

А К А Д Е М И Я   Н А У К   С С С Р



РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ  
«НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»  
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ  
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АН СССР  
ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ  
ДЕЯТЕЛЕЙ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ:

*Л. Я. Бляхер, А. Т. Григорьян, Б. М. Кедров,  
В. И. Кузнецов, А. И. Купцов, Б. В. Левшин,  
С. Р. Микулинский, Д. В. Ознобишин,  
З. К. Соколовская (ученый секретарь), В. Н. Сокольский,  
Ю. И. Соловьев, А. С. Федоров (зам. председателя),  
И. А. Федосеев (зам. председателя),  
Н. А. Фигуровский (зам. председателя), А. П. Юшкевич,  
А. Л. Яншин (председатель), М. Г. Ярошевский*

**М. М. Воронина**

**Габриэль  
ЛАМЕ**

**1795—1870**

Ответственный редактор  
чл.-кор. АН УССР А. Н. БОГОЛЮБОВ



---

ЛЕНИНГРАД  
ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
1987

**Воронина М. М. Габриэль Ламе. 1795—1870. Л.: Наука. 1987. 196 с.**

Книга посвящена жизни и деятельности французского ученого Габриэля Ламе (1795—1870) — математика, механика, инженера, члена-корреспондента Петербургской Академии наук, члена Парижской Академии наук. Заслуженную славу принесли Ламе его труды в области строительной механики, математической теории упругости, математической физики. Им была разработана общая теория криволинейных координат. В книге подробно рассмотрен период деятельности Ламе в России, который явился определяющим для формирования молодого ученого, освещено его участие в железнодорожном строительстве. Книга рассчитана на преподавателей, студентов и на всех, кто интересуется историей науки. Библиогр. 197 назв. Ил. 16.

**Р е ц е н з е н т ы:**

д-р техн. наук А. М. ВОРОБЬЕВ,  
д-р физ.-мат. наук А. Т. ГРИГОРЬЯН

## Предисловие

---

Замечательный французский ученый Габриэль Ламе, член-корреспондент Петербургской Академии наук и член Института Франции, внес важный вклад в математику, механику; он был одним из основоположников математической физики и теории упругости, вместе со своим другом и соратником Б. Клапейроном он заложил основы строительной механики. Он являлся активным деятелем железнодорожного транспорта в те годы, когда последний, если так можно выразиться, еще делал свои первые шаги. Он был ученым, педагогом и практическим инженером, и старейший отечественный технический вуз — Институт инженеров железнодорожного транспорта им. акад. В. Н. Образцова, бывший Институт путей сообщения, с гордостью числит Ламе среди славной когорты своих профессоров.

Габриэль Ламе работал в Институте путей сообщения с 1820 по 1831 г., здесь он выполнил свои основные научные исследования, и поэтому петербургский период его жизни и деятельности, как и показывает автор книги, является, вероятно, самым существенным по полученным Ламе в Петербурге результатам и по их объективной значимости. Нужно отдать справедливость автору: она не только изучила оригинальные труды своего героя, но и пересмотрела очень много мемуарной и учебной литературы первой половины XIX в. Используя письма, высказывания, замечания разных лиц, соприкасавшихся в жизни или по службе с Ламе, она рисует выразительный портрет ученого, увлеченного творческим трудом.

Книга о Ламе — не первая книга канд. физ.-мат. наук М. М. Ворониной. Вместе с М. И. Ворониным она создала книги о двух видных профессорах Института путей

сообщения — о П. П. Мельникове и о С. В. Кербедзе. Она досконально изучила историю института, столько сделавшего для родины; в этих книгах и в большом числе статей и публикаций она подняла вопрос о необходимости более тщательного изучения железнодорожной механики в процессе ее становления и развития. Эта наука, представляющая собой энциклопедию механики в ее применении к сооружению и эксплуатации железных дорог и подвижного состава, включая локомотив, возникла и оформилась именно в Институте путей сообщения, где в XIX в. и читались соответствующие курсы. Интересно, что железнодорожная механика послужила базой для глубоких исследований в целом ряде направлений механики.

§1, 2 гл. II и §1 гл. III написал д-р техн. наук проф. М. И. Воронин.

В результате длительной работы в России, в частности в Институте путей сообщения, целой группы выдающихся французских ученых между ними и их русскими коллегами установились тесные и глубокие научные связи. Хотелось бы, чтобы и эта книга послужила дальнейшему взаимопониманию и дружбе двух великих народов, советского и французского.

Чл.-кор. АН УССР А. Н. Боголюбов

В декабре 1984 г. отмечалось 175-летие со дня основания Института инженеров путей сообщения, ныне Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта им. акад. В. Н. Образцова. Богатая история института содержит много славных традиций, дат и событий, имеющих важное значение и в настоящее время. Стараниями выдающихся ученых в институте создавалась и развивалась система русского инженерно-строительного высшего образования, готовились научные и педагогические кадры. Здесь зародились основы транспортной науки и техники, появились первые научные школы в области прикладной, строительной механики, строительства и эксплуатации транспортных сооружений и подвижного состава. Важную роль в этом играет начальный период деятельности института. Тогда были установлены тесные связи института с Петербургской Академией наук и с французскими высшими учебными заведениями, получившими в то время общеевропейскую известность, начались тесные научные контакты русских и французских ученых и инженеров в области транспортной науки и техники и строительства усовершенствованных путей сообщения.

Михаил Сергеевич Горбачев в процессе визита в начале октября 1985 г. во Францию, касаясь доверия, взаимопонимания и сотрудничества наших стран, говорил в Париже следующее: «Для Советского Союза Франция — важный партнер для обсуждения таких вопросов. Во-первых, за этим стоят традиции. И эти традиции питают наши сегодняшние отношения. Думаю, они будут питать наши отношения и в будущем. Когда я говорю о традициях, то имею в виду не только контакты политического характера на уровне государ-

ственного руководства. Я имею в виду прежде всего то, что уже десятилетия, столетия объединяет наши народы. Это та добротная основа, которая всегда позволяла России и Франции, Советскому Союзу и Франции встречаться в самые трудные периоды человеческой истории, обсуждать самые острые, жизненно важные проблемы, заниматься поиском решения таких проблем».<sup>1</sup> Утверждение о том, что «уже десятилетия, столетия объединяет наши народы», имеет прямое отношение к Институту инженеров путей сообщения, который был первым русским высшим техническим учебным заведением, где русские и французские ученые работали совместно многие годы и положили начало взаимному общению России и Франции в области инженерного строительного искусства, а в частности, и к Габриэлю Ламе, который 11 лет проработал в этом институте и на протяжении всей последующей жизни в Париже имел контакты с русскими учеными во многих областях науки и техники.

Теоретические научные труды Ламе известны в нашей стране, но его неопубликованные работы, педагогическая и инженерная деятельность еще не получили освещения в печати. Поскольку имеется очень мало работ о Ламе, то в процессе работы над книгой пришлось просмотреть большое количество литературы, где имелось хоть малейшее упоминание о нем. В связи с этим мне хочется поблагодарить сотрудников библиотеки ЛИИЖТа Н. Г. Мельниченко и И. Г. Токареву за искреннее участие и помощь в работе.

---

<sup>1</sup> Визит Генерального секретаря ЦК КПСС М. С. Горбачева во Францию 2—5 октября 1985 года: Документы и материалы. М., 1985. С. 64.



### Годы учения и первые научные работы Габриэля Ламе во Франции

#### § 1. Социально-экономические условия развития Франции в конце XVIII—начале XIX в.

Французская буржуазная революция, а затем период Консульства и Первой империи оказали огромное влияние на социальную, экономическую, политическую жизнь страны. В 1789 г. во Франции сложилась революционная ситуация. Первым ее этапом оказались выборы в Генеральные штаты, которые под давлением народных масс объявили себя Национальным, а затем Учредительным собранием. Попытка разгрома Учредительного собрания вызвала всеобщее народное восстание в Париже 13—14 июля 1789 г. Это восстание, завершившееся взятием Бастилии, положило начало революции, распротранившейся по всей Франции.

Учредительное собрание провозгласило отмену всех сословных привилегий, но в то же время проводило политику ограждения интересов верхушки буржуазии и либерального дворянства. Все это обуславливало крайнюю напряженность внутреннего положения страны. К тому же дворянство и король при помощи контрреволюционных заговоров и интервенции пытались покончить с революцией. Однако народные массы Парижа, поднявшие восстание в 1792 г., низвергли монархию. В том же году избранный Национальный конвент принял декрет об упразднении королевской власти. Вместе с тем в Конвенте развернулась борьба между правым крылом — жирондистами и левым — якобинцами, вождями вторых были М. Робеспьер, Ж. П. Марат, Ж. Ж. Дантон и др.

В 1793 г. власть перешла в руки якобинцев, которые приняли республиканско-демократическую конституцию. Однако в середине 1794 г. внутри Конвента образовалось большинство, враждебное якобинцам, и 27 июля (9 термидора) Робеспьер и его сторонники были

арестованы и казнены. Наступил период термидорианской контрреволюции и Директории (1794—1799), к власти пришла новая крупная буржуазия. Образование в конце 1798 г. антифранцузской коалиции (Англия, Россия, Австрия) резко ухудшило положение Франции, что осложнило деятельность Директории, и в результате буржуазия стала склоняться к военной диктатуре. Этим воспользовался генерал Наполеон Бонапарт, который произвел 9—10 ноября 1799 г. государственный переворот.

С этого времени власть, согласно конституции 1799 г., перешла к трем консулам, но фактически она была сосредоточена в руках первого консула — Бонапарта. В 1802 г. он был объявлен пожизненным консулом, а в 1804 г. республика была официально провозглашена империей и Бонапарт — императором Франции Наполеоном I. Период Консульства и Первой империи (1799—1814) был временем военной диктатуры Наполеона Бонапарта, уничтожившего демократические завоевания революции, но сохранившего и укрепившего буржуазный строй. Более того, правительство поощряло хозяйственную инициативу всех крупных промышленников, ограждало их на внутреннем рынке от иностранной конкуренции и в результате успешных войн открыло для французских товаров рынки европейских стран.

В эти годы французская экономика переживала полосу промышленного подъема, развития транспорта, науки и техники. Улучшались пути сообщения, строились новые дороги и каналы. Протяженность всех этих дорог составляла 52 000 км, а длина каналов, открытых для навигации к концу XVIII в., — около 1000 км [33, т. 1, с. 399, 400]. Большое внимание стало уделяться практическому применению знаний. Так, например, французские ученые и государственные деятели Г. Монж, Н.-Ж. Конте, К.-Л. Бертолле, Ж.-А. Шаптал основали в 1807 г. Общество поощрения национальной промышленности, которое «собирало полезные для производства изобретения, распространяло техническое образование и поощряло производство опытов» [там же, с. 392]. Хотя в наполеоновский период промышленность оставалась преимущественно ремесленной, мануфактурной, все же заметно расширилось применение машин. Все это вместе

взятое указывает на начало промышленного переворота.

В эпоху революции осуществлялись реформы и в области образования. Основная задача состояла в быстрой подготовке инженеров и военных специалистов. В связи с этим Конвентом были созданы особые комитеты и специальная комиссия по народному образованию. В результате в 1794 г. была открыта Консерватория искусств и ремесел. Она являлась научным и учебным учреждением и была создана на базе технического музея, в который входила коллекция машин знаменитого французского механика Ж. Вокансона. Консерватория сыграла большую роль в истории французской техники. По уставу в ней должны были храниться модели, чертежи и описания всех машин, применяемых во Франции, образцы изделий промышленности и т. д.

В 1794 г. была учреждена Политехническая школа, носившая в первый год существования название «Центральная школа для общественных работ». Она была открыта 21 декабря, вступительные экзамены проводились по арифметике, алгебре и геометрии. Школе предстояло сыграть огромную роль в научной жизни страны. Она была предназначена для общенаучной (в основном математической) подготовки, которая длилась два года. Затем учащиеся для получения высшего образования еще в течение нескольких лет занимались в одной из высших технических школ страны. В том же году была создана Высшая нормальная школа для подготовки преподавателей естественных наук.

В 1795 г. был основан Национальный институт наук и искусств, который объединил ранее существовавшие академии — наук, живописи и скульптуры, архитектуры, надписей и медалей — и Французскую Академию. В 1806 г. указанный институт был переименован в Институт Франции. Его основной задачей было «содействовать прогрессу науки и распространению научных методов исследования путем обнародования открытий и изобретений и путем сношений с другими учеными обществами, а также путем издания научных трудов» [48, с. 157].

В 1808 г. был учрежден императорский университет, который, по замыслу Наполеона, «должен был сочетать единство теории с единством практики и, явля-

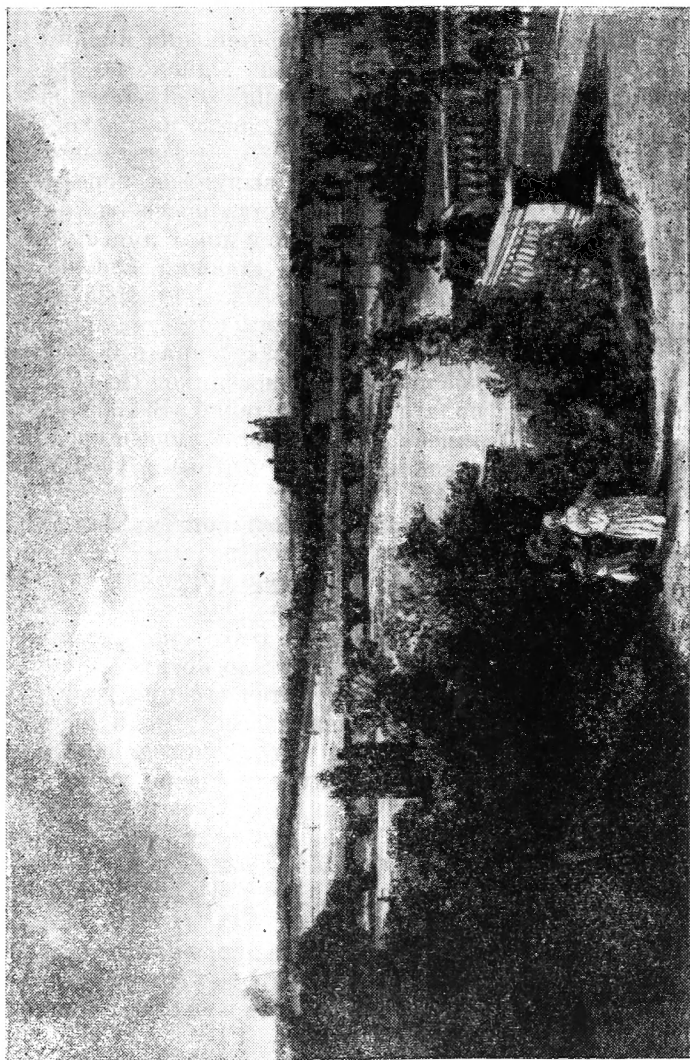
ясь монополистом в преподавании, направлять все усилия на моральную поддержку государства» [33, т. 1, с. 261]. Реформы народного образования касались также начальных и средних школ.

После падения Первой империи во Франции была восстановлена монархия Бурбонов (так называемый период реставрации Бурбонов, 1814—1815; 1815—1830), опиравшаяся на дворянскую аристократию. В соответствии с «дарованной» Людовиком XVIII конституцией аристократия разделила власть в стране с верхушкой торговой и финансовой буржуазии. В эти годы во Франции наблюдаются концентрация производства, вытеснение мелких предприятий крупными. В промышленности начинает использоваться новый вид двигателя — паровая машина, развивается металлургия, машиностроение. Правительство Реставрации продолжает работы по улучшению путей сообщения в стране: строятся новые дороги, каналы, мосты; начинает создаваться единая сеть путей сообщения, столь важная для экономического развития. Такова краткая характеристика периода Первой империи и Реставрации — периода юности и возмужания Габриэля Ламе.

## § 2. Юность Ламе

Габриэль Ламе родился 22 июля 1795 г. в Туре, провинция Турень, департамент Эндр и Луара. Город известен тем, что в нем родился Оноре де Бальзак. Тур расположен на западе Франции. Это был очень красивый город. «Медленная и голубая река, которая там протекает, чистый воздух, изысканные фрукты, нежный запах вин, беззаботность и веселость жителей, приветливость по отношению к иностранцам», набережные, элегантные виллы, благородные дома, окруженные садами, где «созревают самые прекрасные фрукты мира», — все привлекает в этом городе [122, с. 67]. Таково описание Тура середины прошлого века. В городе было много соборов и церквей, в частности, в одной из часовен VIII в. короли Франции давали клятву верности канонам церкви.

Сведения о юности Ламе отрывочны и скудны. В основном они известны благодаря его другу Жозефу



*Город Тур.*

Бертрану,<sup>1</sup> который опубликовал во французском Горном журнале в 1878 г. краткое описание жизни Г. Ламе [78].

У супругов Ламе было пятеро детей, они имели достаточное материальное обеспечение. Однако во время революции семья почти все потеряла, и Ламе впоследствии писал, что имений ни родовых, ни благоприобретенных не имеет. В связи с пошатнувшимся благосостоянием отец Ламе был вынужден переехать в Париж, и здесь юный Габриэль стал посещать лицей Людовика Великого. Одновременно с ним в лицее учился Эжен Делакура (1798—1863), ставший впоследствии выдающимся художником.

Французские лицеи того времени представляли собой закрытые казенные учебные заведения с 6-летним курсом обучения, число их было невелико. По закону на каждый округ полагался один лицей. В 1805 г. во Франции было 30 лицеев. В отличие от лицеев средние школы были общественными или частными учебными заведениями.

Лицей Людовика Великого имел богатую историю и свои традиции, поскольку он под разными названиями существовал уже два с половиной столетия. Он был открыт иезуитами в 1564 г. на улице Сен-Жак под названием Коллеж Клермонта. Это аристократическое учебное заведение с 1682 г. стало носить имя Людовика Великого [79, с. 121]. Устав его предусматривал различные поощрения учеников за успехи в учебных занятиях. Одной из главных традиций лицея было проведение ежемесячных конкурсов среди учеников. Здесь ставили прекрасные спектакли, которые посещали знать и двор.

Конечно, в начале XIX в. иезуитов в лицее уже не было, но «дух соревнования, который они поощряли и возбуждали всеми средствами, жил в этих стенах, как живет запах ладана в давно заброшенных храмах» [20, с. 9]. Лицей Людовика Великого был лучшим во Франции. Большое внимание в нем обращалось на изуче-

---

<sup>1</sup> Бертран Ж. Л. Ф. (1822—1900) — французский математик, член Парижской Академии наук по секции геометрии, воспитанник Политехнической школы, был профессором Политехнической школы, Высшей нормальной школы, Коллеж де Франс, являлся постоянным секретарем Парижской Академии наук.



*Лицей Людовика Великого.*

ние математики, латыни, французского языка и рисования. Считалось, что каждый ученик должен уметь рисовать, чисто писать, выразительно говорить. Кроме того, в лицее процветал культ дружбы и товарищества.

Ламе занимался в лицее экстерном, с посредственным успехом, как пишет Бертран. В 16 лет, отчасти по материальным соображениям, отчасти торопясь стать самостоятельным, он оставляет лицей и поступает на службу к адвокату Дюпону. Юный Ламе быстро справлялся со своими обязанностями клерка, но все же работа его не увлекала. Однажды, роясь в книгах своего патрона, он наткнулся на геометрию А. М. Лежандра — и не мог от нее оторваться. Ламе понял, что ему необходимо продолжить обучение, он снова стал посещать лицей и усердно занялся математикой. Дюпон благоволил к Габриэлю и поэтому отсутствие его в конторе сохранил в тайне. Отец Ламе так ничего и не узнал до тех пор, пока в конце учебного года одна из газет не опубликовала список учащихся лицея, успешно сдавших экзамены. В этом списке было и имя Габриэля Ламе. Тогда отец согласился с тем, что Габриэлю нужно продолжать обучение. Еще один год он готовился к поступлению в Политехническую школу, в 1814 г. успешно сдал вступительные экзамены и был принят третьим по конкурсу.

Выше было сказано, что в 1794 г. была образована парижская Политехническая школа; Габриэль Ламе родился через год. Эти два события важны как в научном отношении, так и для нашей книги. Спустя некоторое время их пути пересеклись, затем разошлись, а потом вновь соединились. Школа оказала огромное влияние на формирование Г. Ламе как ученого, что способствовало успешным занятиям в Горной школе, последующей научной и педагогической деятельности в России и во Франции.

Политехническая школа сыграла большую роль в постановке инженерного образования не только во Франции, но и во всей Европе. Она была новой школой, подобной которой еще не существовало ни в Европе, ни в США. «Было установлено, что различные области техники требуют одной и той же, одинаковой для всех, подготовки в таких общих основных науках, как математика, механика, физика и химия. Было признано также, что если студент получает хорошую подготовку



в этих основных науках, то ему облегчается и усвоение в дальнейшем необходимых познаний в любой специальной области техники» [69, с. 86]. Это положение и было положено в основу организации Политехнической школы.

Первым ее директором был Гаспар Монж (1746—1818) — ученый, внесший важный вклад в создание аналитической и дифференциальной геометрии [6]. Отличительной чертой Политехнической школы было то, что обучение в ней, особенно в первые десятилетия, ограничивалось математическими науками, а именно, преподавались чистый анализ, применение анализа к геометрии, механика, начертательная геометрия, черчение.

В эти годы во Франции существовало негласное правило, согласно которому «всякая вновь появлявшаяся знаменитость в конце концов вступала в состав профессоров, и вскоре ученый-непрофессор сделался исключением» [33, т. 1, с. 362]. Поэтому не случайно в качестве преподавателей в Политехническую школу были привлечены лучшие математики Франции — Ж. Лагранж, С. Д. Пуассон, Л. Пуансо, П. С. Лаплас, А. М. Лежандр, С.-Ф. Лакруа и др. Однако, по идее Монжа, Политехническая школа должна была готовить не математиков, а инженеров различных специальностей, имеющих солидную научную подготовку. Для завершения образования молодые люди после окончания Политехнической школы должны были поступать в высшие технические училища — Школу мостов и дорог, Горную, Артиллерийскую школы и др. Выбор этих школ не был произвольным, а соответствовал успехам учебных занятий в Политехнической школе: лучшие ученики могли поступать в любые школы, а имеющие меньше баллов — в Горную, еще меньшие — в Артиллерийскую и т. д.

Все это означало, что для достижения высокого положения молодой человек должен был два года проучиться в Политехнической школе, а затем — в одном из специальных учебных заведений. При этом в Политехнической школе «все меры строгости, воздействия на честолюбие, окрыляемое перспективой блестящей жизненной будущности, привлекались. . . для того, чтобы заставить учащегося до крайности напрягать свои силы. Знания вколачиваются в голову до полного

овладения предметом» [39, с. 98]. Лекции профессоров сопровождалась репетиторскими занятиями, на которых преподаватели-репетиторы поясняли лекции и проверяли знания. Проводились весьма строгие выпускные экзамены для того, чтобы установить объем и глубину знаний каждого учащегося, в особенности по физико-математическим предметам.

С самого своего возникновения Политехническая школа начала выпускать Журнал Политехнической школы, в котором печатались различные статьи и отдельные курсы лекций, читаемые в школе. Этот журнал и книги профессоров Политехнической школы получили широкое распространение во Франции и в других странах.

История этой школы общеизвестна. Ей посвящено много работ. К ним, в частности, относится книга Г. Пине, в которой приведены слова Александра I о школе: «Это самое лучшее учреждение, созданное человеком» [112, с. IX]. Однако более подробно остановимся на труде А. Фурси — библиотекаря и члена Совета Политехнической школы. Пятая часть этого труда посвящена 1806—1827 гг., т. е. как раз тому времени, когда в ней учился Ламе [96].

Вся работа школы была направлена на повышение эффективности обучения. Для этого среди воспитанников распределялись краткие курсы лекций, которые они должны были прочесть на занятиях; давались письменные задания; лучшие рисунки и эшюры помещались в выставочном зале, и, наконец, было известно, что дальнейшая служба учеников зависит от их успехов. Ламе провел в Политехнической школе около двух лет (1814—1816). Это было тревожное время. Студенты нередко участвовали в демонстрациях на улицах города. Лишь первые месяцы 1815 г. прошли спокойно, но когда Наполеон вернулся с о. Эльбы и обосновался в Тюильри, вся Европа всколыхнулась вновь. Кстати, в это время Наполеон посетил Политехническую школу и подарил ей экземпляр своего «Описания Египта».

В те годы в школе Ламе мог познакомиться с крупнейшими учеными страны: Лакруа, исполняющим должность постоянного экзаменатора; Араго — профессором курса геометрии; Пуассоном, Бине — профессорами курса механики; Пуансо, который вел курс анализа. Именно эти учителя дали направление всей



Воспитанник Политехнической школы.

дальнейшей научной и педагогической деятельности Ламе. С.-Ф. Лакруа (1765—1843), член Национального института, занимался вопросами математического анализа, теорией вероятностей, геометрии, оказал большое влияние на преподавание математики своими многочисленными учебниками. Его трехтомный курс математики в течение долгих лет служил учебным пособием в Институте Корпуса инженеров путей сообщения в Петербурге. Д. Ф. Араго (1786—1853), член Парижской Академии наук, физик, астроном, оказал большое влияние на развитие французской науки, занимался также вопросами истории науки. С. Д. Пуассон (1781—1840) — член Института Франции, математик, механик, физик. С 1806 г. был профессором Политехнической школы, разрабатывал вопросы теории вероятностей, вариационного исчисления, математической физики, теоретической механики, математического анализа. В 1826 г. был избран почетным членом Петербургской Академии наук. Ш. Ф. М. Бине (1786—1856) — воспитанник Политехнической школы, преподавал в ней начертательную геометрию, механику. Известен работами по математике, механике, астрономии, был избран членом Парижской Академии наук (1843). Л. Пуансо (1777—1859) окончил Политехническую школу, основные его исследования посвящены теории чисел и механике; в 1813 г. был избран членом Института Франции.

Ламе недолго учился в Политехнической школе. В 1816 г. она была закрыта, а ученики распущены, так как царивший в ней дух внушал правительству опасение. Хотя во всех рапортах, посылаемых Советом школы, поведение учеников расценивалось как хорошее и мудрое, и то же самое повторялось в рапорте, представленном за несколько недель до роспуска, все же участились случаи непослушания, ежедневного нарушения дисциплины. И вскоре последовал королевский указ о роспуске школы. В нем сказано: «Мы признали пользу Политехнической школы для прогресса науки, искусства и улучшения общественных работ, но недавние нарушения учащимися этой школы распоряжений своих начальников одновременно заслуживают быстрой репрессии и явятся примером для будущего» [78, с. 237]. Эта мера была, вероятно, слишком жесткой. Газеты того времени публикуют указ о роспуске

без комментариев. Ламе откликнулся на это событие брошюрой, в которой он, давая картину прошлого школы, защищал ее будущее. Его брошюру сочли опасной и изъяли. Ж. Бертран пишет, что даже королевская библиотека не имеет экземпляра брошюры, и лишь в семье Ламе сохранилось несколько оттисков [там же, с. 239].

Время после закрытия школы было для Габриэля тревожным. Будущее, еще недавно столь обеспеченное, оказалось ненадежным. Теперь ему самому надо было зарабатывать на жизнь, так как семья мало чем могла ему помочь. «Я плакал, — писал Ламе в своем дневнике, — я плакал, у меня не было надежд» [там же]. Габриэль решил обратиться за советом к своему старому хозяину — адвокату Дюпону, который предложил ему место секретаря супрефекта. Однако супрефект нашел, что Ламе слишком молод, чтобы доверять ему секреты округа. Тогда Ламе посоветовали принять некую должность в Бразилии. 120 франков в месяц его очень соблазнили, но для этого надо было поступить на военную службу, изучить химию, горное дело, металлургию, ряд других наук и португальский язык. Габриэль начал с изучения языка, которым он довольно быстро овладел. Об этом, как пишет Бертран, свидетельствуют страницы его дневника, написанные на правильном португальском языке. Одновременно Ламе начал давать уроки математики, получая за урок по два франка. Сначала учеников у него было мало, но постепенно он становится известным репетитором, и его уже «умоляют» принять новых учеников. В это время Ламе начинает работать над проблемами аналитической геометрии на плоскости и в пространстве.

Так прошел год. В трудах, занятиях и непрестанной тревоге за свое будущее — ведь законченного образования у Ламе не было. 17 января 1817 г. Политехническая школа открылась вновь, и вскоре был издан королевский указ о том, что воспитанники, которые обучались в школе ко времени ее закрытия, могут быть допущены к выпускным экзаменам (без возвращения в школу), если они подтвердят хорошее пове-

дение и желание продолжать учебу. Ламе воспользовался этим указом и столь успешно сдал экзамены, что стал первым в своем выпуске. В общем списке окончивших Политехническую школу, приведенном Фурси, после некоторых фамилий, в том числе и Ламе, стоит «уволенный». После сдачи экзаменов дорога перед Ламе была открыта, и 11 декабря 1817 г. он стал учащимся Горной школы. В выборе школы, видимо, сказались подготовка к поездке в Португалию.

