

Межфакультетский курс

«Научная революция XVI–XVII вв.: ученые, власть, общество»

Менцин Ю.Л. – к.ф.-м.н., заведующий Музеем истории университетской обсерватории Государственного астрономического института имени П.К. Штернберга (ГАИШ) МГУ.

Лекция 16

Триумф науки и упорства

(из истории трансатлантического телеграфа)

Научная революция XVI–XVII вв. стала производной целой цепи предшествующих революций: городской, религиозной, технической. О том, как научная революция повлияла на религиозное, политическое и экономическое мировоззрение я подробно рассказывал на лекциях. А вот, воздействие этой революции на развитие техники было сравнительно невелико. Слишком на разных языках говорили тогда ученые и практики. Только в середине XIX века наука смогла стать локомотивом технического прогресса, что, в свою очередь, сыграло фундаментальную роль в индустриализации науки – создании на рубеже XIX и XX вв. научно-исследовательских институтов, дальнейшем сближении науки и промышленного производства, становлении приборостроительной индустрии и т.д. При этом одной из важнейших поворотных точек во взаимоотношениях науки и производства стала прокладка первой в мире трансатлантической телеграфной линии, связавшей Европу и Новый Свет. Прокладка этой линии продолжалась с 1857 по 1866 годы, несколько раз ее приходилось прекращать, а проект был на грани срыва. Лишь благодаря целеустремленности, самоотверженности и изобретательности участников проекта он был доведен до триумфального завершения. В этой лекции я расскажу о некоторых эпизодах истории создания трансатлантического телеграфа.

Предыстория проекта.

Разработке проекта трансатлантического телеграфа предшествовал ряд фундаментальных открытий (Гальвани, Вольта, Эрстед, Фарадей и др.) в области изучения электричества и магнетизма, а также изобретений, сделанных на основе этих открытий. Первую успешно действующую модель электромагнитного телеграфа продемонстрировал в Петербурге в 1832 году российский изобретатель Павел Львович Шиллинг (1786–1837). В этой модели на приемном конце линии электрические катушки отклоняли магнитные стрелки и поворачивали при этом висящие на нитях бумажные диски белой или черной стороной. Комбинации белых и черных кружков означали ту или иную букву. Из-за преждевременной смерти Шиллинг не успел довести свое изобретение до практического применения, а в 1837 году аналогичную конструкцию телеграфа в Англии запатентовали Уильям Кук и

Чарльз Уитстон. В этом же году в США Сэмюэль Морзе (1798–1872) запатентовал телеграфный аппарат, использовавший известный ныне всем ключ и азбуку, состоящую из точек и тире, т.е. коротких и длинных сигналов тока. Кроме того, Морзе дополнил свой аппарат записывающим устройством. В 1844 году Морзе проложил между Вашингтоном и Балтимором воздушную телеграфную линию длиной 63 км. Следует отметить, что ранее, в 1843 году, российский инженер Б.С. Якоби, продолжая работы П.Л. Шиллинга, проложил телеграфную линию между Петербургом и Царским селом, использовав впервые в мировой практике в качестве второго провода землю. В 1840-е годы началась повсеместная прокладка телеграфных линий, в основном воздушных. Подземные и подводные линии были очень короткими, что обуславливалось их высокой стоимостью и ненадежностью из-за отсутствия качественных изоляционных материалов.

В середине 1840-х годов была разработана технология производства гуттаперчи – материала, родственного каучуку. В отличие от каучука, который не выдерживал перепадов температур и быстро становился хрупким, гуттаперча была пригодна для изготовления достаточно надежной изоляции, в том числе для изоляции проводников, находящихся в воде. Прокладка же подземных кабелей, ввиду агрессивного действия атмосферного кислорода и существенно более сильных, чем на дне водоемов, перепадов температур, оказалась в плане изоляции гораздо более сложной задачей.

Появление гуттаперчи и изобретение в 1847 году немецким инженером Вернером Сименсом (1816–1892) прессы для механического накладывания на проволоку изоляционного слоя, позволили проложить в 1850 году первый подводный кабель, который должен был связать Англию и Францию. Прокладка этого кабеля велась «на глазок». Не был рассчитан даже удельный вес кабеля, и, для того чтобы он погрузился в воду, к нему пришлось привязывать свинцовые грузила. Через несколько дней какой-то английский рыбак случайно оборвал кабель, и, заметив блеск металла, похитил несколько десятков метров провода.

