма к военному делу» и «представить ее на русском языке» [6, л. 154]. 31 декабря 1843 г. Якоби представил программу из восьми пунктов. Пункт 5-й программы гласил: «О способности электропроводимости проводников и лучшем способе их приготовления и изолировки».

Одобрив и возвратив программу, Витовтов 14 апреля 1844 г. предложил Якоби «немедля приступить к составлению содержащихся в ней статей...» [6, л. 165]. В 1844 г. было составлено первое «Наставление», содержащее «описание употреблявшихся тогда гальванических приборов и их действий и управления ими с изложением исследованных до того времени случаев военного применения гальванизма» [4, отд. IV].

15 июля 1847 г. в Ораниенбаумской гавани состоялась успешная демонстрация всего достигнутого в области минной электротехники. А на 94-м заседании Комитета о подводных опытах 26 августа 1847 г. принято решение «Об удовлетворении означенными опытами и о целесообразности введения сего средства обороны и изучении оного в Морском ведомстве». Решено было также «создать команду из двух офицеров, знающих французский и немецкий языки, и 10 рядовых, а также двух мастеров слесарного дела, которых обучать под руководством академика Якоби (избран 6 марта 1847 г.— Д. Ш.) вместе с гальванической командой при лейб-гвардии саперном батальоне» [5, л. 26].

В 1849 г. «Наставление» пересматривалось и дополнялось новыми сведениями и открытиями, сделанными в практическом применении гальванизма. Ни первое, ни второе издания «Наставления» не сохранились.

В 1856 г. (9 сентября) учреждено Техническое гальваническое заведение с гальванической учебной ротой. В 1859 г. издано «Руководство для действия гальваническими приборами и принадлежностями», написанное на базе предыдущих наставлений. Эта книга объемом в 350 страниц, вероятно, первая в России, а может быть и в мире, по практической электротехнике. Во всяком случае, глава II отдела II «О проводниках» вместе с относящимися к ней чертежами и сведениями из отделов IV и VI (всего около 50 страниц), безусловно, является первым отечественным, а скорее всего и мировым пособием по кабельной технике, по технологии кабельного производства, содержащим помимо основного текста контрольные вопросы для самопроверки.

Есть основания полагать, что мастерская в Петропавловской крепости, выпускавшая изолированные провода с 1840 г., была не только первой производственной единицей кабельной промышленности в России, но и одной из первых (если не первой) в Европе. В первой половине XIX в. Россия, бесспорно, занимала ведущее положение в области военной электротехники. В отчете «Комитета

о подводных опытах» за 1847 г. сказано: «В иностранных государствах много делалось было попыток по применению гальванизма к военному делу. Однако произведенные там опыты, получившие более или менее неправильное исполнение, не привели ни к какому удовлетворительному результату. Наша система подводных мин и найденные у нас средства, ручающиеся за действительность их, совершенно неизвестны в других правительствах» [5. л. 114].

Согласно [7], первая телеграфная мастерская в Германии была открыта Сименсом и Гальске в конце 1847 г. Первые электромины Сименса испытывались в 1848—1849 гг. Провода с гуттаперчевой изоляцией для подземной телеграфной линии изготавливались на фабрике резиновых изделий в 1848 г. Как следует из отчета о заграничной командировке штабс-капитана лейб-гвардии саперного батальона Шталя в 1856 г. [4], в большинстве стран Центральной Европы гальванический способ взрывания мин не был освоен и внедрен.

Своими успехами отечественная военная электротехника, а в том числе и кабельная техника, обязаны комплексной организации работ, четкому их проведению, высококвалифицированному научному руководству. Петропавловскую кабельную мастерскую вместе с Особой учебной командой можно сравнить с идеальным научно-производственным объединением, где разрабатываемые технические идеи оперативно проверяются экспериментом и столь же оперативно внедряются в производство.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Из Летописей Петропавловской крепости 1840 г. (апрель?):

«Для помещения Секретной мастерской гальванических проводников и команды при оной отведены казематы верхнего этажа левой половины Петровской куртины с приспособлением кухни в казематах аппарели бастиона Петра II» [2, с. 116].

Список литературы

1. Привезенцев В. А. Кабельная техника // Очерки по истории энергетической техники СССР. М., 1954.
2. Государственный музей истории Ленинграда (ГМИЛ). Летописи Петропавловской крепости. № IIIA — 549.
3. ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 91.
4. Руководство для действия гальваническими приборами и принадлежностями. СПб., 1859.
5. ЛО ААН. Ф. 181. Оп. 1. № 91.
6. ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 85.
7. Вернер фон-Сименс. Мои воспоминания. СПб., 1893.