Горное дело стало активно развиваться во Франции с середины XVIII столетия. До этого времени первенство в развитии металлургии принадлежало Германии. В 1778 г. Балтазар-Георг Саже, химик, минералог (1740—1824), получил разрешение основать общественную бесплатную школу по минералогии и металлургии. Однако датой основания Горной школы считается 19 марта 1783 г., когда были учреждены две кафедры: первая — химии, минералогии и извлечения металлов из руды — была поручена Саже; вторая — физики, подземной геометрии, гидравлики, бурения штолен и вентиляционных ходов, машин, необходимых для эксплуатации и строительства доменных печей, — Дюамелю. Дюамель, или Жан-Пьер-Франсуа Гийо (1730—1816), всю жизнь посвятил горному делу. Он совершил многочисленные ознакомительные поездки в Германию, Испанию, Англию и другие страны, был избран членом Академии наук в 1786 г. Около 30 лет он занимался преподаванием и в 1811 г. вышел в отставку.

Первым директором школы стал Саже. «Король меня назначил директором этой школы. Я обучал учащихся химии, минералогии и извлечению металлов из руд» [116, с. 6]. Курс обучения был рассчитан на три года. В 1783 г. был основан Корпус горных инженеров, в который входили инспекторы, главные инженеры, аспиранты и учащиеся. В 1794 г. правительство издало декрет о необходимости выпуска печатного органа, освещающего вопросы горной промышленности; и уже осенью того же года был опубликован первый номер Горного журнала.

В 1794 г. были выработаны условия конкурсных экзаменов для поступления в Горную школу, в них, в частности, сказано, что экзаменатор должен не столько обращать внимание на вызубривание предмета,

сколько на понимание его («должен быть уверен в интеллигентности кандидата»). Этот принцип, сохранившийся до наших дней, несомненно, помог Горной школе занять блестящее положение среди высших учебных заведений Франции.

В 1794 г. в Горную школу для чтения лекций по кристаллографии был приглашен известный французский кристаллограф и минералог Рене Жюст Гаюи (1743—1822). Он был также хранителем ее минералогического кабинета до 1802 г. В 1802 г. для чтения лекций по разработке и эксплуатации гор был приглашен профессор Байе (1765—1845), ставший затем близким другом Ламе.

Метод обучения, принятый в Горной школе, был следующим: учащиеся делились на четыре категории: 1) ученики-инженеры, которые выбирались из лучших выпускников Политехнической школы, только эти воспитанники могли поступать после окончания курса на государственную службу; 2) вольноприходящие ученики, они принимались в Горную школу по конкурсу, пройдя предварительно подготовительный курс; 3) учащиеся-иностранцы и 4) вольнослушатели; последние не имели права держать экзамен на степень или звание. Г. Ламе относился к первой категории. Во время каникул воспитанники должны были совершать образовательные поездки по Франции или за границу в главные горные металлургические округа с представлением соответствующего отчета. Руководители школы всегда обращали внимание на воспитательный момент этих поездок: они считали, что «для подготовки молодого человека к будущей практически весьма ответственной деятельности необходимо не только дать ему познания, но и научить его исполнять возлагаемые на него обязанности» [40, с. 1]. После окончания выпускных экзаменов ученики-инженеры утверждались ординарными горными инженерами 3-го класса, и им предлагались, смотря по успешности окончания курса, соответствующие должности.

Весь курс обучения и был пройден Габриэлем Ламе. Так же, как и все, он совершал ознакомительные поездки по шахтам, заводам и горным месторождениям и заносил свои впечатления в дневники. В Горной школе Ламе познакомился и подружился с человеком, который на долгие годы стал его союзником, близким

другом и постоянным спутником. Это Бенуа Поль-Эмиль Клапейрон (1799—1864).

Клапейрон, так же как и Ламе, учился в Политехнической школе, а в 1818 г. поступил в Горную школу. Они вместе сразу после окончания Горной школы поехали в Россию, вместе начали строить железные дороги во Франции. Клапейрон стал известным инженером, физиком, механиком; в 1858 г. был избран членом Парижской Академии наук. В одном из писем Ламе писал о Клапейроне: «Наши работы долгое время были общими, наши имена всегда были рядом во время продвижения по службе за границей и во Франции, при получении нами степени аспиранта, инженера второго и первого класса» [78, с. 247]. В дальнейшем их пути разошлись, но их всегда связывали самые тесные дружеские и научные интересы.

Три года Ламе учился в Горной школе, при этом он не переставал заниматься математикой и, как пишет Бертран, «сумел остаться первым как в теории, так и в ее приложениях среди всего выпуска» [там же, с. 241]. 20 ноября 1820 г. Ламе стал аспирантом Горной школы, а в начале 1821 г. уехал в Россию. Так прошли первые 25 лет жизни Ламе. Они характеризовались настойчивостью, устремленностью к получению образования. За это время он изучал геометрию, занимался геологией и минералогией. Как увидим, в дальнейшем он увлекался преподавательской деятельностью, работал в области железнодорожного строительства, разрабатывал вопросы геометрии, математической физики, интересовался теорией чисел и многим другим.

### § 3. Первые работы Ламе

Остановимся подробно на самых первых трудах Ламе, выполненных им еще до его отъезда в Россию. Если не считать брошюры Ламе о закрытии Политехнической школы, первым его научным трудом является статья «О пересечении линий и поверхностей», написанная в конце 1816 г., Габриэлю тогда был 21 год. Статья была напечатана в Журнале чистой и прикладной математики, или в так называемом Журнале Жергонна [см. список трудов Ламе, Л. 1]. И. Д. Жергонн (1771—1859) — артиллерийский инженер, профессор



математики, затем физики и астрономии, член Парижской Академии наук, основатель, издатель и автор многих статей в указанном журнале, который выходил в 1810—1831 гг.

Первая работа Ламе по геометрии являлась извлечением из мемуара, представленного в Академию наук в декабре 1816 г. Ламе решает следующие задачи. Найти необходимые условия для того, чтобы: 1) три линии, лежащие в одной плоскости, пересекались в одной точке; 2) три поверхности пересекались по одной линии; 3) четыре поверхности пересекались в одной точке. Он рассматривает эти вопросы для линий и поверхностей первого и второго порядков в прямоугольных координатах.

Продолжая работу в этом направлении во время вынужденного пропуска занятий в Политехнической школе, Ламе написал книгу «Рассмотрение различных методов, используемых для решения геометрических проблем». Книга была издана в Париже в 1818 г. и переиздана в 1903 г. [Л. 2]. Ее объем — 124 страницы. В предисловии Ламе пишет, что работа была задумана уже давно, и автор надеется, что она заслуживает самого большого внимания. Он рассматривает вопросы пересечения линий и поверхностей, определяет кривые и поверхности второго порядка при помощи методов начертательной геометрии при условии, что дается достаточное количество точек, и занимается теорией кривых и поверхностей, определяемых уравнениями:

$$\begin{aligned}x^\alpha &: a^\alpha + y^\alpha : b^\alpha = 1; \\x^\alpha &: a^\alpha + y^\alpha : b^\alpha + z^\alpha : c^\alpha = 1.\end{aligned}$$

Этот труд, указывает Бертран, «сообщил обществу самые лучшие плоды его уроков, которые так ценились» [78, с. 240]; его затем высоко оценили Понселе и Шаль.

Жан Виктор Понселе (1788—1867) — французский математик и механик, основоположник проективной геометрии, впоследствии член Парижской Академии наук. Во время войны 1812 г. он служил в войсках Наполеона и был захвачен в плен. Находясь в Саратове, лишенный всяческих книг и пособий, он весной 1813 г. стал заниматься исследованием проективных свойств фигур. Эти изыскания были положены в основу его книги, изданной в Париже в 1822 г. В ней Понселе пишет: «Что касается истории исследований, проведенных геометрами, о проективных свойствах фигур трех измерений, мы удовлетворимся указанием работ Монжа. . . Дюпюи, Дюпена,

Голтье, Жергонна . . . Шаля . . . и, наконец, Ламе о поверхностях второго порядка, подчиненных условию: пройти через определенные точки или определенные кривые» [114, с. XV].

М. Шаль (1793—1880), бывший воспитанник Политехнической школы, ставший затем известным математиком, членом Парижской Академии наук, отмечал, что в развитии теории поверхностей второго порядка важную роль играет установление общей связи между десятью точками поверхности. Но для нахождения такой связи полезно заняться построением поверхности второго порядка, подчиненной девяти условиям. А этим вопросом интересовался Ламе, он «определил элементы, достаточные для построения поверхности второго порядка, которая должна пройти через девять данных точек» [84, с. 247].

Выдержки из книги Ламе в виде двух статей были напечатаны год спустя во французском Горном журнале [Л. 3, Л. 4]. В это время он уже учился в Горной школе и считал, что данный материал будет полезен тем, кто занимается минералогией. В статьях автор, отдавая должное геометрическим методам вычисления углов в кристаллах, предложенным Гаюи,<sup>2</sup> выдвигает алгебраический способ и показывает, что он пригоден для многих различных случаев. К статьям имеется примечание редактора: «Эта работа, показывающая глубокие знания молодого автора, будет прочитана с большим интересом всеми, кто интересуется математикой, в ней они найдут общие принципы для решения многих проблем» [Л. 3, с. 69].

Позднее, в Энциклопедии математических наук, также указывалось, что необходимые и достаточные условия того, чтобы три прямые пересекались в одной точке, найдены Ламе в работе 1818 г. Кроме того, он был первым, кто дал сокращенное обозначение уравнениям линии или поверхности. «Он говорил также, что уравнение  $mE + m'E' = 0$  представляет некоторую кривую, проходящую через точку пересечения двух линий, описываемых уравнениями  $E = 0$ ,  $E' = 0$ , и он

---

<sup>2</sup> Брат Р. Ж. Гаюи Валентин был одним из создателей методики обучения слепых. По приглашению Александра I он приехал в Петербург и основал школу для слепых, которой руководил около 10 лет.

дал еще такую же теорему для поверхностей» [93, т. 3, кн. 3, вып. 1, с. 24].

В 1820 г. во французском Горном журнале также помещены работы Ламе [Л. 5, Л. 6]. Это выдержки из его «журнала путешествий». Вместе с воспитанником Горной школы Тирриа он совершал обязательные образовательные поездки по металлургическим заводам в долине р. Роны. Впечатления от этих поездок в виде отчета представлены в двух статьях. Первая — «Мемуар о железном руднике в Ля Вулт». Речь идет о шахте, расположенной в четверти лье от маленькой деревни Ля Вулт в департаменте Ардеш. Далее следует описание местности, горных пород, формирования пластов, заканчивается отчет обсуждением химического анализа образцов данной местности. Вторая статья — «Описание печи для обжига железной руды». В ней даются описание и чертеж печи и приводится заключение о необходимости подобных печей для обжига карбонатной железной руды.

В этом же журнале можно прочесть и первые научные работы Клапейрона, посвященные зубчатому зацеплению и пароходам. А в 1822 г. во французском Горном журнале появилась уже статья Ламе и Клапейрона «Краткий очерк о земле Гарц» [Л. 7] — первая среди их многочисленных совместных работ. Они ее написали, когда в качестве аспирантов Горной школы были отправлены за границу для изучения постановки горного дела в Германии. В ней они дали описание с геологической и минералогической точки зрения Гарца, Остероде, Клаусталья и других местностей; описание не лишено поэтичности.<sup>3</sup> Кроме того, они посетили ряд рудников, шахт и заводов. В первую очередь они интересовались различными горными машинами, креплениями шахт и галерей, доменными печами. Они вникали в эксплуатацию и управление рудниками, сравнивали рудники. Кроме того, они собрали и послали в Горную школу минералогическую коллекцию. Может быть, эта совместная поездка в Германию и сдружила двух молодых ученых. Во всяком случае следующие 11 лет они были тесно связаны и в житейском, и в научном плане.

<sup>3</sup> Прекрасное описание этих немецких земель можно прочесть в «Путешествии по Гарцу» Г. Гейне (Собр. соч. М., 1982. Т. 3. С. 11—72).

### Учебная деятельность Габриэля Ламе в петербургском Институте Корпуса инженеров путей сообщения

#### § 1. Состояние экономики, науки и путей сообщения в России в начале XIX в.

С незапамятных времен водными и сухопутными путями сообщения в России были натуральные естественно судоходные реки с волоками при переходе из одной водной системы в другую и грунтовые дороги с паромными переправами через постоянные водотоки. Создание единого государства со столицей в Москве положило начало улучшению сухопутных путей сообщения для связи столицы с другими городами. Основание же Петербурга и провозглашение его в 1712 г. столицей России потребовало ускоренного создания непрерывного водного пути между городом на Неве и городами на Волге, а также строительства усовершенствованного сухопутного тракта между новой столицей и Москвой. В связи с этим возникла потребность в подготовке соответствующих специалистов для гидротехнического и дорожного строительства.

Еще в 1701 г. последовал указ Петра I об учреждении в Москве школы «математических и навигацких, то есть мореходных хитростно, искусств учения» [9, с. 7]. В Петербурге была открыта Морская академия, где изучались общенаучные и инженерные дисциплины. В 1724 г. по инициативе Петра I была основана Академия наук, ставшая научным центром России. Важным этапом в научной и культурной жизни страны явилась середина XVIII в. 12 января<sup>1</sup> 1755 г. был создан первый в стране Московский университет, оказавший огромное влияние на становление и развитие науки в России. В 1757 г. учреждается в Петербурге «особая

---

<sup>1</sup> Все даты, относящиеся к России, приведены по старому стилю.

трех знатнейших художеств Академия», а в 1773 г. — Горное училище, сыгравшее важную роль в развитии горного инженерного искусства.

Начало 80-х годов XVIII в. знаменательно тем, что появились первые организации и школы для подготовки специалистов по делу собственно путей сообщения. В 1782 г. был создан Гидравлический корпус, который предназначался «для сочинения планов, для управления и производства работ. . . как то: шлюзов, каналов, пристаней и прочего тому подобного» (ПСЗ, 1782, реестровый номер 15563, «Об учреждении гидравлического корпуса»). В Кадетском инженерном корпусе стали готовить специалистов-гидравликов. Были открыты и первые гидротехнические школы для подготовки мастеров. К этому времени уже была создана Вышневолоцкая водная система, связывающая Петербург с Рыбинском на Волге; построен обходной Ладожский канал между устьем Волхова и истоком Невы длиной 111 км для того, чтобы избежать гибели судов во время шторма в Ладожском озере.

Велись работы и в области сухопутных путей сообщения. Еще Петр I приступил к постройке перспективной дороги Санкт-Петербург—Москва по прямому направлению. Прямая дорога строилась медленно, а с кончиной Петра I строительные работы прекратились и возобновились только в 1739 г., когда была образована Канцелярия перспективной дороги, которая разработала своего рода технические условия построения дороги. Все основные работы по устройству тракта были закончены в 1746 г. Однако дорога была проведена не по прямому направлению, а с заходом в Новгород. Ее длина составляла 778 км, что почти на 140 км длиннее первоначального варианта. В 1755 г. Канцелярия перспективной дороги стала именоваться Канцелярией от строения государственных дорог, в 1786 г. — Комиссией о дорогах в государстве, а в 1798 г. — Экспедицией устройства дорог в государстве.

Однако к началу XIX в. для перевозки массовых грузов в России основными являлись водные пути сообщения. Именно поэтому 28 февраля 1798 г. был учрежден Департамент водяных коммуникаций — центральный орган страны по водным путям сообщения. Он предназначался для создания единой водной си-

стемы в России и считался наравне с коллегиями, которые существовали в стране до образования министерств по отраслям хозяйства. На этом основании Министерство путей сообщения в 1898 г. отметило столетие своего существования и опубликовало ряд книг по истории ведомства за 100 лет.

Во главе департамента с 24 августа 1801 г. по 18 апреля 1809 г. находился известный государственный и культурный деятель Николай Петрович Румянцев — сын знаменитого фельдмаршала П. А. Румянцева-Задунайского, посвятивший свою жизнь служению отечеству, созданию библиотеки и собиранию рукописей в стране с тем, чтобы, как он писал, пролить новый свет на величие России. Его собрание книг и рукописей содержало около 30 тыс. наименований и послужило основанием для создания знаменитой Румянцевской библиотеки.

Н. П. Румянцев свыше 15 лет находился на дипломатической службе и хорошо знал состояние высшего технического образования в европейских странах. В 1802 г. он в связи с преобразованием коллегий в министерства был назначен министром коммерции и с этого времени одновременно руководил внешней и внутренней торговлей страны и Департаментом водяных коммуникаций, к которому присоединили и Экспедицию устройства дорог в государстве. Таким образом, управление всеми путями сообщения в стране, необходимыми для развития коммерции (торговли и промышленности), было сосредоточено в одних руках. Н. П. Румянцев ясно понимал взаимосвязь экономики, торговли и транспорта. Его деятельность в области преодоления экономической отсталости России и создания разветвленной сети путей сообщения поистине была разносторонней и полезной. Известный общественный деятель первой половины XIX в. А. Старчевский в 1846 г. в статье о Н. П. Румянцеве писал: «Ознакомившись с сокровищами, которые раскрыла перед его любознательным взором образованность главнейших европейских государств, он хорошо понял младенческое состояние в своем отечестве. Тогда-то и родилась у него мысль оказать соотечественникам в этом отношении услугу» [66, с. 3].

В первую очередь Н. П. Румянцев развернул большие работы по строительству каналов, портов, приста-

ней и других гидротехнических сооружений. Достаточно сказать, что к концу первого десятилетия XIX в. вступила в строй Мариинская водная система, ставшая главной водной артерией, соединившей Волгу и Неву, построена торговая Биржа в Петербурге на стрелке Васильевского острова с ростральными колоннами и статуями у подножий, символизирующими реки Волгу, Днепр, Волхов и Неву, произведены крупные работы по строительству Одесского порта, мытищинского водопровода в Москве и Обводного канала в Петербурге. Более того, Н. П. Румянцев еще в 1802 г. разработал «Предложения о надежных мерах для учреждения по всей России сообщений на суше и на воде», учредил при департаменте особый отдел «по ученой части», создал первую в России транспортную библиотеку и отправил сотрудников, подающих надежды «на поприще учености», в зарубежные страны для повышения технической квалификации.

Департамент занимался также и устройством рельсовых путей. Уже в 1804 г. в Петербург были доставлены из Англии «модели чугунных дорог с повозками для перевозки тяжестей» [125]. Инженер департамента Л. С. Ваксель в 1805 г. опубликовал первую в России книгу о железных дорогах, в которой он приходит к выводу, что «сообщение по таковой дороге гораздо живее и скорее, ибо найдено опытами, что по оной выигрывается одна треть времени против канала и обыкновенных дорог» [8, с. 10]. Выгодность таких дорог была ясна. Поэтому по инициативе Департамента водных коммуникаций еще летом 1805 г. при закладке Биржи в Петербурге была устроена чугунная дорога для перевозки гранитных камней с пристаней к месту работ [30]. В одной из рукописей инженеры департамента также подчеркивали, что чугунные дороги являются средством «для скорости, экономии и облегчения работ при всяком огромном созидании большого рода, где перевоз разных тяжестей требует великое число людей и лошадей» [7, с. 26].

Директор департамента Н. П. Румянцев высоко ценил достижения Франции в области строительного искусства. Поэтому в рапорте Александру I в начале 1807 г. он писал: «Труды Департамента водяных коммуникаций ежегодно умножаются, и когда возрастающая коммерция требует распространения их, я в долге

себя вижу ходатайствовать у вашего величества монаршего соизволения сделать отправление во Францию молодых людей, частью уже по науке подготовленных к сему делу. . .» [126, л. 17]. Такое «соизволение» было получено. В связи с этим Н. П. Румянцев в 1807 г. пригласил в департамент из Горного корпуса инженера А. И. Майорова на должность «теоретического гидравлика». Майоров в том же году был командирован во Францию, где он слушал лекции в Политехнической школе и в Школе мостов и дорог. Ученый мечтал об открытии отечественной высшей школы и о создании своих курсов гидравлики и гидротехники. Иначе, как он писал: «. . .мы вечно будем заимствовать от иностранцев просвещение, не достигнув оного никогда» [там же, л. 23]. Так же считали все передовые ученые России, которые ратовали за создание своих высших учебных заведений.

В 1804 г. по инициативе Петербургской Академии наук были вновь открыты Виленский и Дерптский и учреждены новые Казанский и Харьковский университеты. В свою очередь Академия наук в том же году стала издавать Технологический журнал, который содержал известия по части промышленности, ремесел и искусств. Таким образом, появился в России первый технический журнал, который, хотя и косвенно, имел отношение к развитию путей сообщения в стране.

В 1807 г. состоялась встреча Александра I с Наполеоном. Вероятно, по рекомендации Румянцева, который присутствовал при встрече, Александр I просил прислать в Россию французских инженеров для оказания помощи в развитии строительного искусства. Профессор Института Корпуса инженеров путей сообщения Е. М. Соколовский писал: «При первом перемирии со своим могучим противником он [Александр I] просил его [Наполеона] отпустить в Россию людей, знакомых с инженерным делом и могущих быть строителями и вместе с тем образователями молодого поколения русских инженеров» [65, с. 5]. После указанного свидания Александра I с Наполеоном Н. П. Румянцев был назначен министром иностранных дел с оставлением в прежней должности директора Департамента водяных коммуникаций.

Из всего сказанного ясно, что именно Румянцев первым в России понял необходимость преобразования



Департамента водяных коммуникаций и активно его осуществлял. Он добивался создания особой корпорации инженеров, учреждения института, подобного парижской Школе мостов и дорог, и приглашения французских инженеров для работы в России.

## **§ 2. Основание Института Корпуса инженеров путей сообщения, его назначение и структура**

Департамент водяных коммуникаций положил начало созданию системы водных путей сообщения в России. Однако эта система уже в начале XIX в. переставала отвечать требованиям развития отечественной промышленности, сельского хозяйства, торговли и освоения северных и восточных районов Русского государства. Все это вместе взятое, а также знакомство с состоянием дорожного дела и инженерно-строительного образования во Франции и в других европейских странах предопределило реорганизацию ведомства путей сообщения и учреждение Института Корпуса инженеров путей сообщения. 20 ноября 1809 г. Департамент водяных коммуникаций и Экспедиция устройства дорог при нем были преобразованы в Управление водяными и сухопутными сообщениями, одновременно были учреждены Корпус водяных и сухопутных путей сообщения и Институт Корпуса водяных и сухопутных путей сообщения. С 16 августа 1810 г. они стали именоваться соответственно Управление путей сообщения, Корпус инженеров путей сообщения и Институт Корпуса инженеров путей сообщения.

Структура Управления путей сообщения была следующая: главный директор, Совет путей сообщения и три отдела — водяных сообщений, сухопутных сообщений и торговых портов, а на местах — соответствующие округа путей сообщения. В 1820 г. была создана Комиссия проектов и смет — своего рода научно-технический орган ведомства путей сообщения. С 1822 г. главный директор стал именоваться главноуправляющим путей сообщения. В 1832 г. строительство крупных зданий в стране было передано в ведение путейского ведомства, и оно стало называться Главное управление путей сообщения и публичных зданий, а позднее и же-

лезных дорог. Институт был учрежден в целях подготовки инженеров для Корпуса инженеров путей сообщения. Он был размещен в особняке известного мецената князя Н. Б. Юсупова — создателя собственной картинной галереи художников XVII—XVIII вв. Этот особняк (расположенный ныне на набережной р. Фонтанки, д. 115) был в конце XVIII в. перестроен по проекту архитектора Д. Кваренги, а затем продан для института за 350 тыс. руб. Учебные занятия в этом здании начались 1 ноября 1810 г. Институт был первым транспортным и строительным высшим техническим учебным заведением в России. Он не имел факультетов, а выпускал инженеров широкого профиля в области строительного искусства.

Следует отметить, что в годы крепостного права в институт могли поступать только дворяне, а они предпочитали военные учебные заведения. Поэтому институт выпускал инженеров с воинским званием поручика и направлял их на работу в Корпус инженеров путей сообщения, который был на военном положении. Здесь питомцы института могли дослужиться до генеральского чина. Так был решен вопрос о привлечении дворян в первое высшее техническое учебное заведение страны.

Во главе института находился особый инспектор, имевший широкие полномочия по организации и проведению учебных занятий. Первым таким инспектором был назначен известный ученый, родом из Испании, Августин Августинович Бетанкур — крупный механик и строитель того времени [5]. Его хорошо знали Н. П. Румянцев и бывший посол в Испании И. М. Муравьев-Апостол. По их рекомендации Бетанкур был приглашен в Россию. Он приехал в Петербург и 8 ноября 1808 г. вступил в службу в чине генерал-майора, 30 августа 1809 г. он был произведен в генерал-лейтенанты, а 15 сентября того же года назначен инспектором предполагаемого к открытию Института Корпуса инженеров путей сообщения. В указе Александра I, изданном по этому поводу, сказано: «Я удостоверен, что генерал-лейтенант Бетанкур по известным его знаниям и ревности к службе, приняв на себя сие звание, особенно будет полезен в прочном сего заведения устройении» [128].

Выше говорилось о том, что идея создания Корпуса и Института инженеров путей сообщения созрела в нед-

рах Департамента водяных коммуникаций. В этом — большая заслуга директора департамента Румянцева. А. А. Бетанкур же разработал структуру института и систему учебных занятий. Профессор Е. М. Соколовский в 1859 г. писал: «Образование института и непосредственные распоряжения по учебной и хозяйственной части этого заведения были поручены знаменитому инженеру генерал-лейтенанту Августину Августиновичу Бетанкуру, назначенному инспектором института инженеров» [65, с. XII]. Бетанкур провел все подготовительные работы по устройству института и по организации учебных занятий с учетом опыта Парижской и Мадридской школ мостов и дорог. Однако общее научное образование в институте было совмещено с инженерным образованием, тогда как во Франции оно было разделено, например, между Политехнической школой и Школой мостов и дорог. Кроме инспектора была установлена должность директора института, но его роль ограничивалась главным образом хозяйственной деятельностью. В начале 20-х годов должность инспектора института была ликвидирована и все учебные и административные функции перешли к директору Института Корпуса инженеров путей сообщения.

В 1820 г. при институте была образована Военно-строительная школа путей сообщения, предназначенная для подготовки техников-строителей. Оканчивающие школу выпускались в чине прапорщика, а лучшие из воспитанников имели право продолжать обучение в институте. В конце 1823 г. институт был преобразован в закрытое учебное заведение по образцу военных кадетских корпусов с четырехлетним сроком обучения. Однако в 1829 г. в связи с присоединением к нему Военно-строительной школы был введен шестилетний срок обучения, с этого времени появились шесть классов: 1-й — подпоручики, 2-й — прапорщики, 3-й — портупей-прапорщики и 4—6-й — кадеты. Всего было 240 учащихся.

Вместе с указанными преобразованиями была учреждена Конференция (Ученый совет) института, установлена должность помощника директора по учебной части и введены звания помощников профессоров (доцентов), главным образом по специальным предметам. Таким образом, учебные занятия вели профессора,

помощники профессоров и репетиторы (ассистенты). Кафедры в то время не существовали, но профессор курса считался ответственным за учебный процесс по своему предмету.

Одновременно с открытием института постепенно создавались и расширялись библиотека, музей, лаборатории, модельные мастерские. В институт поступили книги от бывшего Департамента водяных коммуникаций и из Парижа, закупленные послом России во Франции. Музей был открыт в 1812 г. Он состоял из отдельных кабинетов, в том числе модельного и практических инструментов. Модельный кабинет в 20-х годах XIX в. был одним из крупнейших в России собраний инженерных моделей.

Институт Корпуса инженеров путей сообщения был первым высшим техническим учебным заведением в России. Он был тесно связан с Петербургской Академией наук и с Педагогическим институтом, преобразованным в 1819 г. в Петербургский университет. В основу преподавания в институте были положены математические науки, строительное искусство и прикладная механика. В первые годы лекции по предметам общенаучного цикла читали: академики В. И. Висковатов и С. Е. Гурьев; профессор Педагогического института Д. С. Чижев, впоследствии член-корреспондент Петербургской Академии наук (1826) и член Российской Академии (1828); А. И. Майоров, автор курса лекций, опубликованных под названием «Вышняя геометрия в пространстве» (1817); французский инженер И. С. Резимон.

Сложнее было с преподаванием технических предметов, поскольку русские университеты не готовили ученых — специалистов в области инженерного искусства. Поэтому после встречи Александра I с Наполеоном посол России во Франции А. Б. Куракин договорился с директором Парижской школы мостов и дорог графом Л. М. Моле о посылке в Россию «сведущих людей, которые могли бы быть строителями и образователями молодого поколения русских инженеров. . .» [37, с. 164]. Четверо молодых французских ученых, П. П. Базен, М. Г. Дестрем, К. И. Потье, А. Я. Фабр, приехали в Петербург в 1810 г. и 22 июля того же года были определены: Фабр и Потье — профессорами института по физике и прикладной математике, а Базен и Дестрем—

в Одессу, к генерал-губернатору герцогу де Ришелье «для сочинения проекта Евпаторийского порта и для построения гидротехнических зданий в Одесском порте» [58, с. 15].