Следующая попытка проложить подводный кабель между Францией и Англией была предпринята в 1851 году. Она оказалась успешной. Кабель был проложен через пролив Па-де-Кале. Он состоял из четырех медных жил диаметром 1,5 мм. Каждая из жил была изолирована слоем гуттаперчи толщиной 2,5 мм. Изолированные жилы скручивались между собой, а затем обматывались просмоленной пенькой и заключались в броню из стальных оцинкованных (чтобы избежать коррозии) проволок. Наружный диаметр кабеля составил 33 мм. Таким образом, первый морской кабель состоял из трех частей: токопроводящей, изолирующей и защитной. То есть это был настоящий кабель, а не просто изолированный провод.¹

¹ В середине XX века от бронирования глубоководных кабелей отказались. Выяснилось, что стальная броня нужна только в моменты погружения и подъема кабелей, так как медная проволока не выдерживает свой собственный вес. Решение проблемы нашли путем армирования кабеля витой стальной проволокой, находившейся не снаружи,

Вскоре после прокладки кабеля через пролив Па-де-Кале была установлена телеграфная связь Англии с Ирландией, Бельгией, Данией и Нидерландами. Первые подводные кабели проложили вблизи Восточного побережья США. Успехи в прокладке подводных кабелей побудили молодого американского предпринимателя Сайруса В. Филда (1819–1892) взяться в 1854 году за решение гораздо более сложной задачи – прокладки кабеля, который должен был связать Англию и США. Для решения этой задачи была организована англо-американская акционерная компания, получившая название Атлантическая телеграфная компания (АТК). Длина кабеля, которому предстояло соединить юго-западное побережье Ирландии и остров Ньюфаундлед, составляла около 4000 км, максимальная глубина залегания кабеля – 4,5 км. При прокладке маршрута кабеля стремились не только минимизировать его длину, но и учесть рельеф американского побережья, чтобы избежать повреждения рыболовными судами и айсбергами. Токопроводящая часть кабеля состояла из семи скрученных медных жил, покрытых тремя слоями гуттаперчи. Кабель был обмотан просмоленной пенькой и укреплен железной, оцинкованной проволокой. Его диаметр равнялся 16 мм.

Физические проблемы сверхдальней телеграфии

Создатели первого трансатлантического телеграфа столкнулись с массой финансовых, организационных и технических проблем, неизбежных при реализации проектов такого масштаба. Но главная, хотя поначалу это осознавалось далеко не всеми руководителями АТК, проблема, которую предстояло решить, заключалась в выяснении принципиальной возможности устойчивой передачи электрических сигналов на столь большие расстояния при условии отсутствия ретрансляционных подстанций, использовавшихся при прокладке наземных линий.

Приступая в 1854 году к организации компании и привлечению первичного капитала, талантливый и предусмотрительный предприниматель Сайрус Филд запросил по этому вопросу мнение таких авторитетных специалистов, как Сэмюэль Морзе и физик-экспериментатор Майкл Фарадей. Морзе был полон оптимизма. Фарадей же, хотя и поддержал идею проекта, указал, опираясь на результаты своих исследований, на опасность существенного запаздывания сигналов, обусловленного сопротивлением и емкостью кабеля. Однако рассчитать величину этого запаздывания Фарадей не мог. Для этого требовалось построить математическую теорию процессов прохождения тока по проводникам. Решить эту фундаментальную проблему удалось выдающемуся английскому физическому и математику Уильяму Томсону, будущему лорду Кельвину (1824–1907).

а внутри кабеля, что существенно уменьшало его вес и удешевляло прокладку подводных телекоммуникационных линий.

Перечисление всех научных достижений У. Томсона заняло бы слишком много места, поэтому ограничусь лишь имеющими отношение к теме статьи. В 1853 году Томсон вывел формулу зависимости периода собственных колебаний электрического тока в контуре от его ёмкости и индуктивности (формула Томсона, известная ныне каждому старшекласснику). В 1854–56 годах, узнав о работах Фарадея по изучению процессов прохождения электрических сигналов по проводнику, Томсон вывел дифференциальные уравнения, позволяющие определять значения напряжения и силы тока в любой точке проводника в зависимости от его параметров. Позже эти уравнения дополнили физики Густав Кирхгоф и Оливер Хевисайд (уравнения Томсона не учитывали индуктивности проводника), и они вошли в учебники по электродинамике и электротехнике как «телеграфные уравнения» (название придумал математик Анри Пуанкаре).