В связи с началом войны 1812 г. французские инженеры подали прошение об увольнении от службы и по предложению посла Франции в Петербурге А. Ж. Б. Лористона хотели возвращаться в Париж. Однако царское правительство выслало их сначала в Ярославль, а затем в Иркутск. В апреле 1815 г. они возвратились в Петербург, при этом Базен и Потье были оставлены в институте профессорами высшей математики и начертательной геометрии, а Дестрем и Фабр направлены на юг для строительства гидротехнических сооружений.

Уже в первое десятилетие существования института в нем установилась традиция оставлять лучших своих питомцев на преподавательской работе. Все они имели военные звания и состояли на службе в Корпусе инженеров путей сообщения. Вследствие этого многие из профессоров и преподавателей часто откомандировывались на определенное время на строительство дорожных и гидротехнических сооружений. Поэтому нередко происходила замена одних преподавателей другими, как из числа оставшихся, так и из вновь приглашенных. В те годы многие профессора и преподаватели вели учебные занятия по нескольким предметам и с успехом заменяли выбывших сотрудников института на лекциях и практических занятиях.

Преподавание было продуманным и имело «аналитическое направление», т. е. особое внимание уделялось математическим наукам, поскольку считалось, что это «главный вспомогательный предмет всех инженерных наук» [130]. В институте изучали дифференциальное, интегральное исчисление и аналитическую геометрию. Важное значение в деле математического образования имела начертательная геометрия, а также ее приложение к строительному делу и к практической механике. Начертательная геометрия, впервые введенная во Франции Гаспаром Монжем, стала одним из краеугольных камней в системе технического образования инженеров. В нашей стране начертательная геометрия впервые появилась в Институте инженеров путей сообщения. Сначала лекции по этому предмету читал профессор

К. И. Потье, а с 1816 г., когда он был откомандирован в Одессу, инженер путей сообщения Я. А. Севастьянов. Молодой ученый, вскоре ставший первым русским профессором по начертательной геометрии, опубликовал ряд учебных пособий по своему курсу, за что был удостоен премии Петербургской Академии наук. Севастьянов в 1830 г. с гордостью писал: «Институт путей сообщения как место, передавшее России начертательную геометрию, должен иметь в сем случае первенство перед всеми другими заведениями» [131]. Таким образом, Институт инженеров путей сообщения явился первым учебным заведением в России, определившим объем и качество математической подготовки, необходимой для специалистов в области инженерного искусства.

Строительное дело преподавалось в институте сначала в виде прикладной математики, а с осени 1815 г. — как предмет под названием «Курс построений», содержащий изыскания, проектирование и строительство всех видов дорожных и гидротехнических сооружений. Курс построений впервые был введен в Парижской школе мостов и дорог. Одним из его создателей являлся профессор М. Сганзен. Он уже в 1807 г. опубликовал свои лекции по этому предмету. Они были известны еще в Департаменте водяных коммуникаций. Первые лекции в институте по курсу построений читал К. И. Потье. Они были литографированы в 1816 г. (на французском языке), что в то время было новостью в России. После того как Потье был командирован в Одессу, учебные занятия по курсу построений вели питомцы института — инженеры путей сообщения А. П. Девятнин и А. И. Рокасовский.

Вопросы прикладной, или практической, механики в рассматриваемый период изучались в общем курсе механики, в котором, в частности, был раздел «О вычислении действия машин, о паровых и вододействующих машинах и о ветряных мельницах» [132]. Здесь же исследовались вопросы гидравлики.

В первые годы деятельности института учащиеся занимались по своим записям лекций, по книгам, которые издавались Академией наук и ведомством путей сообщения, и по французским учебным пособиям. Начиная с 1816 г. институт стал литографировать курсы лекций и издавать учебники. Так, например, П. П. Базен в 1817 г. опубликовал «Элементарный курс диффе-



*П. П. Базан.*

ренциального исчисления. . .» на французском языке, предназначенный «для учеников Института путей сообщения»; вскоре он был переведен на русский язык. М. Г. Дестрем в 1820 г. издал курс механики на французском языке, представивший собой изложение «Трактата механики» С. Д. Пуассона с дополнением тех разделов, которые в большей степени относились к инженерному искусству. В библиотеке института была хорошо представлена отечественная и зарубежная литература того времени. Все научные труды и учебные пособия, издававшиеся в России, создали необходимые предпосылки для успешной подготовки инженеров путей сообщения высокой технической культуры.

### § 3. Приезд Ламе в Россию и его участие в жизни института

Институт Корпуса инженеров путей сообщения к концу первого десятилетия существования четко определил общее направление в подготовке инженеров путей сообщения высокой квалификации. Методы преподавания в институте, организация самостоятельной работы воспитанников нашли широкое отражение в учебном процессе Инженерного училища, открытого в 1819 г., Артиллерийской академии — в 1820 г., Практического технологического института — в 1828 г.

После окончания Отечественной войны 1812—1815 гг. в России развернулись большие работы по восстановлению инженерных сооружений и зданий в Москве и в других городах и по строительству дорог, мостов и гидротехнических сооружений в стране. Однако инженеров путей сообщения — строителей было недостаточно. В связи с этим некоторые профессора и преподаватели института были откомандированы в местные округа путей сообщения для руководства строительными работами. Так, например, Дестрем и Потье стали начальниками округов на юге, Фабр возглавил техническое руководство строительства военных поселений, молодые преподаватели-репетиторы Девятнин и Рокасовский также перешли на работу в округа путей сообщения.

В институте сложилось трудное положение. Из французских профессоров остался только один П. П. Базен. Однако и он был начальником I Петербургского округа путей сообщения, таким образом, возникла «опасность остаться без профессоров, и правительству опять пришлось прибегнуть к вызову иностранцев» [42, с. 63]. Вполне естественно, что взоры главного директора путей сообщения и инспектора института А. А. Бетанкура вновь обратились к Франции, где область прикладных наук быстро развивалась.

В 1819 г. Бетанкур командировал Базена в Париж для приглашения французских ученых в Институт Корпуса инженеров путей сообщения. Базен прежде всего, конечно, думал о воспитанниках Политехнической школы. Он сам обучался и некоторое время преподавал в этой школе. Поэтому Базен по совету ученых Парижской школы мостов и дорог предложил молодым инже-





*Б. Клапейрон.*

нерам — аспирантам Горной школы, воспитанникам Политехнической школы Габриэлю Ламе и Бенуа Клапейрону приехать в Россию для занятия должностей профессоров института. Они согласились, «желая оказать честь великой школе, чья хорошая известность была лучшей рекомендацией, а также соблазвившись обещанными преимуществами и высокой степенью свободы, обусловленными в их договоре» [78, с. 241]. Возможно, это и так. Однако Ламе и Клапейрон, вероятно, в большей мере руководствовались десятилетним опытом работы самого Базена в России и, конечно, возможностью значительного материального вознаграждения.

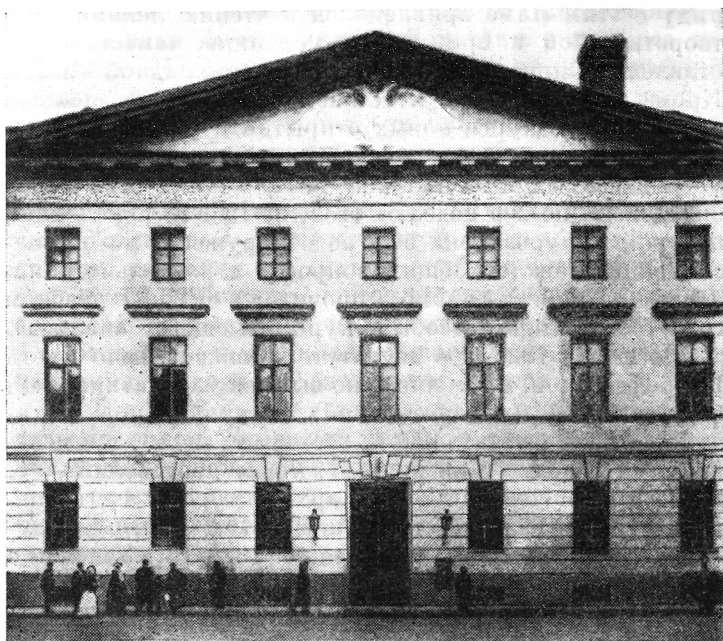
В соответствии с договором Ламе и Клапейрон 1 июля 1820 г. оставили французскую службу и отправились в Петербург. Здесь, согласно указу Александра I, они были определены «в Корпус инженеров путей сооб-

щения майорами с помещением их профессорами математики в институт сего корпуса, с жалованием, званью сему по штату положенным, со дня вступления их в отправление оных должностей с 7 сентября 1820 года». При этом они были приглашены «для учинения по форме присяги на верность службе явиться в Дежурство Корпуса инженеров» [133, л. 182].

Молодые ученые стали получать жалование «по две тысячи рублей и на стол по тысяче рублей в год». Вместе с тем при приглашении Ламе и Клапейрона в русскую службу им было обещано выдавать «сверхштатного жалования каждому по три тысячи рублей в год» [там же, л. 185 об.]. Это и было оформлено вторым указом Александра I, от 19 октября 1821 г. Всего французские ученые получали жалование по шесть тысяч рублей в год, т. е. в два раза больше, чем русские ученые института того же звания. Таким образом, молодые профессора были в полной мере удовлетворены материальным обеспечением в России.

Ламе и Клапейрон начали учебные занятия в институте в бывшем Юсуповском дворце, о котором говорилось выше. Однако вскоре институт переехал в новое здание. Еще весной 1811 г. архитектор и профессор Академии художеств Тома де Томон был назначен профессором архитектуры и рисования в институт в чине майора Корпуса инженеров путей сообщения. Он и составил варианты проекта нового здания для ведомства путей сообщения. К сожалению, Тома де Томон в 1813 г. скоропостижно скончался, а начавшаяся Отечественная война помешала строительству. Здание было построено только в 1823 г. под руководством профессора, инженера путей сообщения А. Д. Готмана, видимо, по одному из вариантов проекта Тома де Томона.

Известный историк архитектуры Петербурга В. Курбатов писал об этом здании следующее: «Влияние Томона, вероятно, отозвалось на здании Института путей сообщения — постройке деловой, чуть грузной, но великолепен актовый зал института, украшенный пилястрами» [41, с. 296]. В этот дом (ныне Московский проспект, д. 9) вместо ведомства путей сообщения был переведен институт, а дворец на набережной Фонтанки был передан главному управляющему путей сообщения. Новое здание института было трех-



*Здание Института путей сообщения.*

этажным, а в 1930-х годах оно надстроено и сохранилось в таком виде до настоящего времени.

Ламе читал курсы лекций по высшей математике — дифференциальному и интегральному исчислению и по физике, а Клапейрон — по механике и физике. Однако в 1820-х годах, так же как и прежде, не было четкого распределения предметов между профессорами. Каждый из них читал лекции и по другим предметам. Дирекция института ежегодно перед началом учебных занятий распределяла предметы, т. е. курсы лекций, среди профессоров и назначала репетиторов для проведения практических занятий. Так, например, в 1823 г. Ламе преподавал высшую математику, физику и астрономию, а Клапейрон — «умозрительную» и прикладную механику и химию. При этом они показали себя «как по обширным познаниям, так и по методу изучения полезнейшими для института офицерами» [134]. На-

ряду с этим Ламе привлекался к чтению лекций и по теоретической и прикладной механике, «вместе с составлением проектов машин», и по прикладной химии. Кроме того, на Ламе и Клапейрона было «возложено преподавание курса новых открытий и усовершенствований в художествах, входящих в состав предметов, преподаваемых в институте. Число лекций сего курса определено по 2 в неделю» [135, л. 15]. К сожалению, программа курса пока еще не обнаружена, но он, несомненно, касался общих вопросов строительного искусства. Кроме того, Ламе прочитал в 1826/27 учебном году репетиторам особый курс «высшего анализа».

По штату 1823 г. в институте положено было иметь 11 профессоров, в том числе по высшей математике — 2, теоретической (умозрительной) и прикладной механике — 1, начертательной геометрии и ее применению — 1, физике и химии — 1, курсу построений — 1, рисованию и черчению — 2, архитектуре — 1, географии, гидрографии и статистике — 1 и военным наукам — 1. По новому положению 1829 г. количество профессоров было увеличено до 15 и введено 7 штатных должностей помощников профессоров. Все профессора имели определенное число помощников для проведения репетиций по лекциям, практических занятий и выполнения проектов по специальным предметам. Интересно отметить, что Конференция института в 1826 г. установила следующее правило для репетиторских занятий: «Для совершеннейшего и точнейшего повторения репетиторами профессорских уроков первые присутствуют в классах при преподавании последними своих уроков» [136, л. 48]. Это означает, что все репетиторы по общенаучным предметам слушали полный курс лекций Ламе и Клапейрона.

В 20-е годы срок обучения в институте был четыре года, а с 1829 г. — шесть лет. В связи с этим первые два года обучения до 1829 г. и третий и четвертый годы с 1829 г. соответствовали парижской Политехнической школе в отношении преподавания общенаучных предметов, а последние два года в том и в другом случаях — французской Школе мостов и дорог.

Ламе и Клапейрон были передовыми учеными и внесли большой вклад в совершенствование учебного процесса и в развитие науки и инженерного искусства в России. Они помогли формированию и становлению

важнейших дисциплин инженерного образования — «умозрительной» и прикладной механики и курса построений. К сожалению, не имеется ни литографированных, ни рукописных курсов лекций Ламе, но косвенно можно о них судить по программам предметов. Так, ясно, что Ламе читал курс теоретической механики, целиком основывающийся на принципе виртуальных скоростей. Ясно также, что его научная работа была тесно связана с педагогической деятельностью. Например, названия его статей, опубликованных в Журнале путей сообщения, повторяются в экзаменационных вопросах по механике и аналитической геометрии.

Согласно экзаменационной программе 1825 г., курс механики состоял из следующих частей.

I. П р е д в а р и т е л ь н ы е п о н я т и я. «Определение покоя, движения, силы и равновесия. Предмет механики и разделение сей науки на многие отрасли. Силы рассматриваются, во-первых, приложенными к материальной точке. Определить точку приложения и направления силы. Измерение относительной величины двух сил» [59, с. 38].

II. С т а т и к а. Сюда включены разделы: равновесие материальной точки, равновесие твердого тела, «составление и равновесие сил параллельных», «равновесие и составление сил, направленных как ни есть в плоскости», условия равновесия тяжелых тел и нахождение центра тяжести, равновесие гибкой нити (сюда входят, в частности, вопросы по веревочному многоугольнику, уравнению цепной линии, «исчисление натянутости цепи в какой ни есть точке») [там же, с. 44].

III. М а ш и н ы. Здесь речь идет о простых машинах, о зубчатых колесах и «о препятствиях, которым подвержены силы, действующие посредством машин» [там же, с. 46].

IV. Д и н а м и к а. Эта часть состоит из следующих разделов: прямолинейное движение свободной материальной точки, переменное движение, криволинейное движение свободной материальной точки, законы Кеплера, движение материальной точки по данной кривой линии, движение системы материальных точек.

V. Г и д р о с т а т и к а и г и д р о д и н а м и к а.  
Может быть, именно в связи с тем что в основу курса Ламе было положено начало умозрительных скоростей,

Базен в 1832 г. издал книгу «Доказательство принципа виртуальных скоростей, рассматриваемого как основание механики» на французском языке [2]. В том же году вышел перевод этой работы на русский язык.

Постепенно курс «умозрительной» механики перешел к двум репетиторам, Янушевскому и Резимону-2. При этом Ламе было предоставлено общее руководство предметом, он один раз в неделю читал лекцию для повторения. В 1830 г. в институт был приглашен М. В. Остроградский для чтения лекций по этому курсу. Во время его командировки Базен предложил вести «умозрительную» механику по-старому, т. е. двум репетиторам. Однако ответ главноуправляющего путей сообщения был иной: «Преподавание умозрительной механики. . . должно быть возложено на гг. полковников Ламе и Клапейрона» [135, л. 21], поскольку этот предмет слишком важен.

Программа курса высшей математики соответствовала содержанию учебников по дифференциальному и интегральному исчислению, написанных Базеном (1817) и Базеном и Ламе (1825). Вопросы по аналитической геометрии включали задачи на составление уравнений линий на плоскости и в пространстве, уравнений плоскости, поверхностей. Курс физики, который читал Ламе, судя по экзаменационным вопросам, состоял из следующих разделов: общие свойства тел; расширение жидкостей, газов, пара, твердых тел; свойства пара; теплопроводность тел; источники тепла; изменения температуры на поверхности земли; явления капиллярности; упругость; электричество; атмосферное, гальваническое электричество; электромагнетизм; акустика, скорость колебаний; свет — скорость, отражение, преломление; зрение, структура глаза; явления двойного лучепреломления и поляризации.

Что касается другого основного предмета — курса построений — начальство также стремилось к тому, чтобы его вели французские ученые. Так, одновременно с Ламе и Клапейроном прибыл в Петербург из Франции инженер Рокур де Шарлевиль, который в 1821 г. был принят на русскую службу профессором курса построений в чине подполковника Корпуса инженеров путей сообщения. Однако в начале 1824 г. он был назначен на работы в порты Черного моря. Вместо него профессором курса построений был определен французский

# TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE CALCUL INTÉGRAL

A L'USAGE  
DES ÉLÈVES DE L'INSTITUT  
DES VOIES  
DE  
COMMUNICATION.

---

PAR  
P. D. BAZAINE

Général-Major du Génie des Voies de Communication, Chevalier des ordres de Ste. Anne 1<sup>re</sup> Classe, de St. Vladimir 3<sup>e</sup> Classe, et de l'ordre Royal et militaire de la Légion d'honneur, Membre de l'Académie IMPÉRIALE des Sciences de St. Pétersbourg, de l'Académie IMPÉRIALE de Vilna, de l'Académie Royale des Sciences de Turin, etc. etc.

ET

PAR G. LAME

Major du même Corps, professeur à l'Institut, Chevalier des ordres de Ste. Anne 2<sup>e</sup> Classe, et de St. Vladimir 4<sup>e</sup> Classe.

---

ST. PÉTERSBOURG.

A L'IMPRIMERIE DES VOIES DE COMMUNICATION.

1825.

*Обложка книги Базена и Ламе об интегральном исчислении.*

инженер Ф. Газан, вступивший в русскую службу в 1819 г. и много лет работавший на Кавказе под руководством генерала Ермолова на строительстве инженерных сооружений. Он часто болел и в 1826 г. уволился из института. На его место в 1827 г. был назначен французский инженер О. Ганри, который также был нездоров и в 1828 г. скончался.

В 1821 г. окончил институт М. С. Волков, первым по выпуску, с занесением его имени на мраморную доску актового зала, и был оставлен репетитором по курсу построений. Он часто замещал профессоров. Уже в 1823 г. Газан передал ему лекции. «С тех пор, — писал М. С. Волков, — до 1827 г. не было профессора курса построений; должность эту исполнял, неся звание репетитора» [15, с. 273]. То же было и после кончины Ганри. Однако осенью 1830 г. курс построений был передан Клапейрону. Он был привлечен «к преподаванию курса построений, включая текст, проекты и сметы, по восемь раз в неделю, считая в том числе и репетиции, к редакциям меморий по этому раз в неделю. Он должен руководствовать удержанием общего в частях курса построений» [135, л. 15]. При изложении курса Клапейрон сделал «весьма полезные дополнения о твердости материалов, о сопротивлении дерева и железа и о нужных в строениях размерах. Следствия его исчислений весьма важны для производства больших работ» [137].

В связи с передачей курса Клапейрону Волков с горечью отмечает, что «начальство института постоянно старалось, чтобы курс построений преподавался одним из французских инженеров» [15, с. 273]. Между тем Волков после производства изысканий Московского шоссе тоже ввел в курс построений новые разделы, касающиеся проектирования шоссежных дорог, с тем чтобы познакомить воспитанников института «с отечественными способами и техническими русскими выражениями» [138]. Лишь в 1831 г. в связи с отъездом Клапейрона во Францию Волков был утвержден профессором курса построений и впервые стал читать его на русском языке. Этот курс содержал все вопросы изысканий, проектирования и строительства дорожных и гидротехнических сооружений.

Большое влияние оказал Клапейрон на еще один важный предмет инженерного образования в институте—



курс прикладной механики. До 1823 г. вопросы механики машин излагались в общем курсе механики. И именно Клапейрону принадлежит в институте заслуга разделения этих предметов. В 1823/24 учебном году в 1-м классе поставлено отдельным предметом «учение о двигателях и приемниках действия сил под именем прикладной механики» [136; л. 32]. В 1828 г. в него входили сведения о применении принципа Даламбера к теории машин, о различных двигателях (вода, воздух, человек, пар и т. д.) и о деталях машин. Институт путей сообщения явился первым учебным заведением в стране, в котором был введен самостоятельный предмет — курс прикладной механики.

Репетитором Клапейрона и его последователем стал инженер путей сообщения Павел Петрович Мельников. Он окончил институт в 1825 г. первым по выпуску и был оставлен при нем для работы по курсу прикладной механики. В 1831 г. Клапейрон уехал во Францию. В связи с этим Мельников был утвержден помощником профессора, а в 1833 г. — профессором курса прикладной механики. При этом сам Мельников указывал, что он «был призван к преподаванию в институте лекций по части практической механики вообще и паровых машин в особенности, с применением их к железным дорогам» [139]. Таким образом, Мельников был первым русским профессором из числа питомцев института по прикладной механике, первым автором учебного пособия, изданного в 1835 г. под названием «О железных дорогах», и техническим руководителем проектирования и строительства первой в России железнодорожной магистрали Петербург—Москва [17].

В 20-е годы XIX в. вместе с Ламе и Клапейроном в институте работали замечательные русские ученые. Так, кроме Ламе и Клапейрона учебные занятия по математике продолжал вести профессор Д. С. Чижев. Его «ясный аналитический ум, точные и систематические знания, твердые и благородные правила, спокойствие и скромность в характере, неукоризненная жизнь — все служило в нем к чести и достоинству места, им занимаемого» [23, с. 179].

Начертательная геометрия и ее приложения в те годы считались математической наукой. Этот курс читал тогда инженер путей сообщения Я. А. Севастьянов, создавший русскую школу начертательной гео-

метрии. Не случайно Базен, давая оценку книге Севастьянова «Основания начертательной геометрии», писал: «Сие сочинение, как в Институте Корпуса путей сообщения, так и в других учебных заведениях, служит классической книгой», — а автора книги квалифицировал «достоинейшим профессором» [140]. Некоторое время Ламе и Клапейрон работали в институте одновременно с известными русскими математиками М. В. Остроградским и В. Я. Буняковским.

Институт привлек к преподавательской работе своих питомцев — инженеров путей сообщения. Многие из них, в том числе М. С. Волков, П. П. Мельников, А. Г. Добронравов, Н. О. Крафт, И. С. Янушевский, А. Зуев, Е. Л. Адам и В. Д. Трофимович, стали впоследствии видными учеными и профессорами Института Корпуса инженеров путей сообщения. Все они имели широкое общение с Ламе, Клапейроном, Базеном. С другой стороны, ряд воспитанников института, слушавших курсы лекций Ламе и Клапейрона, в том числе С. В. Кербедз, Н. И. Липин, В. Д. Евреинов, В. П. Соболевский, А. И. Дельвиг, П. Н. Андреев, К. Я. Яниш, стали выдающимися деятелями строительной науки и преподавателями института. Кстати, Дельвиг в своих воспоминаниях пишет, что «Ламе был человек положительный, глубоко ученый, приятной наружности и изящных форм; читал лекции красноречиво и твердо знал, что читал» [24, с. 130].

В свою очередь Ламе и Клапейрон также были довольны своими воспитанниками. Они «часто выражали мнение, что русские отличались быстрыми успехами в прикладных науках и практических занятиях. Большая часть из воспитанников института достигала в искусстве черчения такого совершенства, до которого едва ли могут возвыситься ученики Политехнической школы. . . Сделавшись инженерами, ученики, отличившиеся успехами в прикладных науках, блистали своими знаниями и своею деятельностью. Не раз удивлялись мы, с каким искусством и самоуверенностью управляли они обширными работами и большими массами рабочих» [25, с. 4].

В эти годы произошла смена руководства института. 4 февраля 1824 г. Бетанкур по болезни был уволен из института и спустя несколько месяцев скончался. Директором института был назначен Базен, который

оставался на этом посту до 1834 г. Его сменил Потье, а в 1836 г. институт возглавил русский профессор А. Д. Готман, который прославил свое имя сооружением ряда зданий в центре Петербурга.

Заслуги А. А. Бетанкура огромны, он создал в институте благоприятные условия для развития математического образования, которое служило основанием инженерного искусства. Научной и инженерной работой Бетанкур снискал глубокое уважение в России как крупный ученый, строитель и механик своего времени. Его инженерные труды: Каменноостровский мост через Невку и ансамбль зданий Экспедиции государственных бумаг (ныне Гознак) в Петербурге, конный манеж в Москве (ныне Центральный выставочный зал), специальные леса для подъема 48 монолитных гранитных колонн высотой 17 м, диаметром 2 м и весом 115 тонн каждая на строительстве Исаакиевского собора в Петербурге, комплекс зданий гостиного двора в Нижнем Новгороде — воодушевляли воспитанников института на глубокое изучение инженерного дела.

В 1830/31 учебном году Ламе был поручен курс прикладной химии. Так, в рапорте главноуправляющему путей сообщения Базен пишет, что Ламе назначен «к чтению прикладной механики в классе подпоручиков, по три лекции в неделю, вместе с составлением проектов машин; к чтению прикладной химии; к наблюдению за курсом физики, преподаваемой в классе прапорщиков, по две лекции и по две репетиции в неделю» [135, л. 15]. При этом, готовясь к чтению лекций по прикладной химии, Ламе «принял за лучшее положить прежде общие начала и потом представить постепенно некоторые различные приложения, кои также можно считать началами по части народной промышленности» [137, л. 14].

Кроме того, в декабре 1830 г. Базен докладывал главноуправляющему путей сообщения о приготовлениях «к открытию лекций в институте об усовершенствовании, сделанных в науках, касающихся инженерной части» [141, л. 38]. При этом Базен, Ламе, Клапейрон и другие профессора выразили свою готовность читать подобные лекции. И уже с 3 января 1831 г. начались публичные чтения, которые продолжались весь весенний семестр. Они проводились по средам

и субботам, в 7.30 вечера. Клапейрон не принимал в них участия в связи с поездкой в Вытегру, а Ламе прочел две лекции: «О строительстве железных дорог в Англии» и «Об устройстве дорог в Англии». Кроме Ламе в чтениях принимали участие Базен, Дестрем (который выступал на тему «Причины невведения железных дорог в России»), Я. А. Севастьянов, Г. И. Гесс, В. Я. Буняковский, А. Я. Купфер и др. [141, л. 47]. Эти лекции посещали не только воспитанники института, профессора, репетиторы, но и чиновники Корпуса Инженеров путей сообщения, и посторонние лица. Курс «усовершенствований наук», как писал в конце года Базен, «послужил к славе заведения и вместе с тем произвел новую пользу, отличающую институт перед другими подобными заведениями» [137, л. 17]. Публичные лекции продолжались и в 1832 г. Лекции читались на французском языке, и только Севастьянов говорил по-русски. В этих лекциях принимал участие и Остроградский.

Интересно упомянуть, что в институте ежегодно проводились публичные экзамены, на которых всегда присутствовали ученые Академии наук и государственные деятели. На такие экзамены допускались лучшие студенты института. Для них Ламе читал дополнительный курс лекций по новейшим достижениям науки и техники. В 1824 г. такой экзамен сдавал П. П. Мельников. Присутствовавший на экзамене М. М. Сперанский попросил его рассказать о последних опытах с электрическими токами, проведенных во Франции. Мельников в своих воспоминаниях по этому поводу писал: «Профессор наш, известный ученый Ламе, после член французской Академии наук, следил за всеми новейшими открытиями, в особенности по математике и ее приложениям, и в одну из последних лекций передал нам подробно о новой теории электрических токов, так что я мог вполне удовлетворить желание Сперанского. Он благодарил меня в самых лестных выражениях, говоря между прочим, что он присутствует не на экзамене, а выслушал весьма интересную и поучительную лекцию» [47, с. 37—38]. Конечно, в те годы экзамены проводились на французском языке.

В 1824 г. Ламе был свидетелем самого сильного наводнения в Петербурге, когда вода поднялась на 4.3 м выше ординара. Более половины города было затоп-

лено водой. Сильно было повреждено и здание института. «От порывов ветра взломало на доме и флигелях института крышу. . . водой размыты духовые печи в главном корпусе. . . вырваны из окон рамы . . . дрова унесены течением воды» [142]. Занятия временно были прекращены. Ущерб, нанесенный хозяйству столицы, был столь огромным, что Александр I объявил конкурс на лучший проект защиты Петербурга от наводнений. Наиболее реальные проекты представили ученые и питомцы Института инженеров путей сообщения. Один из них — проект Базена — привлек внимание как надежно и радикально решающий вопрос о защите города от наводнений. Базен предлагал построить дамбу длиной около 20 км по линии Лисий Нос—о. Котлин (Кронштадт)—Ораниенбаум (ныне Ломоносов). В плотине предусматривались водопропускные отверстия и камерный шлюз. Этой плотиной отгораживалась часть Финского залива площадью 400 км<sup>2</sup>. Проект Базена не потерял своего значения до настоящего времени. Ныне по проекту института Гидропроект имени питомца ЛИИЖТа академика С. Я. Жука возводится комплекс сооружений для защиты Ленинграда от наводнений, в принципе соответствующий, с некоторыми изменениями, проекту, составленному еще в 1825 г. профессором П. П. Базеном.

Ламе был свидетелем и декабрьского восстания 1825 г. в Петербурге, к которому имели отношение некоторые питомцы Института Корпуса инженеров путей сообщения. Среди студентов первого приема были братья Сергей Иванович и Матвей Иванович Муравьевы-Апостолы. В 1812 г. они вместе с другими воспитанниками института ушли в действующую армию, участвовали в боях под Бородино. За храбрость Сергей Иванович был награжден золотой шпагой. В конце 1812 г. он возвратился в институт для завершения образования и весной 1813 г. закончил его, затем вновь вступил на службу в армию, был ординарцем у известного генерала Н. Н. Раевского, а в 1815 г., после возвращения из Парижа, переведен в лейб-гвардии Семеновский полк, где командовал ротой. Матвей Иванович не вернулся в институт после Отечественной войны, оставшись на службе в армии.

В 1820 г. солдаты Семеновского полка выразили протест против грубого произвола своего полкового

командира. За поданную жалобу полк был расформирован, а поручик С. И. Муравьев-Апостол переведен в Черниговский полк, находившийся на юге России. Это событие отразилось и на Институте Корпуса инженеров путей сообщения. В 1822 г. все его преподаватели и воспитанники должны были дать «Чистосердечное письменное показание, что они ни к каким тайным обществам не принадлежат. . . Если же такой подписки дать не пожелает, — указывалось в предписании, — тот не может оставаться в службе» [143]. Такая подписка была обязательна для всех, имеющих воинское звание в Корпусе инженеров путей сообщения, т. е. и для профессоров Ламе и Клапейрона.

Декабрьское восстание наложило глубокий отпечаток на жизнь института. С. И. Муравьев-Апостол был казнен в числе пяти декабристов в ночь на 13 июля 1826 г. на плацу Петропавловской крепости. Его брату Матвею Ивановичу смертная казнь была заменена каторгой с последующим оставлением в Сибири. К числу декабристов принадлежал видный по тому времени инженер Корпуса инженеров путей сообщения Гавриил Степанович Батеньков — активный участник Отечественной войны 1812 г. Он окончил институт экстерном в 1816 г. и успешно работал на строительстве дорог и мостов. За участие в восстании Г. С. Батеньков отбыл 20 лет одиночного заключения в Алексеевском рavelине Петропавловской крепости. Интересно отметить, что А. А. Бестужев-Марлинский, писатель, офицер лейб-гвардии Драгунского полка, с 1822 г. был адъютантом двух главноуправляющих путей сообщения — А. А. Бетанкура и герцога Вюртембергского. Он как участник декабрьского восстания был приговорен к 20 годам каторги, которая была ему заменена ссылкой.

Все это вместе взятое определило отрицательное отношение царского двора к институту. Поэтому не случайно в мае 1826 г. его преподаватели и воспитанники вынуждены были дать новую подписку о том, что они не принадлежат к тайным обществам. В ней говорилось: «Мы никогда не принадлежали и не принадлежим ныне никаким ложам масонским или тайным обществам, внутри империи или вне ее существовать могущим. . . мы и впредь принадлежать оным не будем» [144]. На всех ученых и воспитанников инсти-

тута составлялись «конduitные списки», в которых давались сведения, в частности, о вере, нравах, поведении на службе и успехах в науках. Например, в conduitном списке Ламе стоят следующие вопросы и ответы.

«Каковы имеет способности ума — хорошие.

Каково ведет себя по службе — хорошо.

Не предан ли пьянству или игре — нет.

Какие знает иностранные языки — французский.

Имеет ли знания в каких науках — математические, физические, химические и прочие, нужные для инженеров» [133, л. 213—214].

Жизнь института стала полностью регламентированной. Малейшее проявление либерального духа строго наказывалось. Все же и в эти годы в нем формировались крупные отечественные ученые в области транспортной науки, техники и строительства усовершенствованных путей сообщения в России. Во второй половине 20-х годов увеличился выпуск учебных пособий в институте. В 1825 г. были изданы «Правила по производству работ». В 1826 г. вышел в свет первый номер периодического издания Журнал путей сообщения, сыгравшего важную роль в развитии науки, транспорта и строительства в стране. В нем, как будет показано ниже, печатали научные труды Ламе и Клапейрон. Институт пополнился лабораториями, мастерскими для изготовления моделей, паровыми машинами для занятий по прикладной механике. Был опубликован ряд трудов по математике, механике.

В 1827 г. вышел в свет литографированный Курс построения на французском языке, объемом 268 листов текста и с альбомом чертежей [87]. Это был первый коллективный труд ученых института О. Ганри, П. П. Базена, К. И. Потье, М. С. Волкова и А. М. Завадовского. В основу его были положены научные работы Ж. Перроне, Г. К. Прони, П. Жирара, М. Сганзена, Л. Навье, Л. Вика и других ученых Франции, а также данные, касающиеся строительства шоссейных дорог и гидротехнических сооружений в России. Позднее, в 1830 г., профессор М. С. Волков издал учебное пособие под названием «Изложение правил составления известковых цементов и растворов».

Постепенно создавались и учебные пособия по прикладной механике. Так, в 1828 г. Клапейрон написал

лекции по прикладной механике [85] объемом 44 страницы текста и 34 листа чертежей. Эта работа содержала применение принципа Даламбера к теории машин и курс индустриальной механики, который включал рассмотрение различных двигателей, паровых машин и деталей машин. Однако полный курс прикладной механики был подготовлен и издан П. П. Мельниковым в виде трех книг — учебных пособий в 1835—1838 гг. В нем впервые были изложены основы теории механической тяги на железных дорогах.

Начало развития железнодорожного транспорта во всем мире следует считать с момента появления парового двигателя. Это совершилось в Англии в 1830 г., на открытии Ливерпуль-Манчестерской железной дороги. Здесь в первый раз был применен паровоз изобретения Джоржа Стефенсона, давший скорость движения поезда до 50 км/ч. Строительство железной дороги и употребление на ней паровой тяги, писал Мельников, «возбудили естественно напряженное внимание правительства и капиталистов; инженеры и предприниматели собирались отовсюду в Англию для наблюдения и приобретения данных» [47, с. 5].

Конечно, Россия не могла остаться в стороне от столь важного события в развитии транспорта. В связи с этим царское правительство решило назначить «опытного, во всех частях отлично сведущего инженера из штаба офицеров Корпуса инженеров путей сообщения к отправлению для подробного исследования и описания всех достопримечательных сооружений по части путей сообщения, произведенных в течение последних лет знаменитейшими из инженеров Англии и Франции» [145, л. 3]. Таким инженером был избран профессор Ламе, доказавший «постоянными трудами отличные сведения, опытность и ревностное усердие к службе» [145, л. 5].

В одном из архивов имеются письма Ламе к директору Института Корпуса инженеров путей сообщения Базену. Относительно своей поездки в Англию он пишет: «Мой генерал, курс механики, который я вел в институте, завершен, господа лейтенанты доказали путем особых экзаменов, которым я их подвергнул, что они превосходно усвоили основные положения и особенности указанной науки. Я сделал все возможное, чтобы исполнить также пожелание его коро-



To A unijla 1834

À Son Excellence le  
Général Major Baginski, Directeur de  
l'Institut du Corps des Ingénieurs des  
Vies de Communication.

Mon Général.

Le cours de mécanique, que je suis chargé  
de professer à l'Institut, est terminé; mes  
élèves (les sous-officiers) ont prouvé, dans les examens  
particuliers que je leur ai fait subir, qu'ils  
venant parfaitement compris l'ensemble  
et les détails de cette science. J'ai fait  
tout mon possible pour remplir les  
intentions de Son Altesse Royale, relati-  
vement aux cours d'analyse, et au  
cours de physique, que je suis également  
chargé de surveiller; j'ai fait plusieurs  
leçons sur les points les plus importants  
de ces cours, et je me suis adressé, pour  
de nombreuses interrogations, que les  
élèves les avaient très bien suivies.

Ma présence n'est donc plus indispen-  
sablement nécessaire à l'Institut;  
je prie votre Excellence de faire  
parvenir à la connaissance de Son

relatives  
à l'Art de l'Ingénieur &  
recueillies durant le  
Voyage en Angleterre  
fait d'après l'Ordre de  
Sa Majesté L'Empereur

**NICOLASI.**

pendant l'Été de l'année 1830

par  
le Colonel Lame.

(Mémoires.)

Отчет Ламе о поездке в Англию

левского высочества в отношении курса математического анализа и физики, контроль над которыми мне также было поручено осуществлять. Я прочитал много лекций по наиболее важным вопросам этих курсов и убедился, посредством опроса учащихся, в том, что они хорошо усвоили эти курсы. . . Посему. . . никакие обстоятельства не препятствуют больше моему отъезду за границу» [145, л. 31]. Письмо написано 4 марта 1830 г., уже в начале апреля Ламе выехал в Англию и возвратился в Петербург в октябре.

Касаясь своего пребывания за рубежом, Ламе писал: «Путешествие в Англию, которое я совершил, имело своей целью изучить новшества железнодорожного строительства и механику этого дела» [146]. В соответствии с поставленной целью Ламе написал отчет о поездке в Англию, который состоит из двух томов убористого текста и 80 листов чертежей с пояснениями к ним [Л. 26]. Кроме того, Ламе привез в Петербург большое количество книг, гравюр и других материалов, содержащих сведения об инженерно-строительном искусстве в Англии, а также и во Франции, в том числе и рисунки цепных мостов.

В мае 1831 г. Ламе представил рапорт и отчет о поездке в Англию директору института. Отчет был передан по инстанциям и поднесен на рассмотрение Николаю I. Царь одобрил заслуги Ламе и наградил его орденом Станислава 3-й степени, о чем и было сообщено автору отчета. Однако Ламе не был принят Николаем I и не получил денежного вознаграждения за свои труды. Отчет, написанный на французском языке, в единственном экземпляре был сдан в научно-техническую библиотеку института, где и хранится до настоящего времени. Материалы его использовались для учебных занятий.

#### § 4. Возвращение Ламе во Францию

Все сказанное выше свидетельствует о том, что Ламе, так же как и Клапейрон, имел все необходимые условия для работы в Институте Корпуса инженеров путей сообщения. Он являлся профессором соответствующих курсов лекций, т. е. заведующим кафедрой того же наименования, получал двойное жалование,

а с 1825 г., когда он стал подполковником, — тройное. Об этом говорит рапорт главноуправляющего путей сообщения герцога Вюртембергского. «Высочайшим указом во 2-й день августа 1825 года повелено вместо означенного добавочного жалования производить им по 6000 рублей из сумм государственного казначейства сверх штатного жалования, какового они ныне по чинам получают по 3000 руб., и столовых по 1200 руб., что и составляет годового содержания каждому по 10 200 руб» [147]. Ламе и Клапейрон печатали научные труды, разрабатывали проекты различных инженерных сооружений, участвовали в работе технических органов ведомства путей сообщения, имели правительственные награды, а также воинские звания полковников Корпуса инженеров путей сообщения. Так, например, Ламе в июле 1823 г. был награжден орденом Владимира 4-й степени, в августе 1824 г. — орденом Анны 2-й степени, в июне 1827 г. ему был вручен алмазный знак этого ордена, в 1828 г. — бриллиантовый перстень, в 1829 г. он был награжден годовым окладом, в 1830 г. ему объявили монаршее благоволение и, наконец, в 1831 г. ему пожалован орден св. Станислава 3-й степени. За научные заслуги Ламе был избран членом-корреспондентом Петербургской Академии наук.

Кроме того, директор института П. П. Базен оказывал своим соотечественникам всяческую помощь в их работе и в жизни в Петербурге, где они имели прекрасные квартиры. Казалось бы, труд Ламе, ставшего крупным ученым России, оценен должным образом. Ведь он приехал в Россию в молодые годы, в возрасте 25 лет. Перед ним открывалось широкое поле деятельности в России. Иначе говоря, можно было полагать, что Ламе будет продолжать педагогическую, научную и инженерную деятельность в Институте и в Корпусе инженеров путей сообщения. Действительно, даже после возвращения из путешествия в Англию, в рапорте от 16 мая 1831 г., Ламе пишет о своих планах и работах на будущее: «Я начал составлять записки о подвесных мостах на стальных канатах, в которых укажу их преимущества и усовершенствования, внесенные в их конструкцию. . . Впоследствии мне предстоит изучить возможность их применения в России. . .

Сразу же по возвращении полковника Клапейрона мы займемся работой и в полной мере воспользуемся этим случаем, чтобы проявить наше усердие во всем, что может быть полезно правительству, которому мы служим» [145, л. 32] (имеется в виду командировка Клапейрона в Витегру).

Таким образом, видимо, даже в мае Ламе и Клапейрон еще не думали об отъезде. Однако в сентябре 1831 г. Ламе и Клапейрон подали прошение об освобождении их от работы в России и о разрешении выехать во Францию. Каковы же причины, послужившие основанием для их отъезда из России? Ведь ни Базен, ни другие французские ученые не собирались покинуть Россию. Однозначно ответить на этот вопрос невозможно, тем более что и Ламе сомневался в правильности своего поступка. В связи с этим можно высказать несколько предположений.

1. В Париже 27 июля 1830 г. в ответ на роспуск палаты депутатов, лишение торгово-промышленной буржуазии избирательных прав, ограничения свободы печати и т. п. вспыхнуло народное восстание. В результате Карл X, который проводил реакционную политику, препятствующую экономическому развитию страны, был свергнут. Королем был провозглашен близкий к буржуазным кругам герцог Луи Филипп Орлеанский. При нем у власти стояла финансовая аристократия, создались предпосылки для промышленной революции.

Инженер путей сообщения выпуска 1832 г. А. И. Дельви́г, касаясь причины отъезда ученых, писал: «Ламе и Клапейрон были награждены Луи Филиппом кавалерскими знаками ордена Почетного легиона. Однако Николай I запретил им носить эти знаки на их русских военных мундирах (они не имели, как Базен, русского подданства). Ламе и Клапейрон обиделись и осенью 1831 г. вышли в отставку и уехали во Францию» [24, с. 130].

Действительно, в архиве имеется рапорт Базена от 2 февраля 1831 г. главноуправляющему путей сообщения: «. . . его величеству королю французскому угодно было пожаловать мне командорственный, генерал-майорам Фабру, Потье и Дестрему — офицерские, а полковникам Ламе и Клапейрону — кавалерские знаки королевского ордена Почетного легиона. Довода

о сем почтеннейше до сведения вашего королевского высочества, всепокорнейше прошу о исходатайствовании высочайшего его императорского величества соизволения на возложение на них помянутых знаков» [148]. 22 мая 1831 г. было разрешено носить эти знаки Базену, Дестрему, Потье и Фабру, но не Ламе и Клапейрону. Отсюда следует, что Ламе и Клапейрон или действительно обиделись, или побоялись нового короля Франции, или получили предлог для отъезда по другим причинам.

2. Известно, что институт, хотя и был привилегированным высшим учебным заведением, но не пользовался доверием царя. По этому поводу А. И. Дельвиг писал: «Император Николай I и великий князь Михаил Павлович очень не любили инженеров путей сообщения, а вследствие этого и заведение, служившее их рассадником. Эта нелюбовь основывалась на том мнении, что из института выходят ученые, следовательно, вольнодумцы. . . При всем видимом их расположении к ученым им было однако же очень досадно, что Главное инженерное училище по преподаванию в нем наук стояло ниже института» [24, с. 87].

Нелюбовь царя к институту особенно усилилась после июльской революции 1830 г. во Франции. Так, Ламе после возвращения из Англии в Петербург нашел, по словам Бертрана, «общество взволнованным и смущенным. . . Беспокойная полиция искала везде виновных, подозреваемых в симпатиях к ненавистой революции, французы особенно возбуждали недоверие. Клапейрон, обвиненный в том, что он говорил очень свободно, был послан с миссией в Вытегру на работы, которые не были начаты и на которые не были составлены проекты» [78, с. 244]. Конечно, поездка Клапейрона в Вытегру едва ли была необходима для Корпуса инженеров путей сообщения. Очевидно, царское правительство, напуганное французской революцией, решило на время выдворить Клапейрона из Петербурга. Следует сказать, что Ламе всячески способствовал его скорейшему возвращению в институт. Поездка Клапейрона состоялась в 1831 г. и длилась четыре месяца. Видимо, все эти события также повлияли на решение друзей уехать.

3. Может быть, существовал еще один повод для отъезда, на который указывает биограф Ламе Жозеф

Бертан. Ламе был холост, но через два года после приезда в Россию женился на своей соотечественнице Марии Маргарите Фортионе Бертен де Жеродан (*Vet- tin de Geraudan*), дочери французского натуралиста Якова Адольфа Бертен де Жеродана. Она в скромной должности воспитательницы служила в русских богатых семьях. Свидетелем на их свадьбе был французский писатель Ксавье де Местр, проживавший в Петербурге.

О нем вспоминает в своих записках Ф. Ф. Вигель: «Два брата, графы Местры, более французы, чем итальянцы. Старший, Иосиф, находился у нас посланником жившего в заточении Сардинского короля, был чрезвычайно умный человек, красноречивый легитимист и бешеный католик. . . Другой, Ксаверий, в русской службе полковник, был менее пылок, и хотя столь же серьезен и рассеян, но более приятен в обществе; он — автор разных мелких творений в стихах и прозе, между коими более всего известны „Путешествие вокруг моей комнаты“ и „Прокаженный в долине Аосты“» [10, с. 277]. Ксавье де Местр отличался разносторонними дарованиями. Он занимался научной деятельностью, был членом двух академий. Во время Отечественной войны 1812 г. он сражался против наполеоновских войск, вернувшись в Петербург, занялся литературной деятельностью и живописью. Известен портрет Н. О. Пушкиной, матери А. С. Пушкина, работы Ксавье де Местра. Одно время он был в Петербурге директором Морского музея и библиотеки при музее.

Ксавье де Местр приложил все усилия к тому, чтобы Ламе и его жена не чувствовали себя оторванными от родины и от родных. Вполне возможно, что Ламе познакомился со своей будущей супругой в доме Е. И. Голицыной, где проживала Бертен де Жеродан. Евдокия Ивановна была незаурядной женщиной. Она проявляла большой интерес к математике, печатала научные труды, в том числе книгу «Анализ силы» в 1835 г. на французском языке. Княгиня Голицына была очень суеверной, а цыганка нагадала ей смерть ночью. Поэтому она превратила ночь в день и была прозвана «ночная принцесса» («*la princesse nocturne*»). В ее салоне бывали А. С. Пушкин, А. С. Грибоедов, В. А. Жуковский, вероятно, и Ксавье де Местр.

В России у супругов Ламе родилось трое детей: дочь Мария Стефания, два года спустя сын Гавриил Лев (вспомним, что Ламе в России называли Гаврило Францевич) и еще четыре года спустя сын Иосиф Эмилий (может быть, он был назван в честь друга — Бенуа Поля Эмиля Клапейрона). Дом Ламе в Петербурге был гостеприимным и открытым. У них собирались многочисленные французские друзья, служившие в Петербурге. Тесная дружба между ними сохранилась и в дальнейшем. И она-то, как пишет Бертран, касаясь отставки Ламе и Клапейрона, «может быть, была одной из причин их быстрого отъезда из России» [78, с. 243].

4. Вероятно, существовал еще один повод для такого решения друзей. В 1828 г. вернулся из Парижа русский математик М. В. Остроградский; в 1830 г. он был приглашен в Институт путей сообщения для чтения лекций по аналитической механике и астрономии и принес с собой новые научные идеи и мысли. В частности, как будет показано ниже, именно после встреч с Остроградским Ламе занялся вопросами распространения тепла. Может быть, решив посвятить себя научной деятельности, Ламе и Клапейрон считали, что большие возможности для этого им откроются в Париже как в научном центре. Кроме того, надо учесть, что в 30-х годах XIX в. начал постепенно наблюдаться отход от преподавания всех предметов на французском языке, а русского языка Ламе и Клапейрон не знали совсем.

Как бы там ни было, сам Ламе не имел определенного мнения об отъезде из Петербурга во Францию. В письме к отцу он писал: «Вернуться ли мне в Париж, чтобы увеличить толпу просителей и рисковать — буду ли я богатым или нищим. Мне кажется, трудно сделать выбор между двумя одинаково опасными подводными камнями. Если я уеду из России, я потеряю всякую надежду на пенсию в будущем и участь моей семьи станет ненадежной и ужасной. Если я останусь, прощай Франция. . . Если здоровье не доставит мне беспокойства, я смогу попробовать уехать в Париж с женой и тремя детьми. В силу заботы и настойчивости я достигну, без сомнения, через несколько лет возвращения в мою семью некоторого достатка и счастья» [там же, с. 244]. Как видно, Ламе много думал о своей будущей



жизни, советовался с друзьями и докторами. Наконец, решился на отъезд во Францию.

18 сентября 1831 г. Ламе и Клапейрон подали рапорты на имя государя. Вот что пишет Ламе: «Будучи французским подданным, в службу вашего императорского величества вступил профессором в Институт Корпуса путей сообщения 1820 года сентября 7 дня, а 29 июня 1821 определен в Корпус инженеров майором с оставлением при оной же должности, где за отличие по службе производим был чинами — подполковником, 1825, августа 28, полковником, 1829, декабря 6. . . женат, в походах, штрафах и отпусках не бывал; ныне по причине болезни не могу продолжать оную, о чем и прилагаю при сем медицинское свидетельство, а потому всеуниженнейше прошу. Дабы высочайшим вашего императорского величества указом повелено было же мое прошение принять и меня, вышеименованного, за болезнью от службы на законном основании уволить» [147].

Одновременно с рапортом представлено и медицинское свидетельство, тоже от 18 сентября 1831 г. Производим его полностью: полковник Ламе «страдает в продолжение десяти лет геморроидальными припадками, весьма сильными; только посредством воздержания и весьма тщательной осторожности он мог остановить развитие чрезвычайно опасной болезни — чахотки, по сей причине я всегда советовал полковнику Ламе переселиться в теплый климат» [там же, л. 98] (при этом слово «чахотка» вписано другим почерком и позже, так как места для названия болезни было оставлено больше, чем надо). Подпись на этом свидетельстве «доктора медицины, вольнопрактикующего врача в Петербурге» неразборчива. Аналогичный рапорт от того же 18 сентября был подан и Клапейроном. В медицинском свидетельстве того же врача у него стоит болезнь «катарр мочевого пузыря», причем название тоже вписано другим почерком и позже. Это позволяет сделать вывод о том, что непосредственная причина их отъезда, указанная в рапортах, — болезнь — является чисто формальной.

В ответ на рапорты Ламе и Клапейрона 21 октября 1831 г. последовали указы императора Николая Павловича об их увольнении. «Объявитель сего господин полковник Гавриил Францов сын Ламе, как значится

по формулярному списку, от роду имеет 35 лет, французский уроженец и подданный; имения родового и благоприобретенного ни за ним, ни за родителями и женой не состоит; воспитывался в королевско-французской Политехнической школе и получил звание *aspirant-ingenier*; был вызван из Франции для преподавания математических наук в Институте Корпуса инженеров путей сообщения 1 июня 1820 года. . . А сего 1831 года октября в 21 день по высочайшему его императорского величества повелению, вследствие поданного им прошения, по болезни уволен от службы с мундиром. В свидетельство чего и дан сей указ» [там же, л. 131, 131 об.]. Указы об отставке от службы Ламе и Клапейрона были «выданы по принадлежности» 9 ноября 1831 г. [там же, л. 135]. При этом на обратный проезд во Францию каждому было передано по 5 тыс. руб. Всего в России Ламе и Клапейрон прослужили 11 лет и 23 дня.

В связи с рапортом Ламе об увольнении становится понятным, почему орден Станислава 3-й степени, которым он был награжден за успешную поездку в Англию, был вручен не обычным порядком, а через директора института Базена. Приказ о награждении орденом подписан 21 октября, как и приказ об увольнении.

И лишь 2 ноября 1831 г. Базен в рапорте пишет: «. . . препровожденный. . . от 30 октября орден Станислава 3-й степени, пожалованный уволенному от службы Корпуса инженеров полковнику Ламе, мною получен и доставлен удостоенному» [145, л. 45]. Может быть, по этой же причине не был опубликован, хотя бы в отрывках, отчет Ламе о поездке в Англию.

В заключение необходимо сказать, что пребывание Ламе и Клапейрона в России принесло пользу как им, так и Институту Корпуса инженеров путей сообщения. Здесь, в Петербурге, они стали прославленными учеными, что и дало возможность им во Франции быть на гребне науки и техники. В свою очередь качество подготовки специалистов в институте все время улучшалось, немалая роль в этом принадлежала Ламе и Клапейрону.

### Научная и инженерная деятельность Габриэля Ламе в Петербурге

#### § 1. Общее направление работ в институте и инженерная деятельность Ламе

Институт инженеров путей сообщения был первым и единственным транспортным и строительным высшим техническим учебным заведением в России в первой трети XIX в. С момента основания и до 1820 г. включительно институт выпустил 97 инженеров. Почти все они направлялись на работу в Корпус инженеров путей сообщения, который возглавлял транспортное и, в значительной степени, городское строительство.

В начале 1820 г. главный директор путей сообщения А. А. Бетанкур представил рапорт Александру I о необходимости реорганизации ведомства путей сообщения. В нем, в частности, сказано следующее: «Наконец дела по строению различных зданий, рассмотрению смет, новых проектов всякого рода могут быть возложены только на комиссию, из инженеров составленную; надобность в оной была весьма дознана предшественниками моими, так что они сами собой неоднократно учреждали подобные комиссии» [149, л. 4]. На основе рапорта Бетанкура 28 мая 1820 г. была учреждена Комиссия проектов и смет. Это была первая научно-техническая организация ведомства путей сообщения, созданная для подробного рассмотрения проектов и проверки соответствия смет планам и качеству работ.

Во главе комиссии был поставлен генерал-майор Корпуса инженеров путей сообщения Л. Л. Карбоньер, родом из Франции. Он с 1776 г. находился на службе в России, был одним из известных строителей Мариинской водной системы и здания московского манежа, являлся членом Совета путей сообщения. В 1824 г. на посту председателя комиссии его сменил К. И. Потье, а в 1828 г. — М. Г. Дестрем (о них говорилось выше). В состав комиссии входили ученые института и инженеры путей сообщения: профессор А. Д. Готман, преподаватели П. П. Мельников, В. Д. Трофимович, В. А. Хри-

стианович, Е. А. Адам, инженеры А. А. Поленов, И. И. Цвиллинг, а также «майор Гаврило Францевич Ламе» с 1823 г. и «майор Эмиль Клавдиевич Клапейрон» с 1824 г. [149, л. 16]. Это была весьма представительная комиссия, которая не только рассматривала проекты и сметы транспортных сооружений, но и сама производила соответствующие исследования и расчеты, улучшающие качество проектов и уточняющие сметы на производство работ. Перед инженерами были поставлены задачи разработки теоретических оснований и практических способов проектирования и строительства шоссейных дорог, городских и дорожных мостов, гидротехнических сооружений и зданий различного назначения. Все решения Комиссии проектов и смет представлялись на согласование в Совет путей сообщения и утверждались главноуправляющим ведомства путей сообщения.

Большой интерес представляют «Правила, на коих основывается Комиссия рассмотрения проектов и смет во время ее действий». Они содержат три условия: «А) суждение о самом выборе работы; В) суждение собственно о работе; С) обревизование смет». Эти правила оригинальны и представляют интерес для настоящего времени. Поэтому они приводятся полностью.

«Суждение параграфа А должно отвечать на следующее предложение. Проектированная работа в общей сложности есть ли наиприличнейшая к выполнению предполагаемой цели. Мнение комиссии должно быть основано на цели работы и на достаточных сведениях относительно местностей.

Суждение параграфа В должно соответствовать нижеследующим предложениям: 1) выбор материалов есть ли наиприличнейший для сей работы, 2) самый ли он экономический, принимая во внимание его прочность и важность, 3) каждая часть работы имеет ли надлежащую форму и положение и предполагает ли собой требуемую прочность и нет ли излишества или недостатка в уверительной предполагаемой инженером прочности, 4) пояснительная записка заключает ли в себе достаточные сведения, 5) генеральные и детальные планы до той ли степени полны, чтобы не оставить никакого недоумения относительно форм и размеров каждой части работы, 6) планы и профили имеют ли потребные обозначения измерений. . .

Суждение параграфа С должно соответствовать нижеследующим предложениям: 1) верна ли смета относительно к планам, так и к урочному реестру, до сего употребляемому, 2) составлена ли по предписанной форме, 3) цены, выставленные в смете, определены ли предписанными законом правилами, 4) условия контрактов относительно искусственной части достаточно ли изложены» [150].