Опираясь на свои уравнения, Томсон показал, что время запаздывания при прохождении электрического импульса пропорционально произведению сопротивления и ёмкости проводника и, как следствие, квадрату длины проводника. Таким образом, если на линиях, связывавших Англию с Бельгией или Нидерландами, запаздывание сигналов было около 0,1 секунды, что практически незаметно, то на линии длиной 4000 км, при тех же параметрах кабеля, оно составило бы уже десятки секунд. Но это было еще не всё. Выяснилось, что при прохождении сигналов по достаточно длинным проводникам неизбежно искажается форма этих сигналов. Поэтому, например, посылая определенную совокупность точек и тире, на выходе мы получим нечто совершенно невразумительное. О возможности таких искажений тоже предупреждал гениальный физик Фарадей, и они были отмечены при эксплуатации первых морских линий.

Уравнения Томсона позволили объяснить это явление. Оказывается, любую периодическую функцию, можно разложить в так называемый ряд Фурье, то есть представить ее, как сумму синусоид с различными частотами и амплитудами. Скорость же прохождения сигнала и его ослабление, как это следует из теории Томсона, зависят от частоты, что и обуславливает искажение формы сигнала. Грубо говоря, совокупность синусоид, отправленных одновременно, приходила к адресату с различными временами запаздывания и, к тому же с разными степенями ослабления. Понятно, что сумма таких синусоид давала уже совсем другую функцию. Отправляемые телеграфистами прямоугольные импульсы тока – точки и тире азбуки Морзе – по пути расплывались, искажая друг друга.

К счастью для судьбы телеграфии, теория Томсона не только указывала на проблемы, но и подсказывала пути их решения. Прежде всего, надо было попытаться уменьшить время запаздывания. Для этого требовалось уменьшить сопротивление и ёмкость кабеля. Этого можно было достичь, увеличивая сечение токопроводящей части кабеля (этим снижалось сопротивление) и толщину изоляционного слоя, что вело к уменьшению ёмкости. Другим способом уменьшения сопротивления являлось

использование при изготовлении проводников как можно более чистой меди. В ходе специально проведенных исследований Томсон выяснил, что даже сравнительно небольшие загрязнения меди добавками вели к увеличению ее удельного сопротивления на 30-40%.

Ученый и дилетант

К сожалению, большинство рекомендаций Томсона руководством АТК проигнорировало. Томсон, которому к моменту начала прокладки кабеля в 1857 году было всего 33 года, тогда еще не пользовался славой одного из ведущих европейских ученых. Его математическая теория представлялась слишком абстрактной, чтобы принимать ее всерьез, а выполнение рекомендаций Томсона привело бы к существенному увеличению веса кабеля, как следствие, к удорожанию проекта и задержке сроков ввода в действие телеграфной линии. На позицию директоров АТК повлияло и то, что телеграфией занимались в основном любители, не имевшие, как, например, Морзе – в прошлом художник, специального инженерного или физического образования. Одним из таких любителей был Эдвард Уайтхауз (1816–1890), привлеченный руководством АТК к реализации проекта в качестве главного электрика. Уайтхауз, по его собственным словам, был врачом по образованию и электротехником по призванию. Уайтхауз активно занимался усовершенствованием телеграфной аппаратуры, был горячим сторонником прокладки трансатлантического кабеля и настойчиво убеждал руководство АТК в том, что запаздывание сигналов не должно быть значительным и не должно зависеть от сопротивления проводников. По поводу же открытого Томсоном закона пропорциональности времени запаздывания квадрату длины проводника Уайтхауз высокомерно заявлял, что «природа не признает существования такого закона».

Уайтхауз полагал, что все проблемы сверхдальней связи можно решить, используя электрические импульсы как можно более высокого напряжения. По проекту Уайтхауза на концах кабельной линии были построены мощные батареи, обеспечивавшие напряжение 500 В. Их соединили с катушками индуктивности, которые, благодаря явлению самоиндукции, давали при отключении тока кратковременное повышение напряжения до 2000 В. При этом Уайтхауз был почему-то уверен, что токи, полученные от катушек индуктивности, должны распространяться быстрее, чем токи, полученные от химических источников.