Эти правила касались проектирования шоссейных дорог, дорожных и городских мостов, искусственных водных каналов, морских и речных портов и пристаней, всевозможных зданий и других инженерных сооружений в России. В те годы в стране проводилось строительство Петербурго-Московского шоссе. Первые нормативные документы по проектированию шоссе были разработаны в 1816 г., а строительные работы начаты в 1817 г. — от Петербурга к Чудову и в 1823 г. — от Москвы к Клину. Во главе строительства шоссе находились инженеры путей сообщения. В 1821 г. было создано отдельное Управление построением мостов на Московском шоссе, ставшее первой мостостроительной организацией в стране. Руководителем ее начиная с 1823 г. был инженер путей сообщения К. Я. Рейхель — один из пионеров отечественного мостостроения.

Изыскания, составление проектов и постройка шоссе проводились по участкам между опорными пунктами старого тракта с учетом спрямления его в отдельных местах. Все проекты шоссе поступали в Комиссию проектов и смет ведомства путей сообщения. Здесь они рассматривались с трех позиций: экономической целесообразности, соответствия намеченных работ предполагаемой цели и правильности составления смет. По существу комиссия была научным центром по разработке проектных документов для возведения земляного полотна на болотах, устройства мостов и труб и верхнего, т. е. твердого, покрытия шоссейной дороги [16].

В 1825 г. Комиссия проектов и смет разработала «Инструкцию для руководства при составлении частных проектов Московского шоссе» и «Правила производства работ». В первом документе, в частности, сказано: «При назначении направления дороги, через две данные точки проходящей, необходимо, приняв во внимание издержки, употребляемые на транспорты тяжестей, удобность и скорость доставки

онных, уравновесить издержки, на построение и содержание дороги нужные» [151]. Во втором документе подробно говорится о порядке и качестве производства строительных работ и, так же как и в первом, уделяется особое внимание прочности сооружений и экономичности постройки. «При составлении проектов для новых работ по водяным и сухопутным сообщениям должно иметь в виду три условия: прочность, сбережение издержек и успешность. Первое есть важнейшее: никогда не должно производить сооружение, которое не представляло бы надлежащей прочности; притом все старания инженера должны стремиться к тому, чтобы соединить прочность с двумя прочими условиями. Главное дело состоит в том, чтобы сооружаемое строение соответствовало своей цели, а не в том, чтобы оно представляло великолепии и роскошь» [152].

Габриэль Ламе, будучи членом Комиссии проектов и смет, активно участвовал в разработке всех нормативных и иных документов в 20-х годах прошлого столетия, определивших прочность и экономичность транспортных инженерно-строительных сооружений того времени. В те же годы он неоднократно являлся членом различных частных комиссий, создаваемых ведомством путей сообщения для решения отдельных вопросов в области строительного искусства, в особенности по возведению всяких мостов.

Первый всячий мост был построен в 1796 г. в Пенсильвании (США) по проекту Джеймса Финли. Затем в Англии было построено множество таких мостов, в том числе крупнейший из них — через р. Меней, со средним пролетом длиной 165 м, возведенный по проекту инженера Т. Тельфорда в 1826 г. Франция также в первой четверти XIX в. пошла по пути строительства всячих мостов. В России, как и в других странах, сначала строили арочные и балочные чугунные мосты. Еще в 1784 г. Ч. Камерон построил в парке Царского Села два «китайских» мостика. В 1806—1818 гг. в Петербурге архитектор В. И. Гесте построил шесть арочных мостов через р. Фонтанку. Однако чугунные мосты работают преимущественно на сжатие и расстояние между опорами у них сравнительно невелико. Применение же всячих мостов позволило перекрывать большие пролеты. Такой мост был построен в 1823 г. по проекту Базена в Екатерингофском парке в Петербурге. Этот

мост был первым по времени на Европейском континенте.

В 1823 г. главноуправляющий путей сообщения герцог Вюртембергский поручил представителю Комиссии проектов и смет Л. Л. Карбоньеру «1) заняться немедленно построением моста на цепях близ Летнего сада через Фонтанку для проезда экипажей, равно и для пешеходов, по проектам, его величеству преднесенным, производство коего вверено полковнику Третеру, который должен состоять под непосредственным началом генерал-майора Карбоньера; 2) принять без отлагательства времени нужные меры, дабы на заводе г. обербергмейстера Берда сделана была машина для узнания силы и прочности железа, которое предположено употребить при постройке мостов на цепях» [153]. В связи с этим комиссия решила провести испытания «различных видов русского железа на тот предмет, чтобы открыть те роды, которые могут быть употреблены с наибольшей выгодой при построении цепных мостов» [154]. Для этой цели Ч. Берд при участии членов комиссии построил на своем заводе первую машину для испытания железа и железных цепей на растяжение и разрыв, получившую название сидерометра. Эта машина состояла из 12-дюймового гидравлического пресса с двойными насосами.

Комиссия проектов и смет в том же году назначила особую комиссию под председательством В. К. Третера в составе профессоров института Г. Ламе, Б. Клапейрона и инженера путей сообщения М. Бугайского для освидетельствования цепопробной машины и для испытания железных цепей, предназначенных к употреблению при постройке цепных мостов в Петербурге. Методика проверки качества и действия сидерометра сводилась к наблюдению за удлинением и разрывом железной цепи длиной 10,5 сажень (22,4 м) и сечением 2 дюйма (5 см) путем постепенного повышения силы тяжести на чугунном круге с 2 до 19 пудов. Оказалось, «что цепь выдержала действие около 3200 пудов, или около 15 тонн, на квадратный дюйм». На этом основании члены комиссии признают, что «во время всего опыта ни одна часть машины не оказалась слабой, и что только два человека без большого напряжения действовали насосами гидравлического пресса, и что оный в состоянии выдерживать силы, вдвое превосходные, полагают, что устроен-

ную г. Бердом машину одобрить можно и принять удовлетворяющей по поставленным условиям» [155].

В своем донесении члены комиссии писали: «Употребляя цепи моста, скованные из четырех полос или прутьев железа, принять можно силу одного в 24 тонны на квадратный дюйм до разрыва и свыше 16 тонн на квадратный дюйм до приметного растягивания. Следовательно, цепям моста нужно дать такие размеры, чтобы они выдержали на квадратный дюйм 16 тонн весу, когда мост отягощен наибольшею тяжестью, и чтобы цепи сил имели свойство не вытягиваться при действии 16 тонн на квадратный дюйм и не разорвались бы при напряжении 24 тонны веса» [156].

Сидерометр, установленный в Институте путей сообщения, положил начало созданию механической лаборатории в России. Не случайно курс прикладной механики в конце 20-х годов уже включал изучение сидерометра. Более того, в отчете института за 1828/29 учебный год было сказано: «В сем направлении требовались от обучающихся чертежи сидерометра и машины Ватта с некоторыми изменениями, дабы можно было судить о понятиях их касательно составления машин и о способности в рисовании оных, чтобы они при способностях проектировать и строить имели навык составлять и собирать машины всякого рода» [157].

В 1824 г. Ламе и Клапейрон разработали проекты всяких мостов через реки Москву и Язу и представили в Комиссию проектов и смет, которая 18 июля рассмотрела их и отметила, «что проекты сии могут быть одобрены и приведены в действо» [159]. Совет путей сообщения 23 сентября 1824 г. утвердил проекты мостов.

16 марта 1825 г. Г. Ламе и Б. Клапейрон подали рапорт главному управляющему путей сообщения, в котором, в частности, писали: «Когда ваше королевское высочество поручили нам прошлого года составление двух проектов сооружения цепных мостов в Москве, то нам не были еще тогда известны некоторые работы сего рода, произведенные потом в Европе, ныне же превосходные сочинения г. Навье и проект постройки цепного моста на Неве — труд, в коем его превосходительство г-н Базен дозволил нам участвовать, доставили нам способность обдумать все части таковых сооружений. Затем осмеливаемся всепокорнейше просить ваше королевское высочество о дозволении нам



получить обратно проект московским мостам для улучшения в оных некоторых распоряжений и вящего соглашения с настоящей степенью искусства» [160]. В том же году они представили новые проекты висячих мостов через реку Москву и Яузу. Однако строительство их не было осуществлено.

Строительство мостов требовало усовершенствования известкового раствора для кладки опор, ведь применение цемента вместо извести началось только в конце 40-х годов XIX столетия. Поэтому большое внимание обращалось на исследование известковых растворов. В частности, в 1812 г. появилась необходимость постройки Нарвского моста через р. Нарву. Проект его разработал сначала Р. де Шарлевиль, а затем К. Бульмеринг. Для строительства подводной части моста требовался известковый раствор, а для того чтобы его получить, нужна была известь. Поэтому в 1821—1822 гг. была проведена серия опытов над нарвской известью. Исследования проводились при участии Ламе и Клапейрона под руководством Р. де Шарлевиля [161], который и опубликовал трактат на французском языке о составлении известковых растворов. Эти испытания послужили основанием для завершения строительства моста.

Кроме того, Ламе и Клапейрон участвовали в обсуждении ряда вопросов строительства крупнейшего гидротехнического сооружения в стране — шлиссельбургских шлюзов. В частности, считается, что они обнаружили волховский известняк, который был способен твердеть и сохранять прочность (или повышать ее) не только на воздухе, но и, в большей степени, в воде. Однако сам Клапейрон был другого мнения. Вот какой разговор приводит М. С. Волков, который вместе с Ламе посетил Клапейрона в Париже в 1846 г. «Клапейрон говорит, что он *один* открыл волховскую гидравлическую известь. Началось тем, что он нашел в Шлиссельбурге кусок волховского известняка. Испытав его свойства, он поехал искать его месторождение. Ездил три недели по Ладожскому озеру, где видел только граниты. Наездившись до усталости, возвратился в Ладогу. Потом поискал еще по руслам различных речек в окрестностях Ладоги и опять не нашел ничего. Тогда только вздумалось ему, наконец, съездить на Волховские пороги. Как только подъехал он к ним, так и увидел отыскиваемый камень. „Какая была радость!“ — го-

ворит он. „Известно ли это у вас?“ — „Мы приписываем открытие Ламе и Клапейрону, потому что эти два имени всегда неразлучны в преданиях Корпуса путей сообщения, подобно именам Кастора и Поллукса, Ореста и Пилада и т. д.“ — „Нет, я *один* открыл“» [14, с. 287].

Этот известняк применялся не только на строительстве шлиссельбургских шлюзов, но и при возведении впоследствии первого постоянного моста через р. Неву по проекту С. В. Кербедза.

Корпус инженеров путей сообщения осуществлял работы и по строительству крупнейших городских сооружений, например, Исаакиевского собора и Александринского театра в Петербурге, зданий и системы водоснабжения в Москве и в других городах нашей страны. Все это предопределило основное направление в научной и инженерной деятельности ученых и питомцев Института инженеров путей сообщения в области строительного искусства. Однако публикаций научных работ было недостаточно. В связи с этим институт еще в 1822 г. возбудил вопрос об издании специального технического журнала по ведомству путей сообщения. Царское правительство четыре года не разрешало издавать журнал. Только в начале 1826 г. газеты опубликовали объявление «об издании ученого журнала по части путей сообщения». В нем была изложена программа журнала, состоящая из девяти разделов: первый раздел программы содержал «исторические сведения по части путей сообщения», третий был посвящен научным работам, «относящимся к строительному искусству», а четвертый предусматривал «проекты новых сообщения сооружений». «Ученый журнал путей сообщения, — сказано в конце объявления, — представит величайшую знаменательность, и в сем еще более убедиться можно, ежели принять в рассуждение, что в разных местах государства производятся ныне работы особенной важности; сооружаются мосты через широкие и глубокие реки; соединяются отдаленные между собой города посредством удобных к проезду дорог; устраиваются новые каналы, кои водворят избытие в целых провинциях» [162, л. 73].

Для издания журнала был создан особый комитет под председательством директора института П. П. Базена и его заместителя Я. А. Севастьянова. Первый номер Журнала путей сообщения вышел из печати

в июле 1826 г. Во введении к первому номеру говорится: «Умственная деятельность человека имеет свои нужды; ее богатство состоит в ее мыслях; мена увеличивает ее ценность и рождает новые богатства». Все научные статьи рассматривались в комитете издания журнала, и выносилось решение о рекомендации к опубликованию достойных из них. После этого список статей просматривался главноуправляющим путей сообщения, и его решение принимало силу закона. Например, 22 марта 1827 г. Базен в рапорте главноуправляющему путей сообщения пишет о том, что комитет издания журнала представляет «меморию о составлении веревочных многоугольников, сочинение подполковников Ламе и Клапейрона, прося на напечатание оных разрешение» [там же, л. 92]. Такое разрешение было получено.

Интересно отметить, что Севастьянов опубликовал в нескольких номерах Журнала путей сообщения статью «О трудах офицеров Корпуса инженеров путей сообщения». Это была первая научная историческая работа в России в области транспортной науки и техники. В ней, в частности, говорится следующее: «Труд сей, принимаемый в более тесном и близком смысле, должен отнести, во-первых, к офицерам того корпуса, который открывает через издание журнала ученое поле, вызывая сам к знакомству, состязанию и к общим трудам на пользу отечества своих сограждан, соотечественников и участников в усовершенствовании физических и математических познаний всей просвещенной Европы» [63, кн. 2, с. 29].

Издание первого в России журнала по ведомству путей сообщения ускорило развитие науки и техники в области строительного искусства. Не случайно В. Г. Белинский подчеркивал важность статей, помещенных в журнале, в которых описываются произведенные «по ведомству путей сообщения работы и изыскания, служащие к улучшению и к открытию новых сообщений» [51, с. 527]. Журнал путей сообщения положил начало сравнительно широкой публикации научных работ по транспортным проблемам и по развитию усовершенствованных путей сообщения в России. Вместе с тем ученые и питомцы института публиковали свои научные работы и в Горном журнале, первый номер которого вышел в июне 1825 г., и в некоторых других журналах того времени.

Таким образом, Ламе, так же как и Клапейрон, на протяжении 11 лет, которые они провели в России, вел большую инженерную работу; они составляли проекты мостов, проводили испытания на прочность различных видов железа. В качестве членов Комиссии проектов и смет они участвовали в строительстве гидротехнических сооружений, мостов, шоссейных дорог, зданий. Свои научные статьи, связанные с этими работами, они печатали в Журнале путей сообщения, который в первые годы выходил параллельно на двух языках — русском и французском.

## § 2. Работы Ламе в области механики и математики

Развитие промышленности в России, строительство дорог, мостов, зданий определили и круг научных интересов Ламе. Именно 11-летний период работы в России был направляющим на всем жизненном пути молодого ученого. Ламе и Клапейрон выполняли многие работы на стыке теоретических наук и запросов практики, и благодаря этому они сами становились творцами новых дисциплин — строительной и прикладной механики. Не зря о них было сказано: «Кроме блестящего преподавания инженеры Ламе и Клапейрон учеными трудами приобрели себе европейскую известность» [26, с. 36]. Речь идет именно о русском периоде жизни ученых. До издания журнала путей сообщения Ламе чаще всего посылал свои работы во французский Горный журнал, а с 1826 г. его статьи публикуются и в русской периодике.

К 20-м годам XIX в. относится оформление строительной механики как науки. Творцом ее можно считать Л. М. Навье. Одной из интереснейших проблем, которую решила эта наука, был расчет свода. Возведение свода всегда было ответственной задачей и требовало высокого искусства строителей. Поэтому задача расчета сводов и арок, особенно в связи с применением новых строительных материалов, с ростом запросов практики, военного строительства, встала особенно остро. Задача расчета свода принадлежит к числу труднейших задач строительной механики. Но эти трудности еще возрастают, если, как пишет С. А. Бернштейн,

«рассматривать свод так, как это делали все исследователи до середины XIX века» [4, с. 83], т. е. принимать свод за совокупность абсолютно твердых клиньев, соединенных в швах весьма слабым раствором. Тогда свод обращается в кинематическую цепь с несколькими степенями свободы, и нужно обеспечить статическую и кинематическую неподвижность при данной нагрузке, т. е. устойчивость свода. Единственные уравнения, которыми может в этом случае пользоваться теория, — уравнения равновесия, или, что то же, уравнения возможных перемещений.

Теории расчета сводов и была посвящена первая научная работа, выполненная совместно Ламе и Клапейроном в России. Уже в 1822 г. они послали мемуар «Об устойчивости сводов» в Парижскую Академию наук. Теоретическое изучение сводов было ими проведено в связи со строительством Исаакиевского собора в Петербурге. Эта статья напечатана во французском Горном журнале (1823), а также в Журнале путей сообщения [Л. 8, Л. 9].

Авторы начинают статью, стараясь убедить читателей, что «можно смело полагаться на выгоды исчисления, во всяком случае когда приняты в рассуждения все обстоятельства вопроса» [Л. 9, с. 16]. Для решения вопроса об устойчивости сводов они предлагают считать, что равновесие сводов может быть сведено к равновесию четырех тяжелых рычагов, соединенных шарнирно и «равных весом частям сводов». Степень устойчивости свода они определяют по избытку удерживающего момента над опрокидывающим.

Затем авторы дают приложение полученной формулы к конкретным видам сводов: 1) «своды полного кружала, коих поверхности, внутренняя и внешняя, — цилиндры», 2) шаровые своды, к ним относится, в частности, купол Исаакиевского собора, 3) цилиндрические круговые своды. Ламе и Клапейрон приводят здесь теорему, с помощью которой можно графически определить положение швов перелома, говорят о необходимости возможно равномерного распределения давлений по всей плоскости каждого шва.

Эта работа молодых ученых была представлена на отзыв академикам Г. К. Ф. Прони (1755—1839) и Ш. Дюпену (1784—1873), которые считали, что труд Ламе и Клапейрона «достоин похвалы», так как они дали

геометрическое построение точек излома, решили ряд практических задач, и при этом «ход анализа касательно двух родов сводов веден ловко и приятно» [27, с. 39]. Прони и Дюпен добавляют: «Мы почитаем сих офицеров весьма способными к физико-математическим исследованиям. Мнение Академии. . . послужит гг. Ламе и Клапейрону великим поощрением к продолжению их изысканий при разрешении занимательных вопросов искусства построения, открывающих ученым и трудолюбивым инженерам обширное поприще соревнования» [там же, с. 40]. К отзыву имеется примечание: «Королевская Парижская Академия наук совершенно одобрила мнение гг. Прони и Дюпена».

Этой работой впоследствии пользовался инженер путей сообщения С. В. Кербецз. Он читал лекции по практической механике в Главном инженерном училище в 40-х годах XIX в. и таким же образом излагал вывод формул устойчивости цилиндрических сводов. Н. Д. Брашман в свой курс теоретической механики включил теорему Ламе и Клапейрона об определении швов перелома.

Ж. В. Понселе в 1852 г. напечатал исследование, в котором он рассмотрел и свел воедино различные теории устойчивости сводов, возникшие во Франции [113]. Спустя несколько лет этот обзор был переведен на русский язык и опубликован в Инженерных записках с добавлением сведений о немецких и русских инженерах [32, с. 179—218]. Понселе считает, что Ламе и Клапейрон сделали «весьма остроумные теоретические исследования об устройстве сводов. Вычисления их основаны на предположении, что обрушение свода может произойти только вращением его частей и что свод при этом разделяется на четыре части, плоскости излома коих не нормальны к поверхности свода, а вертикальны и параллельны оси его. Хотя это последнее предположение не согласно с опытностью и не приводит к особому упрощению вычислений. . . однако при определении толстоты упоров доставляет выгодные для устойчивости его результаты» [там же, с. 186].

Об этой же работе Ламе и Клапейрона пишет и советский историк строительной механики С. А. Бернштейн. Он считает, что в статье есть несколько интересных моментов. «Во-первых, они отступили от традицион-

ного деления свода на клинья путем проведения швов, нормальных к внутреннему очертанию, и приняли все швы вертикальными, надеясь таким путем упростить формулы. . . Во-вторых, они вывели для круговой арки теорему, позволяющую найти положение шва разрушения графическим путем. . . В-третьих. . . они указали на величайшую важность установления закона распределения напряжений в действительных швах, хотя и не предложили для этого никакой теории. Это была первая, еще робкая попытка. . . от расчета арки по предельному состоянию перейти к расчету по рабочему состоянию. По-настоящему эту задачу поставил Навье» [4, с. 118]. Кроме того, Бернштейн отмечает, что впервые в работе Ламе и Клапейрона 1823 г. появляется «сознание неизбежности учета упругих свойств материала свода в сочетании с преувеличенным представлением о трудности такого учета» [4, с. 147].

В последующие годы в строительной механике акцент делается на развитии теории балочных ферм, что связано с усилением железнодорожного строительства, поскольку висячие и арочные мосты не применялись на железных дорогах. Поэтому возник новый тип — балочные мосты, сначала деревянные, потом железные. Позже, применяя тот же принцип возможных перемещений, Ламе занимался расчетами балочных ферм и получил формулу для вычисления перемещения фермы под грузом [Л. 63].

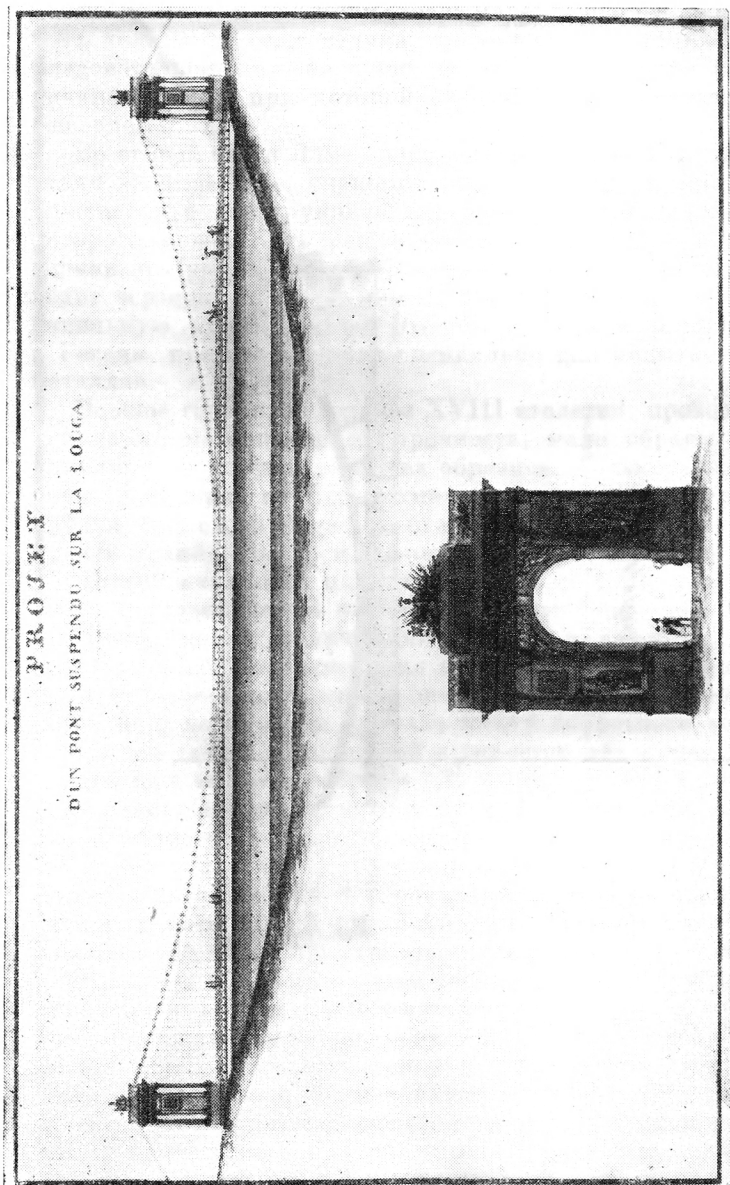
Следующие работы Ламе в области строительной механики появились благодаря увлечению строительством цепных, или висячих, как тогда говорили, мостов. Надо учесть, что ранее преимущественно строились каменные мосты с полуциркульными сводами и толстыми быками, которые загромождали русло, а в связи с необходимостью перекрытия больших пространств появилась идея создания цепных мостов. Первый висячий мост в Петербурге (и в России), как уже указывалось, был построен по проекту Базена в Екатерингофском парке, у домика Петра Первого, в 1823 г. В 1824—1826 гг. был сооружен висячий Пантелеймоновский мост через Фонтанку около Летнего сада по проекту В. К. Третера и В. А. Христиановича. Последний окончил Институт путей сообщения в 1823 г. и слушал лекции Ламе и Клапейрона.

Ученые института были хорошо знакомы с трудами Навье в этой области. Он еще в 1821 г. совершил поездку в Англию для изучения всяческих мостов и в 1823 г. издал работу, в которой представил аналитическое решение задач определения напряжений и деформаций в всяческих мостах при равномерной и сосредоточенной нагрузке. В 1823 г. Ламе и Клапейрону было поручено составить проекты мостов через Москву-реку, Яузу, а также Лугу в Ямбурге. Эти проекты сохранились в библиотеке института в виде альбомов [Л. 12, Л. 13]. Они содержат проекты цепного моста через Москву-реку, арочного чугунного моста через Яузу и всячего моста через Лугу в Ямбурге. В связи с разработкой этих проектов ученые опубликовали несколько статей в Журнале путей сообщения и во французском Горном журнале.

Так, в октябре 1824 г. Ламе написал письмо своему другу и учителю Байе. Выдержки из этого письма были опубликованы в 1825 г. [Л. 14]. Ламе пишет, что, хотя он исполняет функции инженера мостов и дорог, но и горных инженеров должны заинтересовать цепные мосты, например, когда надо наладить связь между двумя сторонами долины. Эта же статья Ламе с небольшими изменениями была напечатана в Журнале путей сообщения [Л. 18]. Она состоит из двух частей. В первой — теоретической части автор ссылается на упомянутую работу Навье и заключает, что его сочинение содержит полную теорию всяческих мостов, «но в практике сия строгость не нужна», поэтому Ламе излагает более простой метод, который все же «заключает степень строгости, более нежели достаточную, и прилагается скоро и легко».

Ламе представляет всячий мост в виде многоугольника, который поддерживает полотно моста при помощи одного ряда вертикальных прутьев. Толщина цепей и прутьев зависит от натяжения, которому они подвергаются. Ламе определяет величину «вытягивания», используя аналитические условия равновесия узлов цепи. Эта задача относится к проблемам статики. Очень интересно замечание Ламе относительно экономичности постройки моста и об учете ее при расчете моста. «Построение цепного моста, — пишет он, — представляет вопрос наименьших величин. . . требуется определить по данному отверстию моста стрелу





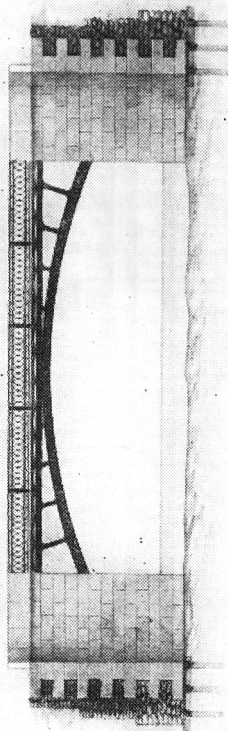
PROJET

D'UN PONT SUSPENDU SUR LA LOUGA

*Проект моста через Лугу.*

*ПРОЕКТ*

Създаване на проект за мост през Яузу.



*Проект моста через Яузу.*

цепей так, чтобы весь расход для моста был как можно менее» [там же, с. 72]. Если стрела мала, то цепи должны быть толстыми, если велика, то тоньше, но длиннее. Следовательно, должна существовать оптимальная величина стрелы, при которой строительство обойдется дешевле.

Во второй части Ламе описывает машину для «испытания железа», т. е. знакомит русских и французских инженеров с конструкцией сидерометра, при помощи которого может быть решен очень важный, как подчеркивает Ламе, вопрос сопротивления железа. Он приводит чертежи станка и пишет, что станок имеет оригинальную конструкцию. Это была первая машина в России, предназначенная специально для испытания металлов.

Вообще говоря, инженеры XVIII столетия, проводя испытания материалов на прочность, мало обращали внимания на упругие свойства образцов. Только инженеры, вышедшие из Политехнической школы, «начали проявлять в своей экспериментальной работе не только практический, но... и некоторый научный интерес к упругим свойствам материалов» [69, с. 100]. Так и Ламе, поставив целью изучение механических свойств русского железа, получил интересные и важные результаты. Сначала «измерения всех частей сей машины были исчислены так, чтобы она могла произвести вытягивание, которое бы сломало плиту добротного железа в два дюйма с половиной в диаметре или в четыре квадратных дюйма в разрезе» [Л. 18, с. 74]. Затем производилось несколько серий опытов для выявления наиболее прочного вида железа. Результаты испытания были опубликованы в т. 10 французского Горного журнала и приведены также в сочинении Навье по сопротивлению материалов [110, 2-е изд., с. 27], они использовались в России и при строительстве ряда сооружений.

В 1826 г. в Журнале путей сообщения была опубликована работа французского инженера О. Ганри «Об употреблении железа при сооружении висячих мостов» [19], обобщающая результаты опытов. В качестве члена Комиссии проектов и смет Ганри присутствовал при проведении опытов над железом для сооружения трех новых цепных мостов. При этом исследовались «свойства и особенные признаки сего металла при предположении, что оный должен сопротивляться сильным вы-

тягиванием» [там же, с. 22]. Поскольку Ламе также был членом этой комиссии и Ганри неоднократно ссылался на работу Ламе «О висячих мостах», можно считать Ламе причастным к написанию данной статьи.

Мемуар Ганри, как пишет Тодхантер, «достойн упоминания как подчеркивающий необходимость не только гомогенности бруска железа, но также изменения в упругости, когда мы переходим от поверхности внутрь. . . Таким образом, желание изотропии бруска железа и проволок было замечено уже в 1826 г., хотя об этом обычно забывают сегодня» [121, с. 545]. Дело в том, что железо в то время считалось анизотропным неоднородным материалом, что, видимо, объяснялось несовершенством технологии его изготовления и погрешностями исследований.

Но поскольку разброс результатов опытов с сидерометром оказался меньшим, чем аналогичные зарубежные данные, то Ганри пришел к выводу: «Невзирая на замечание некоторых наблюдателей, что вообще железо по свойству своему неоднородно, не находим себя вправе сильно поддерживать, что недостаток сей существует» [19, с. 100]. Кроме того, он отмечал, что при силе, равной  $\frac{2}{3}$  переламывающей нагрузки, образец железа приметно удлиняется. Это указание является «едва ли не первым наблюдением текучести железа при растяжении, а установленная численная характеристика — первым опытным определением величины предела текучести» [121, с. 545].

Названными статьями не ограничивается интерес Ламе к сопротивлению материалов. В 1828 г. он опубликовал «Выводы из опытов, произведенных над российскими железными проволоками» [Л. 23]. Прибор, при помощи которого он определял силу сопротивления проволоки на разрыв, «состоял из крюка, прикрепленного к трем положенным косвенно брускам, сопряженным их нижними оконечностями с треугольной горизонтальной рамой. Укрепляли вертикально в сем крюке проволоку, назначенную для испытания, а к другому концу оной привешивали поддон, на который налагали тяжести, постепенно их прибавляя до последования излома проволоки» [там же, с. 61].

Ламе исследовал образцы проволок русских и английских фабрик, определяя диаметр их по весу известной длины каждой проволоки, а также «связки» желез-

ной проволоки. При этом он показал, что сопротивление разрыву связки в два раза больше, чем полосного железа. «Из сего следует, что при одинаковых обстоятельствах проволочные связки, служащие для устройства висячего моста, будут весить вдвое менее звеньев цепного моста» [там же, с. 66]. Кроме того, Ламе отмечал, что русская проволока, видимо, вследствие своей однородности, прочнее иностранной. Это были первые работы, в которых у Ламе проявился интерес к некоторым задачам теории упругости.

Вернемся к проектам Ламе. В августе 1825 г. он написал письмо Байе в Париж, выдержки из которого были опубликованы [Л. 15]. В письме речь идет о висячем мосте через Неву, проект моста был сделан Базеном, Ламе и Клапейроном. «Ранее мы указали путь, при помощи которого находили размеры разных частей висячих мостов, — пишет Ламе. — Здесь же мы дадим описание проекта цепного моста через Неву отверстием 1022 английских фута».

Устройство этого проекта еще не решено. Сначала он обсуждает вопрос о месте расположения моста. Нева распадается на много рукавов и образует много островов. Главный рукав реки, который называется Большая Нева, разделяет два самых прекрасных квартала, большое количество людей и важные части города. Действительно, на левом берегу находятся адмиралтейство, царский дворец, сенат, министерства, большая часть военной и гражданской администрации, а на правом берегу — Васильевский остров, где расположены Академия наук, Биржа, таможня, порты и склады. Эти две части города соединены с помощью наплавного моста, который разбирается весной и осенью. Тогда жители Васильевского острова остаются изолированными, не могут связаться с другими частями города, так как путь по баржам становится опасным из-за подвижных кусков льда, которые покрывают Неву.

Генерал Бетанкур сконструировал в 1821 г. деревянный мост на наплавных быках, устройство которого позволяло после окончания ледохода быстро и недорого вновь устанавливать его при помощи кабанов. Желательно, конечно, установить постоянный мост, но многочисленные трудности делают это почти невозможным: большая ширина реки, затопление набережных при наводнениях, достаточная скорость течения

для создания ледовых заторов. Окружающие постройки и порт диктуют создание двух быков для размещения подъемного моста. Ламе опирается на предыдущий опыт — работу Навье о висячих мостах, опыт изучения воды и устройство висячих мостов гражданскими инженерами.

Затем следует описание моста: вид спереди, вид сбоку, устройство ферм, выбор цепей (цепи должны быть распределены в четыре связки). Далее автор указывает, что проход купеческих и государственных кораблей должен происходить по полукруглому каналу, проложенному на Васильевском острове. Этот проект был нереальным. Слишком дорого рыть канал на Васильевском острове и сооружать временные мосты, чтобы устроить постоянный мост через широкую Неву. Эта работа даже не была опубликована в Журнале путей сообщения. Впоследствии вопрос постройки постоянного моста был успешно разрешен инженером путей сообщения С. В. Кербедзом (1850).

Появление цепных мостов вызвало интерес к вопросам строительной механики, в частности к теории веревочного многоугольника. Верево́чный многоугольник — это графическое построение для отыскания линии действия равнодействующей нескольких сил, лежащих в одной плоскости. Некоторые приложения веревочного многоугольника к задачам статики встречаются еще в XVIII в. Среди отечественных ученых его впервые применил в неявном виде знаменитый механик И. П. Кулибин для нахождения оптимального очертания оси арки при работе над арочным мостом через Неву. Кроме того, долгое время веревочный многоугольник рассматривался лишь как дополнительный аппарат для получения уравнения цепной линии. Эта задача была сформулирована Якобом Бернулли еще в 1690 г. Позднее профессор Института путей сообщения М. Г. Дестрем в своем курсе механики 1820 г. употребляет веревочный многоугольник для той же цели.

Вообще метод построения веревочного многоугольника используют и теоретическая и прикладная, в частности строительная, механика. И большую роль в развитии последней сыграли ученые Института инженеров путей сообщения. В начале XIX в. строительная механика входила в курс механики, при этом изучались

лишь общие условия равновесия сооружений, рассматриваемых как твердые тела. Вместо составления детальных проектов, например, мостов изготовлялись их модели, и расчет прочности заменялся их испытанием. В 20-х годах XIX в. строительная механика выделяется в самостоятельную науку и включается как раздел в курс построений.

Теории веревочного многоугольника, или веревчатого, как его тогда называли, посвящена следующая статья Ламе и Клапейрона [Л. 19], напечатанная в двух номерах Журнала путей сообщения. Эта работа является как бы продолжением статьи Ламе о висячих мостах, в которой он уже изложил простой способ построения многоугольника, составленного цепями висячего моста, при предположении, что «бока» многоугольника имеют равные горизонтальные проекции и что силы, приложенные к вершинам его, между собой равны и параллельны.

Здесь же авторы рассматривают более общий случай: данные горизонтальные проекции поверхности боков многоугольника не равны, и силы, приложенные к вершинам, параллельны, но не равны. Этому посвящена первая часть работы. Во второй части рассмотрен случай непараллельных сил. В результате они устанавливают связь между силовым и веревочным многоугольниками, а кроме того, дают оригинальный вывод уравнения цепной линии на основе перехода к веревочному многоугольнику с бесконечным числом сторон.

Сами авторы пишут, что теория веревочного многоугольника позволяет определить «скоро и легко все элементы, необходимые к составлению проекта висячего моста. . . к определению вида многоугольной арки и давления, которое выдерживают различные части» [Л. 19, 1826, с. 48]. Позже, уже в 40-е годы, Ламе писал об этой работе: «Мосты, сооружаемые в России через большие и малые реки, почти всегда делаются деревянными. . . Необходимость строить в суровом климате огромные залы, эти настоящие крытые и огороженные марсовы поля, предназначенные для обучения больших масс солдат владению оружием, придает большое значение кровлям русских зданий. Именно с целью упростить расчет этих двух типов строительных сооружений мы и исследовали вопрос о построении веревочных мно-

гоугольников» [18, с. 345]. Реферат работы Ламе и Клапейрона был помещен в 11-м томе Бюллетеня Ферюссака, издаваемого в Париже [80, 1829, с. 326, 327].

Эту работу Ламе и Клапейрона исследует в обстоятельной статье «Юбилей веревочного многоугольника» профессор Института инженеров железнодорожного транспорта А. М. Годыцкий-Цвирко. Рассматривая историю вопроса, автор отмечает, что с теоретической стороны Ламе и Клапейрон не внесли в вопрос много нового. Они дали удобный графический прием отыскания суммы моментов системы сил, решили задачу о проведении веревочного многоугольника через три данные точки. Но главная их заслуга в том, что они помогли установлению связи теоретических и практических наук. И теоретическая, и строительная механика рассматривает теорию веревочного многоугольника и пользуется ее построениями. После опубликования этой статьи теория веревочного многоугольника широко распространяется, во Франции ее популяризирует, например, Ж. В. Понселе [21]. Все эти работы показывают несомненный вклад Ламе в становление новой науки — строительной механики, которая в дальнейшем быстро развивалась и смогла оперативно решать задачи практики.

В 1823 г. была напечатана совсем небольшая заметка Ламе о водородных лампах [Л. 10]. Она была извлечена из письма, посланного ученым из Петербурга в Париж, причем подписана «горный инженер Ламе». В заметке речь идет об усовершенствовании лампы, сделанной Бетанкурором.

В эти же годы в России начинает формироваться новая наука — прикладная механика, отражая необходимость в изучении машин, усложнившихся в процессе промышленного переворота. Развитие ее осуществлялось в первую очередь в высших учебных заведениях. В 1823 г. профессор Д. С. Чижев впервые на русском языке издал книгу по вопросам механики машин. В предисловии он пишет, что записки напечатаны с той целью, «чтобы иметь хоть какое-нибудь учебное по сей части пособие на отечественном языке, притом, быть может, что они подадут повод к большему распространению сей столь полезной части» [72, с. IV]. В книге автор говорит о различных двигателях, о возможных движениях в машине, о гидравлических,



паровых машинах, о маховых колесах, регуляторах, но теорию он не рассматривает. То, что Чижов не исследовал вопросы преобразования движения и что Клапейрон уже занимался подобными вопросами, подтолкнуло Ламе и Клапейрона к написанию большой статьи о зубчатых зацеплениях, опубликованной в 1824 г. [Л. 11].

Зубчатые механизмы служат для передачи и преобразования вращательного движения. В зависимости от того, параллельны оси вращения или нет, применяется цилиндрическое или коническое зацепление. В своей работе Ламе и Клапейрон рассматривают подробно эти два вида зубчатых передач и, кроме того, дают ряд рекомендаций по профилированию зубцов, чтобы обеспечить наименьшую «потерю силы».

Еще одна работа Ламе и Клапейрона, которую можно отнести к прикладной механике, была связана со строительством Исаакиевского собора и посвящена кабестану — механизму, сконструированному Бетанкуром для подъема гранитных колонн на портиках собора [Л. 21]. Авторы указывают, что эта заметка была составлена по описанию и чертежам, найденным в бумагах Бетанкура после его смерти. Они предлагают описание кабестана, который отличается непрерывным движением, минимальным трением и фиксированным положением троса от обычно применяемых механизмов. Подобный кабестан с успехом применялся для подъема судов против течения реки с помощью веревки, прикрепленной к фиксированной точке (т. е. вперед заносился якорь, а затем судно подтягивалось к нему). Такой вид навигации применялся на Волге. Базен даже сделал соответствующие расчеты для подвижных и неподвижных паровых машин и показал, что при малой мощности машин кабестанный тип судна выгоднее. В заключение статьи Ламе и Клапейрон подчеркивают, что подобные кабестаны с успехом могут применяться в горнорудном деле.

Одновременно Ламе занимался и чистой математикой. Обучение в Институте путей сообщения было поставлено на базе высшей математики, причем программа по дифференциальному и интегральному исчислению с самого основания института была довольно обширной. Так, согласно экзаменационным вопросам 1812 г., учащиеся должны были знать дифференцирование

функций, разложение в ряд логарифмических и тригонометрических функций, наибольшие и наименьшие значения функции одной переменной, приложения дифференциального исчисления к теории кривых линий, интегрирование функций, вычисление интегралов при помощи разложения в ряд, нахождение площади, длины дуги.

В то время для обучения воспитанников пользовались курсом математики французского ученого С. Ф. Лакруа, но необходимо было создание своих учебников. И уже в 1817 г. специально для воспитанников института был издан учебник дифференциального исчисления П. Базена [76]. В основе его лежит книга Лакруа, но объем сокращен так, что его можно использовать именно как учебное пособие; изложение несколько изменено, приведен ряд оригинальных доказательств, интересны примеры исследования кривых по заданным уравнениям. В 1819 г. этот курс был переведен на русский язык, причем на титульном листе не сказано, что учебник предназначен для воспитанников Института инженеров путей сообщения, видимо, он уже предлагался для более широкого круга учебных заведений.

Учебник интегрального исчисления был издан в 1825 г. В составлении его принимал участие и Габриэль Ламе [Л. 16]. Вот как об этом пишет Я. А. Севастьянов — инженер путей сообщения, которого по праву можно назвать первым историком русской технической науки. После выхода в свет курса дифференциального исчисления Базена стало ясно, что необходимо издание и второго учебного пособия — по интегральному исчислению. «Многочисленные занятия полковника Базена по Корпусу инженеров путей сообщения и по иным поручениям отвлекли его от занятий классической частью, и собранные им материалы для интегрального исчисления ожидали опытного и свободного ума для приведения их в гармоническое целое. По поручению г. Базена майор Ламе, профессор института, дополнил собранное сочинителем дифференциального исчисления и согласил различные части так, что в 1825 году издано в свет сочинение *Traité élémentaire de calcul integral*, для употребления воспитанниками Института путей сообщения составленное генерал-майором Базеном и майором Ламе» [63, с. 13].

О помощи Ламе в составлении учебника пишет и сам Базен в предисловии: «Тогда майор Ламе, который сумел уже создать себе имя в науке, изъявил желание заняться этой трудоемкой работой. И он выполнил ее с таким старанием и с таким успехом, которые превзошли мои ожидания, и справедливость обязывает меня публично выразить ему мою глубокую признательность». Спустя два года вышел перевод этого курса на русский язык. Интересно, что в нем отсутствует предисловие, в котором Базен говорит о вкладе Ламе в создание учебника. В книге кроме метода интегрирования рассматриваются приложения интегрального исчисления, дифференциальные уравнения первого, второго и третьего порядков, дифференциальные уравнения в частных производных, понятие о вариационном исчислении и начала исчисления конечных разностей.

Оба курса полностью заменили труд Лакруа и явились первыми учебниками по высшей математике, изданными в России для высших технических учебных заведений, а ведь преподавание высшей математики явилось исходной предпосылкой для проектирования и строительства дорог, мостов, каналов, портов, а с начала 1830 г. — и крупных городских гражданских сооружений.

Из математических работ Ламе в это время несколько особняком стоят следующие две статьи. Первая была написана осенью 1826 г. [Л. 20], вторая в 1827 г. [Л. 22], и толчком послужило строительство шоссейной дороги Петербург—Москва. Ламе говорит о том, что «начертание проектов искусственных сооружений представляет множество геометрических задач, которые выгоднее решать строением, посредством линейки и циркуля, чем алгебраически» [Л. 20, с. 39]. Первую задачу: «Между двумя пересекающимися прямыми. . . провести прямую данной длины  $l$  таким образом, чтобы продолжение сей прямой проходило через точку, которой положение известно относительно к двум данным прямым», — Ламе решает и аналитически и геометрически (построением), показывая, что второй способ проще. Далее Ламе решает задачи по разделению дуги на три равные части, вписыванию в круг правильного 14-угольника, нахождению стороны куба, вдвое больше данного, и, наконец, по про-

ведению нормали к эллипсу через точку, находящуюся вне осей. Ламе считает, что эти исследования будут полезны для инженеров, а сам он хочет их приложить к решению вопроса о проведении вспомогательных дорог для доставки материалов к строящемуся шоссе [там же, с. 40].

Постановка последней задачи достаточно интересна. Трудно сказать, кому принадлежит ее идея, во всяком случае в 1827 г., почти сразу же, одна за другой, появляются статьи Базена и Ламе, в которых они пытаются решить вопросы, в настоящее время предлагаемые в курсе линейного программирования, в частности так называемую «транспортную задачу». Вопросом «Об определении средних расстояний для транспорта материалов» [3] Базен занялся тоже в связи с постройкой шоссеиной дороги Петербург—Москва, а именно: для строительства дороги должны поставляться материалы, известно число и положение каменоломен, и нужно вычислить цену каждой привезенной кубической сажени материалов, которая зависит от среднего расстояния перевозок. Математически задача ставится так: «По данной какой ни есть толще  $m$  материалов, которая должна быть разложена равными грудями на известном расстоянии  $AB$ , определить линию  $mF$ , для которой среднее расстояние сравнительно со всеми прямыми, проходящими через точку  $m$ , было бы наименьшее» [там же, с. 38]. Эта задача решается геометрическим способом.

В этом же году напечатана работа Ламе и Клапейрона «О приложении статики к решению задач, входящих в теорию наименьших расстояний» [Л. 22]. Сначала авторы поясняют, в чем состоит суть задач теории наименьших расстояний, а именно: «в определении положений известного числа точек так, чтобы сумма произведений из соединяющих их линий и соответственно из известных предстоящих была наименьшая» [там же, с. 28]. Эти задачи очень многочисленны: выбор политических и торговых сообщений, снабжение продовольствием армии, строительство рудников, заводов, дорог — и их нельзя, указывают авторы, решить с помощью одного лишь математического анализа. Это действительно так, решение подобных задач стало возможным лишь сейчас, с привлечением методов линейного и динамического программирования.

Но Ламе и Клапейрон предлагают для решения свой, очень оригинальный метод. Они показывают, что существует много общего между задачами статики и задачами, относящимися к теории наименьших расстояний, и решают последние, применяя принцип виртуальных скоростей, представленный так, чтобы «алгебраическая сумма приращений расстояния, умноженных соответственно на данные предстоящие, была постоянно равна нулю».

Вот пример одной из решенных ими задач: надо найти местоположение завода по переработке руды, извлеченной из разных рудников, кроме того, к заводу должны доставляться другие грузы, а его продукция — вывозиться на продажу. Выбор места строительства завода определяется ценами перевозки. Для того чтобы его определить, на деревянную доску наносится топографическая карта местности. К тем точкам на карте, которым соответствуют рудники и места продажи, привешивают блоки. К одному концу нити, перекинутой через каждый блок, привешивают гиришку, пропорциональную реальному перевозимому грузу, другие концы нитей прикрепляют к маленькому подвижному кольцу. Точка, около которой остановится кольцо, и определит местоположение завода. Подобным методом они решают еще много аналогичных задач. В заключение авторы констатируют, что приведенный прием, конечно, неточен, но ничего лучшего пока нет. В статье интересен сам факт попытки решения подобных задач. Реферат статьи был помещен в Бюллетене Ферюссака [80, 1829, с. 327, 328].

Эта работу впоследствии включил в курс «Основания графической статики» известный русский механик В. Л. Кирпичев (1845—1913). Ламе, как он писал, показал, что «решение многих практических вопросов инженерного дела, относящихся к разысканию условий наиболее выгоднейшей перевозки грузов, может быть заменено решением вопросов о равновесии сил...» [38, с. 30].

Во второй половине 20-х годов Ламе начал заниматься математической теорией упругости. Его интерес был предопределен и закономерен. Ведь в теории упругости сочетаются и учение о сопротивлении материалов, и учение о прочности — как раз те задачи, которыми занимались молодые французские ученые

в России. В XVIII в. эти два направления развивались независимо друг от друга. «С одной стороны, исследованию подвергаются упругие деформации стержней, с другой стороны, затрачиваются усилия на отыскание предельных состояний сооружений (излом балки, разрушение свода). Первые изыскания не связываются с прочностью, а вторые остаются чуждыми понятию упругости. Этот взаимный разрыв двух ветвей одной науки и был одной из важных причин, обесплодивших строительную механику XVIII века как прикладную науку» [4, с. 26]. Интересное замечание С. А. Бернштейна, видного советского ученого, иллюстрируется и примером Габриэля Ламе. Он подходил к теории упругости с двух сторон: занимался вопросами устойчивости свода, а несколько позже стал интересоваться упругими деформациями тел. Однако уже из работы об устойчивости сводов ясно, что Ламе и Клапейрон понимают неизбежность учета упругих свойств материалов, из которых изготовлен свод.

Основоположником общей теории упругости следует считать Л. М. Навье. В 1821 г. он представил в Парижскую Академию наук свой знаменитый мемуар «О законах равновесия и движения твердого эластичного тела», в котором и были сформулированы основные уравнения математической теории упругости. Частично работа была опубликована в 1823 г., а полностью — в Мемуарах Академии наук в 1827 г.

В то время при рассмотрении уравнений теории упругости существовала следующая трудность, связанная с известным спором между ньютонианцами и картезианцами. Математический аппарат был разработан для непрерывного геометрического пространства, а твердое тело воспринималось как дискретная среда, т. е. собрание мельчайших отдельных частиц, связанных между собой центральными силами. Впоследствии понятие частиц свелось к понятию материальных точек, а исследователи вышли из этой трудности, считая, что даже в очень малом объеме содержится большее число молекул и к ним можно применить так называемый «статистический метод». «Это позволило перекинуть мост между непрерывным пространством математического аппарата и твердым телом как дискретной средой» [71, с. 10].

Так вот, в своем первом мемуаре Навье исходил из концепции Ньютона о строении вещества и считал, что упругие реакции — это изменение внутримолекулярных сил, которые являются следствием изменения положения молекул. Материал он предполагал изотропным, и уравнения равновесия и колебательного движения содержали у него одну постоянную той же природы, что и модуль Юнга. «Этот мемуар очень важен как первое общее исследование по данному вопросу; однако применяемый в нем ход рассуждений не встретил общего признания. Были выдвинуты возражения против принятого Навье выражения для силы взаимодействий двух молекул и против его метода упрощения выражений для сил, действующих на отдельную молекулу. Эти выражения приводят к трехкратному суммированию, которое Навье заменяет интеграцией; законность этого приема оспаривалась» [45, с. 21]. В частности, против такой замены возражал Пуассон.

Одновременно с Навье теми же вопросами занимался О. Коши. В 1822 г. он представил в Парижскую Академию наук работу по теории упругости. Краткое ее содержание было напечатано в 1823 г., полностью она была опубликована в виде нескольких статей в 1827 и 1828 гг. Коши ввел основные понятия теории упругости, в частности о напряжении в данной точке; расширил понятие деформации, вывел соотношения между напряжениями и деформациями. Гипотезу материальных точек, связанных силами притяжения и отталкивания, Коши не принимал, в этом состоит отличие его работы от мемуара Навье. Уравнения Навье содержали одну постоянную, выражающую упругие свойства тела, а уравнения Коши — две.

За Навье и Коши следовал С. Д. Пуассон, который в апреле 1828 г. прочитал в Парижской Академии наук мемуар о равновесии и движении твердых тел, опубликованный в 1829 г., а в 1831 г. вышла его работа об общих уравнениях равновесия и движения упругих тел и жидкостей. Пуассон основывается на молекулярном строении вещества, он получает уравнения равновесия и движения, подобные уравнениям Навье. Применяя свою теорию к случаю неограниченной упругой изотропной среды, он показал, что «возмущение в малой области тела влечет за собой возникновение волн

двух типов» [69, с. 137]. Ламе был знаком с этими исследованиями Пуассона.

Оценивая вклад основоположников математической теории упругости, французский историк науки Р. Татон пишет: «Понятие ансамбля механики непрерывных сред появляется в работах XIX века. . . Именно Коши в работах 20-х годов разработал язык, общий механике жидкостей и упругости. . . В то время, когда создавался необходимый математический аппарат, Навье попытался дать общее решение в перспективе, к которой мы возвращаемся, исходя из молекулярного строения материи, т. е. молекулы трактовались как свободные, исключая подчиненные их взаимному притяжению. Общие уравнения равновесия упругости, данные Навье, были тем не менее вдвойне неудобны. С одной стороны, они не показывали функции переменных Лагранжевых характеристик деформации, и, с другой стороны, они не имели смысла, который есть в анализе сил молекулярной гипотезы» [119, с. 100]. И именно Ламе впоследствии, пишет далее Татон, «дал после работ Коши рациональную обработку, которая составила новое завоевание аналитической механики».

После краткого экскурса в историю становления этой науки вернемся к Ламе. Пожалуй, самой значительной его работой, выполненной в России, является мемуар «О внутреннем равновесии однородных твердых тел». Работа написана совместно с Клапейроном, но так как впоследствии Ламе использовал ее в знаменитых «Лекциях по математической теории упругости твердых тел», а также в труде по криволинейным координатам, можно считать, что он является основным автором мемуара. Эта работа была представлена в Парижскую Академию наук и передана на отзыв Л. Пуансо и Л. М. Навье. Сообщение о ней слушалось в Академии наук 28 сентября 1828 г. Сама работа была напечатана несколько позднее: в 1831 г. в Журнале чистой и прикладной математики и в 1833 г. в Мемуарах Академии наук [Л. 28]. Отзыв Пуансо и Навье был опубликован в Журнале Крелле<sup>1</sup> в 1831 г. и напечатан перед

---

<sup>1</sup> Журнал был основан в 1826 г. немецким математиком и инженером Августом Леопольдом Крелле (1780—1855), в последствии членом Берлинской Академии наук, под названием Журнал чистой и прикладной математики, до 1855 г. чаще назывался Журналом Крелле.



статьей Ламе [см. там же, с. 145—149], но еще ранее, в 1829 г., появился в Журнале путей сообщения [28, с. 76—87].

Сначала остановимся на самой работе Ламе и Клапейрона. Она состоит из введения и четырех частей. Во введении авторы говорят о цели своей работы: нахождение условий равновесия твердых упругих тел под действием внешних сил. Они подчеркивают, что изучение этого явления очень важно, потому что «когда силы, которые пришли в равновесие, приобретают достаточную степень интенсивности (напряжения), твердое тело, после того как оно меняет форму каким-либо способом, более или менее чувствительным, ломается» [Л. 28, с. 150]. Такое исследование интересует и инженеров, и геометров, так как законы равновесия относятся и к физике, и к строительному искусству. Примеры подобных исследований можно найти и в теории движения жидких тел, и в теории распространения тепла. Обычно они состоят из двух частей: аналитический вывод законов и приложение их к различным частным случаям. Так же поступают Ламе и Клапейрон. Они пользуются понятием молекулярных сил Навье, полагая, что твердое тело состоит из бесчисленного числа частиц, кроме того, они указывают, что частицы эквидистантны.

В первом параграфе — «Дифференциальные уравнения» — исследуются уравнения равновесия для внутренних точек упругого твердого тела, включающие, так же как и у Навье, одну константу. Тодхантер<sup>2</sup> указывает, что в этой работе «метод, при помощи которого установлены уравнения смещения тела, очень близок методу Навье и включает те же самые ошибки. . . в то же время уравнения получены из вычисления напряжений, а не вариационным исчислением» [121, с. 547], т. е. сначала авторы получают уравнения равновесия, пользуясь концепцией молекулярных сил Навье, а потом показывают, что те же уравнения можно получить, основываясь на понятии напряжения, введенном Коши.

Во втором параграфе Ламе и Клапейрон вводят понятие напряжения в точке, изучают распределение напряжений в данной точке упругого тела и дают его

<sup>2</sup> Тодхантер И. (1820—1884) — английский математик и историк науки, член Лондонского королевского общества.

геометрическую интерпретацию, т. е. напряжениям по всевозможным площадкам, проходящим через точку, они сопоставляют вектор с началом в данной точке. Тогда концы векторов образуют некоторую поверхность (которая затем вошла в научную литературу под именем эллипсоида напряжений Ламе). Авторы получают уравнение этой поверхности, а также уравнение конуса касательных напряжений.

Следующие параграфы посвящены приложениям полученных уравнений к различным частным задачам. Многие из подобных задач решались впервые. Именно поэтому С. П. Тимошенко указывает, что «важность мемуара обусловлена тем обстоятельством, что он заключал в себе не только вывод уравнений равновесия (с чем в то время были уже знакомы из трудов Навье и Коши), но также и ряд применений этих общих уравнений к решению проблем практического значения» [69, с. 141].

Третий параграф так и озаглавлен: «Простые случаи». Подобные задачи появляются здесь впервые, указывает Тодхантер, «но с тех пор все они были воспроизведены в элементарных работах и исследуются с большой общностью введением двух постоянных упругости вместо одной» [121, с. 548]. Ламе и Клапейрон рассматривают задачи бесконечной призмы, подверженной внешнему постоянному давлению; полного бесконечного цилиндра, на который также действует внешнее постоянное давление; цилиндра, «скрученного силами, приложенными к оконечностям» [28, с. 83], которые предполагаются бесконечно удаленными; шара, все точки которого взаимно притягиваются обратно пропорционально квадратам расстояний; полой сферы, «сдавленной внутри и вне неравными давлениями». Во все полученные формулы у авторов входила одна постоянная упругости для изотропного тела. Во всех случаях авторы давали правильные формулы, которые впоследствии нашли применение в технике. Авторы указывали, что в основу рассмотрения первого случая они положили экспериментальные данные А. Дюло и Т. Тредгольда, но, конечно же, учитывали и свои собственные результаты, полученные во время испытаний образцов русского железа. Все эти примеры рассматриваются Ламе также в Лекциях по теории упругости 1852 г.