Подход Уайтхауза в корне противоречил идеям Томсона, который понимал, что подобными методами проблемы запаздывания сигналов, а тем более искажения их формы решить невозможно. В отличие от Уайтхауза, Томсон считал, что сигналы должны быть слабыми и короткими. Соответственно, для того чтобы иметь возможность принимать такие сигналы на выходе, требовалось отказаться от реле, сконструированных Уайтхаузом, и использовать какие-то иные, гораздо более чувствительные приборы. Таким прибором стал изобретенный Томсоном зеркальный гальванометр. Очень легкая катушка, подвешенная на вертикальной нити

между полюсами магнита, поворачивалась на небольшой угол при прохождении через нее тока. Приклеенное к катушке зеркальце отбрасывало тонкий луч от осветителя на удаленный экран с нанесенным на нем шкалой, что увеличивало чувствительность гальванометра во много раз. В своих воспоминаниях Томсон писал, что эту идею, использованную затем во многих приборах, ему подсказал луч солнечного зайчика на стене от поворачивающегося моногля.²

Следует отметить, что, хотя руководство АТК не согласилось с доводами Томсона, оно привлекло ученого к работе над проектом в качестве научного консультанта. (Позже Томсон вошел в число директоров компании.) Томсон принял самое активное участие в экспедициях по прокладке кабеля, где ему была предоставлена возможность заниматься экспериментами с зеркальным гальванометром – прибором, сыгравшим столь важную роль в налаживании устойчивой телеграфной связи через океан.

Экспедиции 1857–58 годов

Прокладка трансатлантической телеграфной линии растянулась почти на десять лет и потребовала организации пяти экспедиций. Первая из них стартовала 5 августа 1857 года. Укладку кабеля должны были осуществить два судна: американский паровой фрегат «Ниагара» и военный английский парусник «Агамемнон», являвшийся флагманским кораблем во время Крымской войны. Кабель состоял из семи скрученных медных жил, изолированных тремя слоями гуттаперчи и обмотанных просмоленной пенькой и оцинкованной стальной проволокой. Диаметр кабеля равнялся 16 мм. Большую часть кабеля, чья общая масса составляла 2000 т, погрузили на «Ниагару», а остальное — на «Агамемнон». На кораблях установили машины наподобие лебедок, с помощью которых кабель должен был постепенно опускаться в океан. Имелись также желоба для скольжения кабеля и различные натяжные и тормозные механизмы. Прокладку кабеля начала «Ниагара». Вместе с «Агамемноном» она вышла из небольшой бухты Валенсия на юго-западе Ирландии. Судно передвигалось со средней скоростью 5 км/час, постоянно поддерживая связь с берегом по прокладываемому кабелю. Предполагалось, что посередине океана корабли соединят обе части кабеля и его прокладку продолжит «Агамемнон». Однако уже 11 августа, из-за слишком резко торможения кабелеукладочной машины «Ниагары», произошел обрыв, и 620 км кабеля ушли на дно. Первая экспедиция завершилась неудачей.

Вторую экспедицию, начавшуюся 10 июня 1858 года, спланировали иначе. В ходе первой экспедиции ее участники поняли, что соединить в океане, даже при штиле, оба конца кабеля, один из которых натянут собственным весом, не удастся. Поэтому Чарльз Брайт, главный инженер

² Рисунки зеркального гальванометра Томсона, а также ряда устройств, применявшихся при прокладке телеграфной линии, можно в газетной версии моей статьи. Она в приложении к этой лекции.

АТК и один из ее директоров, предложил, вначале соединить в океане два конца кабеля, а затем двум кораблям, постепенно укладывая его на дно, расходиться в разные стороны. Были сконструированы также специальные механизмы, автоматически регулирующие натяжение кабеля (по типу катушки спиннинга), учтены и ликвидированы такие оплошности, как то, что из-за отсутствия согласования фирмы, изготавливавшие различные отрезки кабеля, сплели проволоки в разных направлениях, что затруднило их соединение. В то же время, не был продуман вопрос об условиях хранения кабеля, из-за чего изоляция некоторых его частей, хранившихся несколько месяцев в специально построенных сараях, пострадала от зимних морозов.

Незадолго до старта второй экспедиции в Бискайском заливе провели испытания по соединению частей кабеля. Испытания прошли успешно, но в океане из-за плохой погоды корабли несколько дней не могли состыковаться. Но и после стыковки 26 июня продолжало штормить. Кабель неоднократно обрывался, экспедицию пришлось прервать.

Следующая, третья экспедиция началась 17 июля 1858 года. Корабли встретились 28 июля. На следующий день концы кабелей соединили и команды обоих кораблей приступили к его укладке. 4 августа «Ниагара» достиг Trinity Bay (Ньюфаундленд), а 5 августа «Агамемнон» вошел в бухту Валенсия (Ирландия). Прокладка кабеля через океан наконец-то была успешно завершена. 13 августа начались испытания кабеля, а 16 августа королева Великобритании Виктория и президент США Джеймс Бьюкенен обменялись приветственными телеграммами. В Англии и в США сообщения об этом событии были встречены с ликованием. Между тем, кабель работал плохо. Так, передача телеграммы из сотни слов, отправленная от имени королевы Виктории, заняла, из-за непрерывных сбоев и необходимости неоднократно повторять каждый сигнал, 16,5 часов. А вот ответную телеграмму из США удалось отправить за 67 минут.

Что обусловило столь существенную разницу во временах передачи, отмеченную и при отправке последующих сообщений? Дело в том, что послания из Англии отправляли «по Уайтхаузу», а из США – «по Томсону». Если Уайтхауз стремился повышать напряжение при отправке сигналов, то Томсон, используя специально сконструированный генератор, наоборот, стремился понизить напряжение и уменьшить длительность передаваемых импульсов. Казалось бы, опыт недвусмысленно указывал на правоту Томсона, но Уайтхауз не сдавался и даже попытался прибегнуть к подлогу. По его распоряжению слаботочные сигналы, приходившие из Америки, принимали при помощи гальванометра Томсона, а затем в этом же помещении ретранслировали на реле конструкции Уайтхауза, чтобы убедить руководство компании в том, что именно аппаратура Уайтхауза обеспечивает успешную связь.

Подобные уловки не могли остаться незамеченными, тем более, что в начале сентября кабель перестал работать вообще, и расследование причин выхода из строя первой трансатлантической телеграфной линии занялась специальная комиссия. В числе важнейших причин комиссия назвала, во-

первых, использование некачественных материалов, в том числе низкосортной меди, против чего постоянно выступал Томсон, во-вторых, конструктивные недоработки и ошибки в изготовлении кабеля, в-третьих, повреждение изоляции кабеля слишком мощными импульсами тока, при помощи которых Уайтхауз пытался наладить устойчивую передачу сигналов. В итоге Уайтхауз был отстранен от работы. При этом руководством компании было отмечено, что, ссылаясь на недомогания, Уайтхауз не принял участия ни в одной экспедиции, в то время, как Томсон месяцами находился в море и самым активным образом участвовал в прокладках кабеля. Он постоянно контролировал исправность кабеля и непрерывно проводил эксперименты по приему сигналов при помощи своего зеркального гальванометра. И еще один штрих к истории противостояния Томсона и Уайтхауза. Сохранились обращения Томсона к дирекции АТК, в которых он просит не увольнять Уайтхауза. Рыцарем Томсону предстояло стать только через восемь лет, а благородным человеком он был всегда.

Вскоре после выхода из строя в конце 1858 года трансатлантического кабеля выяснилось, что плохо работают и другие длинные подводные линии, проложенные в Средиземном море и на пути в Индию. В АТК царили пессимизм и уныние. Многие считали, что затея с созданием подводных линий значительной протяженности обречена на провал. И вот, в этих условиях руководство АТК пришло к осознанию того, что время дилетантов-самоучек прошло, и сделало ставку на активное привлечение к работам ученых. Первым шагом в этом направлении стало создание научного комитета, в который вошли Томсон, Уитстон и несколько других специалистов, перед которыми была поставлена задача исследования процессов прохождения электрических импульсов по кабелям. При этом, опираясь на математическую теорию Томсона, объясняющую «расползание» импульсов, много внимания уделялось проблеме их «заострения», то есть приданию импульсам как можно более П-образной формы. Позже, когда в 1866 году проложили надежный трансатлантический кабель, результаты этих исследований позволили добиться передачи информации со скоростью не менее 10 слов в минуту. Для сравнения вспомним, что телеграмму английской королевы из ста слов в 1858 году передавали 16,5 часов.