Четвертый параграф посвящен более сложным случаям. Они не приведены в Лекциях по теории упругости, Ламе лишь ссылается на них. Первая задача — «случай бесконечной плоскости». Авторы рассматривают тело, ограниченное бесконечной плоскостью, на которой распределены заданные силы. Решая задачу, они получают выражение для компонентов перемещения в виде интегралов четвертого порядка. Далее Ламе и Клапейрон исследуют «случай двух параллельных плоскостей», т. е. рассматривают тело, ограниченное двумя бесконечными плоскостями.

Затем они рассматривают круговой цилиндр бесконечной длины, твердый или пустой, на поверхности которого заданы силы, распределенные произвольным образом. Авторы дают общую постановку вопроса, а изучают сравнительно простой случай кручения цилиндра, вызванного касательными силами, приложенными к его поверхности. При этом они отказываются от прямоугольной системы координат и применяют впервые более удобные цилиндрические координаты (полуполярные, как они их называют). Интересно отметить еще один факт: Ламе и Клапейрон в этой работе для решения одной из задач впервые применили метод разложения функции в ряд.

Как уже указывалось, Навье и Пуансо представили подробное сообщение о работе молодых авторов. Отдавая дань нужности, полезности мемуара, они пишут, что Ламе и Клапейрон предлагают общий способ рассмотрения условий равновесия твердых упругих тел, выводя законы, которые относятся к физике и строительному искусству.

Отзыв интересен в следующем отношении. Исследователями творчества Ламе ведется спор о приоритете, т. е. о том, знали ли Ламе и Клапейрон о предшествующих работах Навье и Коши или же результаты работы получены ими самостоятельно. Как считают Навье и Пуансо, «при составлении дифференциальных уравнений, представляющих общие условия равновесия частиц твердого тела, Ламе и Клапейрон приняли тот же принцип и действовали таким же образом, как и один из нас сделал в мемуаре, который был представлен в Академию наук в 1821 г. и выдержки из которого опубликованы в Бюллетене филоматического общества в 1822 г. и полностью напечатаны в 7-м томе наших Ме-

муаров. Они достигли уравнений, подобных тем, которые были даны в этой записке. Нужно только отметить, что они прямо из упоминавшегося принципа получили уравнения для точек на поверхности тела, которые показывают также внутренние давления или напряжения, между тем как в мемуаре 1821 г. эти уравнения были получены посредством методов аналитической механики. Мы должны отметить здесь, что последний мемуар содержит первоначальную идею вопроса и исходные предпосылки исследований по упругим телам. Ламе и Клапейрон не упоминают об этом, и нужно думать, что они не знали о них и самостоятельно достигли тех же результатов» [Л. 28, с. 146].

Итак, трудно сказать, были ли знакомы Ламе и Клапейрон с основными положениями теории упругости. Вероятнее всего, что они все же слышали о подобных исследованиях. Бюллетень филематического общества, о котором шла речь выше, имелся в библиотеках Петербурга, в частности и в Институте путей сообщения, и в Публичной библиотеке. Правда, работа Навье, о которой идет речь в отзыве, опубликована не в 1822 г., как пишут его авторы, а в 1823 г. В том же номере Бюллетеня опубликовано и краткое содержание работы Коши. Во всяком случае более убедительным представляется следующее замечание. «Как бы то ни было, по богатству своего содержания мемуар Ламе и Клапейрона далеко превосходил упомянутые работы парижских ученых», кроме того, «простые сопоставления этих работ по объему: девятнадцать страниц полного текста работы Навье, несколько страниц заметки Коши и без малого 100 страниц мемуара петербургских авторов» [18, с. 351] — также свидетельствуют о самостоятельном вкладе Ламе и Клапейрона в теорию упругости. Авторы статьи [18] приводят еще замечание Ламе, высказанное позже, в Лекциях по теории упругости, по поводу приоритета: «Поскольку речь идет о курсе, посвященном популяризации теории, основы которой заложены многими геометрами, было бы справедливо и соответствовало бы обычным делам давать в каждом случае ссылки на первооткрывателей идей, в своей совокупности составляющих данную теорию. Однако различные причины делают такую задачу весьма трудной, и мы справимся с ней лишь в очень неполной степени. К тому же эти идеи большей частью настолько

естественно приходят на ум, что они принадлежат всем» [там же, с. 369].

Вернемся к отзыву Навье и Пуансо. Хотя, как они считают, Ламе и Клапейрон берут за основу те же предположения, что и Коши, относительно внутренних давлений в твердом теле, все же молодые авторы сделали работу независимо и от него. В отзыве непонятно следующее замечание: предположения Ламе и Клапейрона относительно внутренних напряжений в твердых телах аналогичны предположениям Коши, но «Ламе и Клапейрон отмечают, что теория, предложенная в их работе, существенно отличается от теории, принятой Коши» (Л. 28, с. 147). Дело в том, что в межуаре молодых авторов Коши вообще не упомянут. Видимо, у рецензентов было какое-нибудь письмо, в котором Ламе и Клапейрон писали относительно Коши.

Навье и Пуансо дали высокую оценку работе молодых ученых. «Теория, составляющая предмет сего сочинения, совершенно нова. . . Признаем не сомнительно труд. . . отлично достойным» [28, с. 86—87]. Такими фразами заканчивается перевод этого отзыва, помещенный в Журнале путей сообщения. Непременный секретарь Парижской Академии наук Ж. Фурье засвидетельствовал одобрение отзыва Академией наук.

Как уже отмечалось, в этой работе Ламе и Клапейрон пользовались методом разложения функции в ряд. Оказывается, Ламе и раньше интересовался вопросами представления функций рядами. В библиотеке Института путей сообщения бережно сохраняется письмо молодого ученого в Совет от 2 декабря 1826 г., посвященное доказательству теоремы Тейлора [Л. 17]. Интересно, что эта рукопись на семи страницах попала в библиотеку лишь в 1911 г., о чем имеются сведения в Журналах Совета Института инженеров путей сообщения за 1911 г. Так, в Совете 3 марта 1911 г. было заслушано сообщение профессора А. Н. Крылова (1863—1945), впоследствии академика, о том, что капитан 1-го ранга К. И. Дефабр нашел в перешедших к нему по наследству бумагах П. П. Мельникова докладную записку Ламе. «В этой записке Ламе излагает не лишнее исторического интереса замечание о ряде Тейлора. Имею честь представить записку в Совет института, полагая, что она могла бы быть напечатана в сборнике

института как память об одном из знаменитейших его деятелей и как пример той утонченной тщательности, с которой Ламе относился к делу преподавания» [29, с. 49].

Заслушав рапорт Крылова, Совет определил:

- 1) напечатать записку Ламе в сборнике института;
- 2) подлинник записки хранить в библиотеке института.

Правда, эта работа Ламе так и не была напечатана, но само письмо действительно было передано в рукописный фонд библиотеки. В нем Ламе пишет, что у него возникли некоторые сомнения по поводу доказательства теоремы Тейлора, которое он нашел в работе Базена. Ламе приводит свое, более короткое рассуждение, которое и предлагает рассмотреть членам Совета с тем, чтобы ввести доказательство в излагаемый курс. Видимо, в дальнейшем это письмо было погребено в бумагах Совета.

Заинтересовавшись проблемами разложения функций в ряды, Ламе вместе с Клапейроном опубликовал еще две статьи [Л. 24, Л. 25]. Обе статьи, подписанные «Ламе и Клапейрон, полковники на службе в России», были помещены в одном номере журнала. В них авторы отдают дань уважения прекрасному методу, который Фурье применил в работе по аналитической теории тепла, и получают новые ряды, аналогичные рядам Тейлора и Маклорена, для четных и нечетных функций и для функций, заданных в интервале от 0 до  $2a$ . Во второй работе они пишут, что ряды их интересуют в связи с проблемами теории упругости: «Интегральные уравнения, которые выражают законы внутреннего равновесия твердых тел, однородных и упругих, взятых в форме прямоугольной призмы и подверженных данным внешним давлениям, нам кажется, требуют знания разложения некоторых функций от  $x$  в пределах от 0 до  $2a$  в ряд вида

$$A_1 \sin r_1 x + A_2 \sin r_2 x + A_3 \sin r_3 x + \text{etc},$$

где  $r_1, r_2, r_3$  — различные мнимые корни уравнения» [Л. 24, с. 45]

$$ar + \sin ar \cos ar = 0$$

или

$$ar - \sin ar \cos ar = 0.$$

В результате они получают сходящиеся ряды.



*М. В. Остроградский.*

В 15-м томе Бюллетеня Ферюссака помещены рефераты некоторых работ, в том числе и на статьи Ламе и Клапейрона о рядах [80, 1831, с. 72, 73]. Форма рядов «настолько замечательна, что они заслуживают того, чтобы математики обратили на них пристальное внимание» [18, с. 354].

Еще одной обширной темой дальнейших исследований — теорией распространения тепла — Ламе также заинтересовался во время пребывания в России. «Свое обращение к вопросам теории теплоты Ламе связывает с трудностями, с которыми он и Клапейрон столкнулись при попытках продвинуться дальше в решении проблем теории упругости. „Нужно было, — говорит Ламе, — испробовать новые приемы интегрирования на таких уравнениях в частных производных, которые

отличались бы меньшей сложностью, чем уравнения упругости» [там же]. Видимо, Ламе начал работать над новой темой под влиянием М. В. Остроградского. В 1828 г. Остроградский вернулся из Франции и в 1830 г. был приглашен в Институт инженеров путей сообщения. Знакомство Ламе и Остроградского перешло в дружбу, о чем может свидетельствовать письмо Ламе (дата отсутствует): «Дорогой Остроградский, с большим удовольствием я получил ваши проспекты, и я с радостью узнал, что ваше здоровье настолько улучшилось, что вы можете выходить. Скоро восстановят большой мост через Неву, и мы не будем больше разделены. Я радуюсь этому, так как начал привыкать навещать Вас по средам и пятницам, и я хотел бы сохранить эту привычку. . . Ваш друг Г. Ламе» [60, с. 717].

Впоследствии Г. Ламе поддерживал кандидатуру М. В. Остроградского при избрании его членом-корреспондентом Парижской Академии наук. После выборов (14 марта 1856 г.) Остроградский в благодарственном письме пишет: «Я вас также прошу передать мою благодарность математикам знаменитой Академии, которых я имею честь знать лично: г-ну Коши. . . г-ну Пуансо. . . г-ну Бине, моему профессору в Collège de France, знаменитому математику и нынешнему президенту Академии г-ну Штурму, моему другу, который обогатил алгебру и трансцендентный анализ теоремами большой значимости, и г-ну Ламе, который расширил теорию линейных уравнений в частных производных» [55, с. 337].

Остроградский вернулся в Петербург после того, как пять лет (1822—1827) провел в Париже. За это время он познакомился с выдающимися математиками и механиками Франции — Лежандром, Фурье, Коши, Дюамелем и др. Он привез в Петербург не только стремление принести Родине все свои силы и знания, не только желание сочетать теоретические и практические науки, но также многочисленные идеи в области математики и механики. В частности, во Франции Остроградский начал, а в России продолжил работу над задачей распространения тепла.

Впервые математическую теорию распространения тепла в сфере дал Фурье в своей аналитической теории тепла. Эта задача его заинтересовала в связи с изуче-



нием распределения тепла в земном шаре. Фурье исследовал (1811) только случай, когда точки, лежащие на одинаковом расстоянии от центра, имеют одинаковую температуру, т. е. изотермические поверхности — это концентрические сферы. Кстати, сам термин «изотермические поверхности» несколько позже ввел Ламе. Случай несимметричного распределения тепла в сфере и цилиндре затем рассмотрели Лаплас и Пуассон.

Советский историк науки А. П. Юшкевич установил, что еще во время пребывания во Франции Остроградский представил в Академию наук в Париже два мемуара по теории тепла, в которых он в общем виде указывает способ решения задачи распределения тепла [74, с. 11—49]. Первый из них — «Доказательство одной теоремы интегрального исчисления» — распадается на две части, вторая из которых посвящена математической физике. «Именно здесь впервые изложен в общем виде метод разделения переменных, некоторые идеи которого были высказаны в середине XVIII в. еще Л. Эйлером и Д. Бернулли, но который получил свое развитие только в работах по теории теплопроводности Фурье (1807—1822)» [там же, с. 34] (речь идет о способе решения дифференциальных уравнений). В той же статье Юшкевича приведены слова В. А. Стеклова: «. . . я едва ли ошибусь, если скажу, что метод Фурье по всей общности впервые был сформулирован Остроградским, а затем уже (в 1829 г.) Ламе и Дюамелем» [там же, с. 35]. Этот метод Остроградский применяет в качестве примера для решения задачи о распространении тепла в шаре — задачи, которая уже ранее рассматривалась Фурье и Пуассоном.

Вторая работа Остроградского по теории тепла называется «Мемуар о распространении тепла внутри твердых тел». В нем, также используя метод разделения переменных, он решает задачу распределения тепла в прямой призме, в основании которой лежит прямоугольный равнобедренный треугольник.

Эстафету знаменитых ученых принял Ламе. Он также заинтересовался распределением тепла в различных телах, а может быть, эту мысль подал ему Остроградский. Я позволю себе процитировать еще один абзац статьи Юшкевича, из которого видно, что ее автор считает несомненным научную связь Остроградского и Ламе. «Обе неопубликованные статьи Остроградского

не были только эпизодами его научной биографии и не остались без прямого влияния на последующее развитие науки. Помимо Фурье и Пуассона, содержание их в той или иной мере стало быстро известно и другим крупным математикам. Это, безусловно, относится к Коши и Ламе. . . Остроградский знакомил Ламе со своими исследованиями, в частности с задачей о распространении тепла в треугольной призме некоторого вида. . . Возможно, что Ламе читал и парижские статьи Остроградского, хотя бы во время командировки в Париж в 1830 г. или по окончательном возвращении на родину» [там же, с. 42—43]. Во всяком случае только благодаря Ламе вообще было известно, что Остроградский занимался задачей распространения тепла в призме.

Итак, 8 мая 1829 г. Ламе представил в Парижскую Академию наук «Мемуар о распространении тепла в многогранниках, преимущественно в правильной трехгранной призме». Работа была опубликована в 1833 г. [Л. 32]. Автор указывает, что очень часто приходится сталкиваться с телами, имеющими форму многогранников, «надо ли точно определить усилия и реакции в различных частях какого-либо сооружения, или вскрыть аналитические тайны двойного преломления и поляризации, или изучить обстоятельства, при которых образуются кристаллы» [там же, с. 195]. Поэтому он и относит к наиболее важным вопросам определение законов движения тепла в многогранниках. Здесь Ламе в первый раз упоминает о том, что Остроградский уже рассматривал задачу распространения тепла в прямой призме с основанием в виде равнобедренного прямоугольного треугольника. Сам Ламе исследует случаи, когда в основании призмы лежит равносторонний треугольник, затем для призмы, полученной разделением параллелепипеда пополам, и для двух тетраэдров, полученных, если разбить куб на шесть и 24 тетраэдра. Именно об этой статье Ламе говорил Стеклов.

Как указывает Юшкевич, «метод деления переменных изложен в мемуаре Ламе очень близко — вплоть до обозначений — к мемуару Остроградского, но только несколько более частным образом, применительно к задачам о призме» [74, с. 43]. Действительно, в первой части «Мемуара о распространении тепла

внутри твердых тел» Остроградский пишет уравнение теплопроводности в виде:

$$\frac{dV}{dt} = k^2 \left[ \frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} + \frac{d^2V}{dz^2} \right],$$

где  $V$  — температура тела,  $t$  — время,  $x, y, z$  — прямоугольные координаты, — и решает его при граничных условиях  $V=0$  на всех гранях призмы и начальных условиях  $V=f(x, y, z)$  при  $t=0$ . Начало координат он помещает в вершину прямого угла в основании призмы.

Во второй части мемуара Остроградский рассматривает более общие граничные условия

$$\frac{dV}{dx} \cos \lambda + \frac{dV}{dy} \cos \mu + \frac{dV}{dz} \cos \nu + hV = 0,$$

а решение уравнения ищет в виде ряда  $V = \sum e^{-k^2 \theta^2 t} u$ , где  $\theta$  — некоторая действительная и положительная величина (собственные значения),  $u = u(x, y, z)$ . Суммирование распространяется на все положительные значения  $\theta$ .

А вот постановка задачи Ламе: уравнение теплопроводности он пишет в виде

$$\frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} + \frac{d^2V}{dz^2} = k \frac{dV}{dt}$$

при граничном условии на всех гранях  $V=0$  и начальном условии  $V_0 = F(x, y, z)$  для  $t=0$ . Начало координат Ламе помещает в острый угол треугольника, лежащего в основании призмы. Решение он ищет в виде:

$$V = \sum e^{-\theta^2 t / k} u(x, y, z).$$

Задача решается методом разделения переменных. Удобный выбор координат позволил придать уравнениям более простую форму. «Уже в этой работе Ламе содержатся зародыши его плодотворных идей о первенствующей роли выбора координат при решении проблем математической физики» [18, с. 356]. Впоследствии в лекциях по теории теплоты Ламе вернется к этой задаче.

Той же теме посвящена еще одна работа Ламе, «Второй мемуар о распространении тепла в много-

гранниках» [Л. 41], в которой он более подробно излагает решение задачи о треугольной призме. Хотя она была представлена во Французскую Академию наук 6 февраля 1832 г., т. е. уже после возвращения Ламе на родину, есть все основания считать, что написана она была еще в России. Во-первых, уехал он в самом конце 1831 г. и, во-вторых, сразу после приезда занялся инженерной деятельностью. И, наконец, еще одна работа, сделанная в России, посвящена законам охлаждения и затвердевания жидкого шара. Она была прочитана Ламе на заседании Академии наук в Париже 10 мая 1830 г., опубликована в 1831 г. [Л. 27]. Заметка была написана в связи с интересом к геодезическим проблемам Земли и представляла дальнейшую разработку задачи Фурье о теплопроводности. Авторы получают дифференциальные уравнения распределения температур в однородной сфере, которая охлаждается и затвердевает в пространстве начиная с поверхности.

Увлечение Ламе новым направлением в области аналитической теории тепла было одобрено Фурье при личной встрече, которая состоялась в мае 1830 г., во время командировки Ламе во Францию. «Фурье настойчиво рекомендовал своему младшему коллеге заняться „очень важной“ задачей равновесия и движения теплоты в эллипсоиде. Выполняя этот завет своего учителя, Ламе посвящает в последующие годы решению поставленной Фурье проблемы и ее обобщений ряд работ, вылившихся в фундаментальные научные открытия, навсегда связанные с его именем» [18, с. 356].

Все упомянутые работы были написаны Ламе на протяжении 11 лет, которые он провел в России. Анализ показывает, что основные научные направления, которым ученый посвятил свою дальнейшую жизнь, — теория упругости, аналитическая теория тепла, теория криволинейных координат — были им намечены еще в Петербурге. Здесь он получил первые результаты в области математической физики, и здесь же у него появились первые идеи относительно других систем координат. Таким образом, период пребывания в России явился периодом становления и формирования Габриэля Ламе как ученого.

Остановимся еще на одной работе Ламе, выполненной им в России вместе с архитектором О. Монферраном, 200-летие со дня рождения которого отмечалось

в 1836 г. В сентябре 1829 г. был утвержден представленный Монферраном проект триумфальной колонны в честь победы России над Наполеоном. В 1834 г. состоялось торжественное открытие Александровской колонны в Петербурге. Ее красота и величие (высота 47.5 м) поражали современников. Однако восприятие подобных памятников зависит от соотношения диаметров верхнего и нижнего оснований, от отношения их к высоте самой колонны и от очертания ее наружного контура, так называемого утонения колонны. Все крупнейшие архитекторы начиная с Витрувия предлагали свой способ выбора диаметров и утонения. Монферрану в этом выборе помогал Ламе [53, с. 326—328; 109, гл. 2].

Об этом пишет сам Монферран: «Можно видеть, что графические приемы, которые я применил для определения округлости монолитного стержня колонны, существенно отличаются от приемов, которые употреблялись до сих пор; я думаю, что не без интереса прочтут следующее описание, которым я обязан г-ну полковнику инженерных войск в отставке Ламе [не надо забывать, что Монферран писал это в 1836 г., когда Ламе уже уехал из России, поэтому — «полковник в отставке»], который по моей просьбе охотно согласился заняться вычислениями, устанавливающими характер утонения этой колонны. Г-н Ламе говорит: „Вид возвышающейся колонны, элегантно и прочно построенной, вызывает истинное удовольствие, смешанное с удивлением. Удовлетворенный глаз с любовью обозревает детали и отдыхает на целом. Для художника и ученого важно исследовать причины этого чувства, чтобы иметь руководство в выборе пропорций, которые могут содействовать совершенству сооружения. Вкус в согласии с правилами искусства как бы требует, чтобы колонна по мере подъема в высоту постепенно уменьшалась в диаметре и чтобы это уменьшение происходило посредством плавной кривой, первая касательная к которой была бы вертикальной. . . но причины, которые требовали, чтобы первая касательная к кривой была перпендикулярной к горизонту, указывали также, чтобы ее последняя касательная — касательная верхнего основания — наименьшим образом удалялась от вертикали. Надо было выбрать среди всех кривых, которые нам представляются и начертание которых за-

висит от простого построения, такую, угол всей кривизны которой был бы наименьшим“» [53, с. 327].

Ламе предложил два способа построения двух различных кривых, указав, что во второй кривой угол кривизны меньше. Именно этот способ, основанный на делении на равные части касательной, а не самой дуги, и был принят Монферраном, который считал, что эта великолепная колонна, бесспорно, должна быть помещена в первый ряд подобных памятников, и одной из причин этого является счастливый выбор линии кривизны [109, с. 13, 14].

Разнообразная и плодотворная научная деятельность Ламе, его европейская известность обусловили избрание его членом-корреспондентом Петербургской Академии наук. Это произошло 16 декабря 1829 г., на заседании Физико-математического отделения, в присутствии академиков П. Н. Фусса, М. В. Остроградского, В. Я. Буняковского, А. Я. Купфера и др. (из них трое последних были связаны впоследствии с Институтом путей сообщения). 29 декабря 1829 г. избрание было утверждено на публичном заседании Академии наук. В 1830 г. Клапейрон был избран членом-корреспондентом Петербургской Академии наук. После отъезда Ламе и Клапейрон были проведены по разряду иностранных членов-корреспондентов Петербургской Академии наук.

### § 3. Интерес Ламе к железнодорожному строительству

Сведения о Ламе, разбросанные в разных печатных источниках, в том числе и в справочных изданиях, совершенно не касаются его научной работы в области развития сети железных дорог, их устройства и внедрения паровой тяги. Однако, хотя период его увлечения техническими науками был недолгим, он оставил глубокий след в этих науках, и в первую очередь применительно к железнодорожному транспорту в России. Справедливость сказанного подтверждается тем, что Ламе как ученый, пожалуй, более чем другие, понимал значение механического транспорта для нашей страны.

Колейные дороги, являющиеся прообразом современных железных дорог, имеют многовековую историю. Но только в начале XIX в. рельсовые пути стали срав-

нительно широко применяться для перевозки сырья и промышленной продукции. В. И. Ленин в книге «Развитие капитализма в России» указывал, что в 1806 г. русская металлургия дала около 12 млн пудов чугуна. Ясно, что выплавка такого количества чугуна была бы невозможна без заводских рельсовых путей. Не случайно уже в 1804 г. в Петербург привезли «модели чугунных дорог с повозками для перевозки тяжестей», которые, по выражению инженера Департамента водяных коммуникаций Л. С. Вакселя, являются средством «для скорости, экономии и облегчения работ». Эти преимущества особенно ярко были показаны горным инженером П. К. Фроловым на построенной им конной железной дороге на Урале для перевозки руды. Более того, он впервые в России определил срок ее окупаемости в 13 лет. Фролов же первым в России, как установил профессор В. С. Виргинский, поставил вопрос о строительстве железных дорог общего пользования [11, с. 70].

В это время паровую машину уже начинают применять на транспорте. Еще в 1813 г. американский изобретатель Роберт Фултон получил привилегию на устройство пароходов в нашей стране. Первый пароход, построенный им в США, не получил признания. «Люди отнеслись к моему замыслу, — писал он, — презрительно, как к фантастической затее» [70, с. 26]. Фултон прислал в Петербург модель парохода, который он должен был построить для России. Однако его обязательство не было исполнено. Тем не менее Россия была одной из первых стран мира, осуществивших паровое судоходство. При этом первый русский пароход был построен в Петербурге.

Известный механик, переселенец из Англии, Чарльз (Карл) Берд, основавший в 1792 г. механический завод в городе на Неве, построил стимбот, т. е. паровое судно, мощностью в 16 «лошадей». Стимбот, названный «Елизавета», 3 ноября 1815 г. совершил первый рейс из Петербурга в Кронштадт и обратно. Рейс парового судна был описан в журнале «Сын Отечества» капитаном П. И. Рикордом — видным деятелем русского флота, ставшим впоследствии адмиралом. В своей статье он впервые употребил слово «пароход». Этот русский термин быстро вытеснил английское наименование паровых судов «стимбот». Работы по созданию парового

судна велись также на Пожевском механическом заводе на Каме под руководством П. Г. Соболевского — талантливого и образованного инженера того времени. Паровой бот Пожевского завода уже в 1816 г. совершал первые рейсы по рекам Пожве и Каме [56].

Первые отечественные пароходы вызвали большой интерес у русского общества, уже в то время было ясно, что они будут иметь огромное экономическое значение для страны. В навигацию 1816 г. начались регулярные рейсы пароходов в Кронштадт. Они преодолевали расстояние более 30 км по Финскому заливу примерно за 4 ч, значительно быстрее, чем парусные. Интересно отметить, что А. С. Пушкин неоднократно был участником путешествия на пароходе «без ветра и парусов». Впервые он совершил поездку из Петербурга в Кронштадт 22 мая 1828 г. вместе с президентом Академии художеств А. Н. Олениным и его семьей.

С другой стороны, пароходы использовались как буксирные суда. Известно, что Исаакиевский собор в Петербурге украшают 112 гранитных колонн. Эти монолиты были вырублены в каменоломне около г. Выборга, их скатывали на морской берег и грузили на баржи. Каждая баржа буксировалась двумя пароходами до пристани на Неве. Так впервые в России появился буксирный транспорт. В последующие годы пароходы появились на Волге, на других реках нашей страны, а в конце 20-х годов — даже на Черном море [36, с. 48 и др.].

В связи с появлением парового транспорта на водных путях сообщений Базен по предложению Бетанкура в 1817 г. опубликовал книгу на французском языке под названием «К вопросу теории движения паровых судов. . .». Часть тиража этой книги была передана в библиотеку Института путей сообщения, а часть разослана по округам путей сообщения как руководство в практической деятельности инженеров. Паровые машины устанавливались и на землечерпалках, изготавливаемых на петербургских заводах для расчистки фарватеров рек и гаваней. В 1823 г. Д. С. Чижов впервые выдвинул идею введения паровых экипажей на почтовых дорогах России [72, с. 131]. Подобные экипажи уже применялись во Франции и в Англии — своего рода этап устройства железных дорог с паровой тягой.

Первые железные дороги с паровой тягой появились в Англии. Паровозы на них были несовершенны. Они



имели паровые котлы с одной сквозной трубой, с топкой внутри. Парообразование шло медленно, и скорость движения не превышала 6—8 км/ч. Неудивительно, что паровая тяга на Стоктон-Дарлингтонской железной дороге, открытой в 1825 г., применялась только для грузовых поездов, а конная тяга — для пассажирских поездов, которые ходили со скоростью до 15—20 км/ч. Таким образом, указанная железная дорога имела паровозно-конную тягу. Однако передовые ученые всех европейских стран, в том числе и России, проявляли большой интерес к паровой тяге на английских железных дорогах.

Уже в 1824 г. инженеры путей сообщения А. А. Менелас и А. А. Каулинг были командированы в Англию для сбора «подробных сведений о железных дорогах». Отчет, представленный ими, свидетельствовал о том, что в Англии даже засыпали некоторые каналы, чтобы построить по их бичевникам железные дороги для перевозки каменного угля [163]. Более того, в Лондоне было издано множество книг об устройстве и преимуществах железных дорог для развития промышленности и торговли.

В Англии в 1826 г. под руководством Д. Стефенсона началось строительство Ливерпуль-Манчестерской железной дороги (49.5 км). Стоимость строительства дороги была огромной, поскольку пришлось разрабатывать скальную выемку протяжением 3.2 км и глубиной до 24 м, пересекать глубокие болота и возводить тоннель длиной 2.4 км. Известно, что в 1829 г. в Англии был устроен конкурс паровозов для указанной железной дороги, в котором участвовали четыре типа локомотивов. Победа досталась паровозу «Ракета», построенному Стефенсоном. Он имел трубчатый котел, что резко увеличивало парообразование и силу тяги, его максимальная скорость составляла 46.8 км/ч. Трубчатый котел изобрел французский инженер М. Сеген; Стефенсон же первым применил его к паровозу. Так был решен вопрос о паровой тяге для Ливерпуль-Манчестерской железной дороги. Торжественное открытие ее состоялось 15 сентября 1830 г. В числе гостей на торжествах от России присутствовал профессор Института Корпуса инженеров путей сообщения Габриэль Ламе. Когда Стефенсона спросили о том, как он, не получив образования, мог достигнуть столь блестящих

успехов, он ответил, что сначала изучил все, что уже было сделано. Это положение актуально и в современных условиях.