Экспедиции 1865–66 годов. Триумф воли

Из-за финансовых трудностей, с которыми столкнулась АТК, а затем начавшейся в США гражданской войны работы по прокладке трансатлантического кабеля удалось возобновить только в 1865 году. Конструкторами нового кабеля были учтен опыт, накопленный при прокладке трансатлантической линии в 1857–58 годов, а также линий через Средиземное море и Персидский залив в начале 1860-х годов. Площадь сечения токопроводящей части кабеля, изготовленной теперь из достаточно чистой меди, увеличили в три раза. Береговые концы кабеля имели усиленную броню для защиты от повреждений при трении о камни во время приливов и отливов, а также от случайных ударов корабельных якорей. Для

подъема со дна кабеля в случае обрыва были сконструированы специальные захваты – «кошки». Но самое, пожалуй, главное – наконец-то были учтены все указания Томсона по технологии передачи и приема телеграфных сигналов. При этом сам Томсон вошел в число директоров АТК.

Огромной удачей компании стала возможность зафрахтовать за весьма умеренную цену корабль Great Eastern («Великий Восток»), построенный в 1858 году выдающимся английским инженером Изамбардом Брунелем (1806–1859). Этот паровой корабль, построенный по последнему слову техники, являлся тогда самым большим судном в мире. Однако его эксплуатация поначалу оказалась неудачной и у корабля сложилась репутация несчастливой. Моряки отказывались наниматься на него, и, компания, которой принадлежал корабль, уже собиралась продать его на металлолом. Судя по всему, судьбе было угодно предназначить «Великий Восток» для других целей, и после 1865 года корабль в течение многих лет успешно участвовал в прокладке морских кабелей.

Огромные размеры «Великого Востока» позволили погрузить в его трюмы все 7000 тонн нового кабеля. (Напомним, что вес старого кабеля составлял 2000 тонн.) Благодаря этому, участники экспедиции теперь были избавлены от необходимости заниматься стыковкой проволок в открытом океане. Прокладка трансатлантического кабеля началась 23 июля 1865 года. Под командованием капитана Джеймса Андерсона «Великий Восток» покинул берега Ирландии. В пути его сопровождали корабли «Сфинкс» и «Ужасный» (Terrible). Команда «Великого Востока» насчитывала почти полтысячи человек. В экспедиции принимал участие Уильям Томсон.

Поскольку в США незадолго до начала прокладки кабеля завершилась многолетняя гражданская война, а 15 апреля 1865 был застрелен президент США Авраам Линкольн, организаторы экспедиции, опасаясь диверсий, приняли особые меры по обеспечению безопасности. В частности, команде, занятой укладкой кабеля, выдавали спецодежду без карманов, в которых можно было бы спрятать нож или другой режущий инструмент, способный повредить изоляцию кабеля. Тем не менее, вначале на второй, а затем на седьмой день плавания приборы сигнализировали о повреждении изоляции. Пришлось поднимать несколько километров кабеля из воды на борт и заниматься ремонтом. Оба раза изоляция оказывалась проткнутой насквозь стальной проволокой. Дело в том, что твердая сталь, из которой была сделана проволока брони, оказалась хрупкой, и под действием тяжести уложенных в трюме один на другой многочисленных витков кабеля эта проволока ломалась на куски. Они и прорезали изоляцию.

2 августа, когда судно прошло уже две трети пути, произошла авария. При ликвидации третьего повреждения изоляции кабель оборвался и ушел на дно. Девять дней команда «Великого Востока» пыталась поднять затонувший кабель при помощи специального крюка с пятью лапами. Несколько раз кабель удавалось зацепить и начать поднимать его конец, но каждый раз недостаточно прочный стальной трос, при помощи которого осуществлялся подъем, обрывался. В итоге экспедиция 1865 года тоже закончилась

неудачей. От полного финансового краха АТК спасло то, что, ввиду особой важности проекта, он был взят под защиту парламентом Великобритании, что, естественно, обнадежило акционеров компании.

Новый кабель, изготовленный в 1865–66 гг., имел броню не из твердых, а из мягких металлических проволок. Были усовершенствованы механизмы и приборы для укладки кабеля и проверки его исправности. Кроме того, на борт «Великого Востока» взяли 35 км сверхпрочного стального троса для подъема кабеля в случае его обрыва. Пятая экспедиция, начавшаяся 13 июля 1866 года, шла без осложнений. Все механизмы, в том числе устройство для разматывания кабеля, которое моряки называли старой кофемолкой, работали идеально. Постоянно контролируя исправностью кабеля, Томсон во время плавания находил время, чтобы читать в кают-компании корабля научно-популярные лекции. Кроме того, он работал над «Трактатом по натуральной философии». Это фундаментальный труд, написанный в соавторстве с физиком Питером Г. Тэтом, вышел в свет в 1867 году и стал одной из важнейших вех в истории теоретической физики XIX века.

Через две недели, 27 июля, «Великий Восток» бросил якорь у берегов Ньюфаундленда, а на следующий день была установлена телеграфная связь между Америкой и Европой. 9 августа «Великий Восток» в сопровождении трех вспомогательных судов вновь вышел в море, чтобы поднять конец кабеля, затонувшего годом раньше. Поиски, а затем попытки его подъема длились три недели – больше, чем экспедиция, связанная с прокладкой нового кабеля. Наконец, 2 сентября кабель удалось поднять. Он оказался полностью работоспособным. На судне срастили поднятый конец с запасным кабелем, и «Великий Восток» снова пошел по направлению к Ньюфаундленду, прокладывая оставшиеся 1200 км линии. Благодаря этому, 8 сентября 1866 года континенты оказались соединенными вторым кабелем. А 12 сентября, для того чтобы продемонстрировать чувствительность принимающей аппаратуры, инженер Латимир Кларк в Валенсии проделал следующий тестовый эксперимент. Он соединил два кабеля в одну цепь общей длиной 6600 км и пропустил через нее электрический импульс от довольно слабой батареи. Сигнал был успешно принят. Так завершилась 10-летняя история создания первой трансатлантической телеграфной линии. Вскоре, в 1869 году собственной телеграфной линией в Новый свет обзавелась Франция. Причем научным консультантом при ее прокладке был приглашен Томсон. Первые морские кабельные линии в России были проложены через Каспий (1879), на Сахалин (1881), через Черное море: Одесса – Константинополь и Севастополь – Варна.

Триумф науки

Участников экспедиции 1866 года встречали в США и в Англии как национальных героев. В их честь звонили колокола, устраивали фейерверки и торжественные приемы. В Англии организаторов экспедиции наградили в полном смысле по-королевски. По указу королевы Виктории в ноябре 1866 года они были возведены в рыцарское достоинство. Среди награжденных

был Уильям Томсон. Позже, в 1892 году, ему за многочисленные научные заслуги и достижения был пожалован титул барона. Уильям Томсон стал лордом Кельвином.

30 октября 1866 года в Mansion-House, официальной резиденции лорда-мэра Лондона был дан банкет в честь создателей первой в мире трансатлантической телеграфной линии. В торжествах приняли участие члены кабинета министров и парламента, банкиры, крупные бизнесмены и др. Среди множества тостов был предложен тост «за науку в ее приложении к телеграфии» (Science as applied to Telegraphy).

В ответном слове Томсон сказал, что для любого ученого высочайшей наградой является осознание того, что его достижения могут послужить человечеству. Однако еще большей наградой для ученых является сам поиск истины, непрерывное стремление раскрыть тайны природы. К числу таких ученых Томсон отнес Майкла Фарадея – гениального экспериментатора, чьи исследования редко преследовали практические цели, но зато позволили существенно продвинуться в понимании законов электричества. Эти исследования, в частности, помогли Фарадею четко указать физические причины тех проблем, с которыми столкнулись создатели кабельных линий. Основной идеей речи Томсона (она была опубликована в ряде газет) было то, что наука может оказать наибольшую помощь обществу только тогда, когда она идет своим собственным путем, существенно опережая в своем развитии практику.

В наши дни участие ученых в разработке и реализации любых крупных инженерных проектов является обязательным условием. Но в середине XIX века ситуация была иной. Архитекторы возводили здания, не зная сопромата, а паровые машины начали строить задолго до создания термодинамики. Хотя образованная часть общества с огромным интересом и уважением относилась к работам ученых, инженеры в своей работе предпочитали обходиться без сложных научных теорий. Это положение начало меняться с наступлением Эры Электричества, когда, благодаря научным исследованиям, перед людьми открылся неведомый ранее мир, при освоении которого инженерам все чаще приходилось опираться не на свой прежний опыт, а на рекомендации ученых. Одной из областей, в которых практикам пришлось признать приоритет ученых, стала индустрия прокладки подводных телеграфных линий. Именно в ходе этих работ практики осознали, что хорошую промышленность нельзя создать без хорошей науки.