Ламе, будучи в Англии, много общался со Стефенсоном и с другими деятелями транспорта. Он лично изучил все крупнейшие инженерные сооружения, и в особенности Ливерпуль-Манчестерскую железную дорогу, обобщил свои исследования и представил их в виде отчета на французском языке под названием «Наблюдения, относящиеся к инженерному искусству, собранные во время путешествия в Англию» [Л. 26]. Этот труд представляет собой, пожалуй, первое научное обоснование технико-экономической эффективности железных дорог с паровой тягой по сравнению с водными и шоссейными путями сообщения.

Отчет Ламе в единственном экземпляре хранится в научно-технической библиотеке ЛИИЖТа. Основная часть его — рукописный том большого формата, с золотым обрезом, написанный на 229 страницах. Он состоит из четырех частей (мемуаров), в которых впервые все пути сообщения рассматриваются как единая транспортная система. В первом мемуаре (21 страница), посвященном шоссейным дорогам Англии, Ламе рассматривает профиль, способ устройства и расположение некоторых дорог, а также представляет инструкцию по их ремонту.

Второй мемуар (56 страниц) рассказывает о железной дороге Ливерпуль—Манчестер. Ламе начинает с утверждения: дорога — «самое смелое, самое протяженное, самое замечательное сооружение, которое я изучал в моем путешествии. . . Надо полагать, что это нововведение в способе коммуникации между двумя большими городами окажет очень мощное влияние на грядущее процветание Англии. . .» [Л. 26, ч. 2, с. 1]. Весь процесс изысканий, проектирования и строительства Ливерпуль-Манчестерской железной дороги дан в отчете Ламе настолько последовательно и подробно, что является как бы примером для постройки любой подобной дороги, которым может воспользоваться и Россия.

Более того, Ламе предсказал ход дальнейшего развития железных дорог. «Можно ожидать, — писал он, — что другие государства тоже примут участие в постройке дорог и что железные дороги, пересекая Европу по

всем направлениям и примыкая к Кале (Франция), позволят англичанам за промежуток от нескольких часов до одного-двух дней доехать из Лондона в Париж, Женеву, Флоренцию, Вену, Берлин или даже к самому Петербургу». Так конкретно о роли железных дорог в будущем как о главных путях сообщения для международных торговых и государственных сношений говорится впервые. Все это стало тогда достоянием Института Корпуса инженеров путей сообщения.

Третья часть отчета (101 страница) содержит обзор сооружений и предприятий, которые посетил ученый. В частности, описаны порт и доки Лондона, Новый лондонский мост, туннель под Темзой, висячий мост Хаммерсмита, предприятия Ливерпуля, Глазго, Эдинбурга, Нью-Кастла. Кроме того, Ламе рассматривает и некоторые паровые машины.

Особенно интересен четвертый мемуар (47 страниц). В предисловии к нему Ламе пишет: «Железные дороги достигли за последние несколько лет огромного прогресса в Англии; там ими занимаются сейчас почти все инженеры, именно поэтому они главным образом и привлекали мое внимание, и наблюдения, касающиеся их, являются самыми значительными. Четвертая часть разделена на три главы: в первой я указываю на роль, которую железные дороги призваны сыграть как новая система внутренних сообщений, и на выгоды, которые они уже принесли английской торговле; вторая содержит историю железных дорог и их описание; наконец, в третьей главе я попытаюсь показать, что и континентальная страна, например Франция, может применять железные дороги с теми же выгодами, что и Англия. Поскольку впоследствии я попытаюсь доказать, что железные дороги могут быть использованы и в России и принести ей такие же колоссальные выгоды, как и другим странам, то данная записка сократит этот будущий труд и послужит своего рода введением к нему» [там же, ч. 4, с. 1].

На основе анализа состояния шоссейных и водных путей сообщения Англии, Франции и России автор отчета определил, что необходимо «найти единую систему сообщения внутри страны, которая могла бы активно функционировать везде и в любое время года и которая предоставила бы транспорту возможности более быстрой езды, чем это осуществляется на шоссейных до-

рогах, и дала больше экономии, чем позволяет получить водный путь». Исходя из данного положения, Ламе установил, что «основными условиями, определяющими качество системы сообщений, в настоящее время являются два: скорость и экономичность. Все другие факторы являются второстепенными. Только эти два понятия и нужно рассматривать при характеристике того или иного вида сообщений» [там же, с. 5]. «Подобная мысль, — пишет далее Г. Ламе, — была полностью осуществлена в железной дороге, которую недавно открыли для эксплуатации. Речь идет о железной дороге Ливерпуль-Манчестер. Между этими городами существуют хорошая дорога и три судоходных пути, но все они пришли в затишье с тех пор, как начала действовать железная дорога. Она дает большую скорость, чем наилучшее шоссе, и большую экономичность, чем канал» [там же].

Конец четвертой части мемуара посвящен России. Ламе прекрасно понимал, что громадное пространство, малая плотность населения страны и крепостное право создают большие трудности в развитии путей сообщения. Отдавая дань водным (дешевым) путям сообщения и зимнему конному транспорту, ученый показал перспективность железнодорожного транспорта и для России. Он еще раз подчеркнул, что проблема, которую нужно решить для будущего прогресса страны, состоит в том, чтобы найти единственную систему внутренних коммуникаций, которая будет работать все сезоны и будет достаточно экономичной. Поэтому Ламе и пытается «доказать, что железные дороги могут быть использованы и в России и принести ей такие же выгоды, как и в других странах». Отчет же, как пишет Ламе, послужит своего рода «введением к будущему труду» о железных дорогах в России. К сожалению, новый труд ввиду отъезда Ламе из России не был написан. Однако четвертую часть отчета он завершает словами: «Начнем поэтому изучение железных дорог» [там же, с. 8]. Это очень важное начинание, поскольку специальные предметы инженерного образования в институте — курс построений и курс прикладной механики — в 20-х годах еще не касались строительства железных дорог и теории тяги поездов. Рукопись заканчивается двумя добавлениями, о смете строительства и эксплуатации железных дорог.

Другой том отчета Ламе содержит 81 лист, из них 15 страниц текста, а остальные — чертежи и рисунки. Здесь Ламе приводит «общие рассуждения, порядок изложения которых служит порядком курса построенный, преподаваемого в Институте путей сообщения; под названием каждого параграфа курса я помещу названия моих наблюдений». Действительно, параграфы в рукописи — дороги, материалы, мосты, навигации, железные дороги — соответствуют разделам курса построений. На чертежах, которые иллюстрируют его текст, Ламе представляет паровые машины, локомотивы, виды мостов, а также планы, разрезы, размеры и детали железной дороги и т. д. Интересно, что уже в то время Ламе обратил внимание на возможность двухъярусного движения. На л. 80 имеется, видимо, его собственноручный рисунок виадука, на котором осуществляется езда понизу и поверху с надписью «выгодность двух дорог в двух различных уровнях».

Кроме Англии в 1830 г. Ламе посетил и ряд французских городов, откуда он также привез чертежи мостов и железной дороги Сен-Этьен—Лион. Об этом свидетельствует папка из 11 листов рисунков с краткими пояснениями к ним, хранящаяся в библиотеке ЛИИЖТа. Командировка в Англию во многом помогла Ламе в его инженерной деятельности в первое время после возвращения на родину.

Известно, что Ливерпуль-Манчестерская железная дорога, соединившая экономичность и скорость в перевозках, произвела огромное впечатление в России. Поэтому отчеты Ламе широко изучались и обсуждались среди прогрессивной общественности Петербурга. Этому способствовало и то обстоятельство, что газета «Северный муравей» в 1830 г. опубликовала статью профессора Петербургского университета Н. П. Щеглова о необходимости постройки железной дороги Петербург—Тверь (Волга) для организации смешанных железнодорожно-водных перевозок [73]. Казалось бы, новый вид транспорта сразу же появится в России, но этого не случилось. Многие ополчились против введения в России железных дорог с паровой тягой. Однако совсем неожиданным было выступление М. Г. Дестрема, бывшего профессора института, французского инженера, по существу в поддержку противников нового вида транспорта. Он в 1831 г. опубликовал статью

в Журнале путей сообщения (т. 21) под заглавием «Общие суждения об относительных выгодах каналов и дорог с колеями и приложение выводов к определению удобнейшего для России способа перевозки тяжестей», в которой пытался доказать выгоду водных путей сообщения для нашей страны и преждевременность введения железных дорог. Вывод основывался на расчетах себестоимости перевозок грузов по этим двум видам транспорта.

Конечно, статья произвела известное впечатление и не могла не сказаться на деятельности Ламе. Он и Дестрем одновременно в 1831 г. читали в институте публичные лекции: первый — о пользе железных дорог в России, а второй, наоборот, — о необходимости прежде всего совершенствования водных путей сообщения. При этом следует иметь в виду, что Дестрем был председателем Комиссии проектов и смет Главного управления путей сообщения и его авторитетное утверждение о невыгодности железных дорог оказывало влияние даже на некоторых инженеров. Тем более что комиссия, как свидетельствует инженер В. К. Третер, «не находила ни пользы, ни возможности ввести новую сию систему в России» [164].

Если принять во внимание, что Дестрем по существу был заместителем руководителя ведомства путей сообщения по научной части и по военному званию выше Ламе, то положение последнего было не из лучших. Возможно, поэтому Ламе и не написал учебного пособия по железным дорогам. Тем не менее его поездка в Англию и его отчет, несомненно, способствовали введению изучения в институте с осени 1832 г. паровой тяги и подвижного состава в курсе прикладной механики и в 1835/36 учебном году — нового раздела «О построении железных дорог» в курсе построений [43]. С этого времени инженерное образование в Институте инженеров путей сообщения стало постепенно получать железнодорожный уклон.

Все страны Европы и США восприняли новый вид транспорта как веление времени. П. П. Мельников в 1838 г. писал: «Железная дорога между Ливерпулем и Манчестером представляет первый опыт в большом виде железной дороги, назначенной для перевозки товаров и переезда путешественников с большой скоростью. Подобное предприятие не могло не сделаться

предметом всеобщего внимания. По всей Европе следовали за успехом работ через известия, сообщаемые в современных публичных местах и периодических сочинениях. Отовсюду съезжались инженеры для изучения на месте системы построения дороги и результатов, получаемых от употребления нового двигателя» [46, т. 1, с. 199 и др.].

Конечно, в первое время многие инженеры европейских стран еще нерешительно приступали «к введению нового, усовершенствованного способа сообщений». Это объяснялось тем, что Ливерпуль-Манчестерская железная дорога стоила чрезвычайно дорого. Однако она соединяла, как тогда подчеркивали, «два пункта необыкновенно деятельных взаимных коммерческих сношений», что обеспечивало получение необходимого процента прибыли на затраченный капитал. Поэтому не случайно в 1838 г., «через восемь лет по открытии Ливерпуль-Манчестерской дороги, на всем материале Европы устроено было не более 400 верст паровозных железных дорог» [47, с. 10]. В свете сказанного следует признать, что заслуги Ламе состоят в том, что он одним из первых инженеров России определил огромную роль и значение паровой тяги на железных дорогах, в том числе и для нашей страны.

## Глава IV

---

### **Инженерная и педагогическая деятельность Габриэля Ламе во Франции**

#### **§ 1. Работы Ламе по железнодорожному транспорту**

В конце 1831 г. Ламе и Клапейрон возвратились на родину. После Июльской революции 1830 г., после того как 2 августа 1830 г. Карл X отрекся от престола и бежал в Англию, во Франции наступил так называемый период Июльской монархии (1830—1848). 7 августа 1830 г. королем был провозглашен близкий к буржуазным кругам герцог Луи Филипп Орлеанский;

у власти фактически стала финансовая аристократия — крупные промышленники, банкиры. Был принят ряд серьезных мер для содействия экономическому развитию, в результате стал заметно ускоряться ход промышленного переворота. Так, например, «если в 1830 г. во всей Франции имелось лишь 600 паровых двигателей. . . а мощность их в промышленности составляла только 10 тыс. л. с., то в 1847 г. мощность их в промышленности достигла 60 тыс. л. с.» [52, с. 21]. Правительство заботилось и о развитии путей сообщения. В 30-х годах XIX в. Франция имела свыше 250 тыс. км усовершенствованных сухопутных путей сообщения, в том числе около 35 тыс. км государственных дорог — шоссе, основанием которых служили большие камни [165, л. 16], а в 1836 г. был принят закон об улучшении и строительстве проселочных дорог.

«Что касается железных дорог, то в этом вопросе Моле<sup>1</sup> натолкнулся на неумный скептицизм и дух рутины, царивший в парламенте, и не мог провести в парламенте закона о государственном строительстве железных дорог, несмотря на очевидные выгоды этой системы для страны. . . Тем не менее в 1837 году удалось настоять в принципе на проведении шести больших железнодорожных линий» [33, т. 3, с. 374]. Действительно, к моменту возвращения Ламе и Клапейрона во Францию в стране действовали всего три небольшие железные дороги: Лион—Сен-Этьен, протяженностью 58 км, Сен-Этьен—Андрезье, 18 км, и Андрезье—Руан, 67 км. Все три дороги были построены частными компаниями по различным техническим условиям. «Сверх того, каждая дорога построена с особой целью и потому неудобна для способа перевозки, употребляемого на другой» [165, л. 20].

Следует отметить, что ведомство путей сообщения и Институт Корпуса инженеров путей сообщения России проявляли значительный интерес к развитию строительного искусства и путей сообщения во Франции. Поэтому многие ученые института и его питомцы в 30-х годах посещали Францию и другие европейские

---

<sup>1</sup> Матье Луи Моле — французский государственный деятель, был министром иностранных дел, управляющим ведомства путей сообщения, министром юстиции. При Луи Филиппе — председатель Совета министров (1836).



страны и представляли технические отчеты о своих наблюдениях в той или иной области знаний. Часть этих отчетов появилась в печати. Так, М. С. Волков опубликовал свои наблюдения в Журнале путей сообщения (1838) под названием «О сведениях, собранных за границей по части строительного искусства». В этой работе он подчеркивал, что железная дорога между Андрезье и Сен-Этьеном «устроена для возки угля лошадьми», с очень крутыми поворотами, «по которым не могут ходить пароходы<sup>2</sup> примыкающей к ней Руанской дороги». С другой стороны, на Сен-Этьенской железной дороге «со времени одного несчастного случая пароходы употребляют только для перевозки угля, пассажиров же возят на лошадях» [13, с. 251—252].

Таким образом, фактически железных дорог во Франции ко времени приезда Ламе и Клапейрона на Родину еще не было. Такое положение, конечно, не могло удовлетворить Ламе. Ведь он еще в России, побывав на открытии Ливерпуль-Манчестерской железной дороги, пожалуй, одним из первых во Франции осознал значение этого вида транспорта для развития экономики и обороноспособности своей страны. Поэтому он, как и Клапейрон, решил заняться проблемами железнодорожного строительства во Франции.

Уже 20 июня 1832 г. Ламе и Клапейрон выступили на конференции Политехнического общества с докладом «О железных дорогах, рассматриваемых с точки зрения обороноспособности страны». Основные положения доклада они опубликовали в июле 1832 г. в книге «Заметки о железных дорогах» [Л. 29]. Соавтором книги был также А. Пердонне (1801—1867) — выпускник Политехнической школы, профессор Центральной школы искусств и мануфактур. Он написал первую статью — «Заметка о преимуществах железных дорог по сравнению с другими искусственными путями сообщений», а вторую статью под тем же названием, что и доклад, написали Ламе и Клапейрон. Подписана она «инженеры королевского Горного корпуса».

Эту работу, объемом 12 страниц, они начинают с выяснения роли железных дорог для защиты госу-

---

<sup>2</sup> Одно время вместо паровозов употреблялось слово «пароходы», вспомните «Попутную песню» М. И. Глинки.

дарства в случае вторжения врага, особенно в сравнении с другими средствами сообщения. Такая проблема ранее не рассматривалась, пишут авторы, однако «последние события достаточно доказали бессилие крепостей для подтверждения независимости нации» [Л. 29, с. 27]. Чтобы выяснить роль железных дорог в искусстве фортификации, «может быть, бесполезно будет бросить взгляд на прошлое — единственное руководство, которое у нас есть, чтобы приподнять завесу будущего» [там же]. Поэтому авторы ведут повествование от средневековья, с военных машин, разрушающих феодальные цитадели, с численности войск, которая всегда была первым элементом успеха кампании. Теперь же маневренность войск может служить компенсацией недостаточной численности. Для этой цели, говорят они, и должны служить усовершенствованные железные дороги, которые позволят выдержать борьбу против превосходящих сил противника.

Самое интересное в работе Ламе и Клапейрона — то, что они разработали первый перспективный план начертания сети железных дорог во Франции. Авторы в соответствии с предназначением дорог для коммерческих и военных целей предусматривают создание двух категорий железнодорожных линий. Первая — пути, «сходящиеся внутри страны к важным городам», так называемые центральные железные дороги. Сюда будут относиться линии Париж—Гавр—Руан. . . Тур—Орлеан и т. д. Вторая серия — пути, параллельные границам, так называемые круговые железные дороги. Этот план имел важное значение, поскольку предопределял основы становления сети железных дорог внутри страны коммерческими и оборонными соображениями.

Между прочим, в работе рассматриваются возможные варианты нападения вражеских войск. Заканчивается книга примечанием, в котором приведен расчет числа локомотивов, необходимых для перевозки 20 тыс. пехоты, 5 тыс. кавалерии и снаряжения, 60 пушек. Авторы исходят из предположения, что в военный момент скорость передвижения должна быть 6 лье в час (около 24 км/ч). Такая же скорость приведена в книге М. Шевалье [84], изданной в Париже в 1838 г. В ней говорится, что во Франции — сердце Европы. . . скорость движения общественных экипа-

жей — 2 лье в час, скорость железных дорог — 6 лье в час, т. е. в три раза больше. Данные приведены на 1836 г.

Наряду с изданием указанной работы Ламе и Клапейрон решили заняться инженерной деятельностью в области строительства железных дорог. Они вместе с двумя братьями, Евгением и Стефаном Флаша, которые впоследствии стали известными инженерами (например, Е. Флаша строил Симплонский туннель), образовали специальное акционерное общество, имевшее статус консультирующего органа при крупных предприятиях и стройках. Свою программу организаторы общества изложили в книге «Политические и практические взгляды на общественные работы во Франции», изданную в сентябре 1832 г. объемом в 334 страницы [Л. 30].

В предисловии авторы пишут: «Желая счастья и процветания страны, мы объединились для изучения всех вопросов, важных для развития торговли, промышленности, финансов и строительных работ; мы объединились, чтобы дать наше мнение по этим вопросам. . . так как они становятся сегодня поистине политическими вопросами» [там же, с. 11—12]. Авторы уделяют большое внимание общественным работам, так как их развитие «может принести первенство и стать мощным лекарством от нищеты рабочих, банкротства фабрикантов» [там же, с. 12]. В конце книги они даже приводят сравнение смет публичных работ, выполненных государством и компаниями.

В это время во Франции все общественные работы проводились под руководством Управления мостов и дорог или ставились на торги для частных компаний. В высказывании по этому вопросу Ламе и его другие соавторы проявили себя как настоящие государственные деятели. Они пишут, что полностью отдают предпочтение Управлению мостов и дорог, т. е. государственному способу производства работ, ведь не зря, добавляют они, Политехническая школа уже 20 лет поставляет первых учеников в Корпус мостов и дорог. «Наше объединение будет вспомогательным для Управления мостов и дорог. . . В то же время мы объявляем себя противниками продажи с торгов, и мы приложим все усилия, чтобы наше мнение разделяли администрация и публика» [там же, с. 22].

Свои цели они выражают в следующих пунктах. «Мы предлагаем: 1) дать наше обоснованное мнение о пользе, как практической, так и теоретической, каждого предложенного проекта по общественным работам; 2) изучить и проверить все работы, которые нам казались бы полезными; 3) сделать самим эти исследования для компаний, которые нас об этом попросят, и даже за наш счет; 4) дать наше мнение или привлечь внимание публики ко всем вопросам, посвященным промышленности, торговле, финансам» [там же, с. 23]. Первые три главы книги посвящены в основном строительству каналов во Франции и в Англии, их стоимости и сравнению. Здесь еще раз подчеркивается: «В интересах всего общества, чтобы правительство взяло на себя устройство каналов, железных дорог, требующихся для промышленности и сельского хозяйства; работы так же хорошо проводятся правительством, как и компаниями» [там же, с. 67].

Вопросы строительства железных дорог рассматриваются в гл. 5, 6. Эти две главы, вероятно всего, писал Ламе, используя, конечно, свой технический отчет по английским железным дорогам, представленный в 1831 г. русскому ведомству путей сообщения. 5-я глава начинается с постановки вопроса: какова польза каждого из двух видов путей сообщения — каналов и железных дорог и какой вид транспорта выгоднее. Чтобы дать ответ, автор обращается к строительству железных дорог в Англии. «Увлечение железными дорогами возникло в тот момент, когда Англия искала выхода из индустриального и торгового кризиса и искала лекарства для полного восстановления путей сообщения» [там же, с. 76].

Останавливаясь подробнее на постройке и эксплуатации линии Ливерпуль—Манчестер и сравнивая ее с французской железной дорогой Андрезье—Руан, авторы выдвигают предположение о разделении всех путей сообщения на два класса. «Мы думаем, — пишут они, — что общая система коммуникаций во Франции не должна состоять только из каналов или железных дорог» [там же, с. 87]. Они предполагают создать так называемую «сеть первого порядка», к которой будут относиться каналы большого сечения и железные дороги первого порядка, т. е. дороги, которые обслуживаются локомотивами, а также «сеть второго по-

рядка», состоящую из каналов малого сечения или железных дорог второго порядка — с конной тягой или со стационарными паровыми установками. Выбор того или иного средства транспорта второго порядка должен зависеть от рельефа местности.

Отвечая на поставленный вопрос, какой из путей сообщения выгоднее, они пишут: «Сегодня транспорт делится на земной и водный. Первый — для людей и дорогих товаров, второй — для дешевых товаров». Первый — более быстрый, второй — более дешевый, и «конкуренция между ними ускорит промышленное будущее Франции». Здесь же авторы предлагают проект сети железных дорог первого порядка: Париж—Валансьен—Лилль—Кале; Париж—Гавр; Париж—Страсбург; Париж—Лион—Марсель; Париж—Бордо с ветвью на Нант; Бордо—Лион, а также дороги, параллельные северным границам. Общая протяженность этих дорог около 3500 км; они приводят и приблизительную стоимость строительства — 560 млн. франков [там же, с. 104—105].

Главы 7, 8 посвящены строительству каналов, описанию бассейнов четырех рек Франции — Роны, Жиронды, Луары и Сены, постройке доков, торговых домов, ирригационных каналов, мостов и другим работам. Последние две главы (9 и 10) отводятся различным сметам и системам финансирования. Такова была программа действий. Кроме того, авторы предлагали провести ряд строительных работ, «из которых большая часть, признанная разумной и полезной, была с тех пор реализована» [78, с. 245].

Интересно отметить, что в законе относительно устройства больших линий железных дорог, изданном 11 июня 1842 г., предопределяется сеть железнодорожных путей. И в общих чертах она повторяет начертание, предложенное Ламе и его соавторами. В первой статье закона говорится следующее: «Надо установить систему железных дорог, направляющихся: 1) из Парижа к границам Бельгии через Лилль и Валансьен; к Англии через многочисленные пункты на побережье Ламанша, которые затем будут определены; к границе Германии через Нанси и Страсбург; к Средиземному морю через Лион, Марсель и Сет; к границам Испании через Тур, Пуатье, Ангулем, Бордо и Байонну; к океану через Тур и Нант; к центру Франции через Бурже;

2) от Средиземного моря к Рейну через Лион, Дижон, Мюлуз; от океана к Средиземному морю через Бордо, Тулузу и Марсель» [93, с. 145].

Вскоре Ламе, Клапейрон и братья Флаша начали строительство железной дороги Париж—Сен-Жермен длиной 18 тыс. 500 м. Процесс строительства был довольно сложным. Профессор Института путей сообщения М. С. Волков побывал на строительстве дороги и дал его описание. «Г. Клапейрон имеет в своем ведении практическую часть, г. Ламе приносит пользу своими теоретическими познаниями, а г. Флаша заведует экономической частью. В этих превосходных работах есть много любопытного: новое, удовлетворительнейшее решение вопроса о разрезке косых каменных сводов, построение внутренней одежды подземных галерей, новая система деревянных косых мостов, укрепление больших деревянных ферм для увеличения их прочности соразмерно величине и скорости пробегаемых по мостам грузов и пр. Половина деревянного моста на Сене при Аньере построена для опыта из вымоченного в растворе сулемы дерева. Это средство найдено предохраняющим дерево от гниения. Отличный порядок учрежден при развозке земли; для этого употребляют те же железные рельсы; сначала возили лошадьми, а теперь употребляют пароходы. Ныне дорога эта уже открыта и почти все работы приведены к окончанию» [13, с. 254, 255].

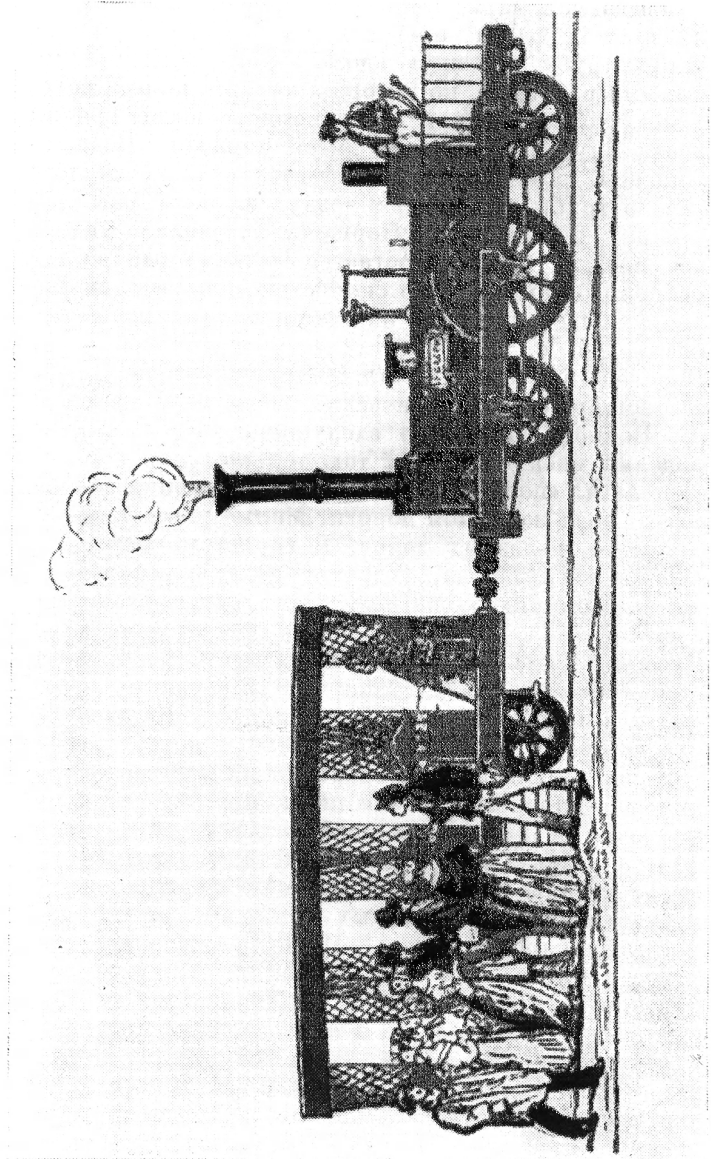
В библиотеке Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта сохранился Атлас чертежей железной дороги Париж—Сен-Жермен, привезенный П. П. Мельниковым после его поездки в Европу, где он встречался с видными строителями железных дорог, в том числе с Ламе [46, с. 11]. Они выполнены на 24 листах большого формата и были рассмотрены Комиссией проектов и смет в 1838 г. Этот факт лишний раз подчеркивает, с каким интересом относилось русское ведомство путей сообщения к строительству железных дорог в Европе.

Железная дорога Париж—Сен-Жермен «в сущности была первой французской линией, и торжественное открытие ее состоялось 29 августа 1837 г.» [103, с. 16]. При этом паровозы не доходили до конечной станции, так как перед ними были откосы Пека. Здесь была установлена специальная система тяги, «чью оригиналь-

ность нельзя обойти молчанием» [там же, с. 17]. Это так называемая «атмосферическая», т. е. пневматическая, система. Она представляла собой «большую чугунную трубу, лежащую вдоль дороги, между двумя железными рельсами, по которым катятся колеса вагонов, так что ее верхняя часть немного выше уровня рельсов. Внутри трубы находится поршень. Воздушные насосы, помещенные в значительном расстоянии от начала трубы, разрезают воздух на всем протяжении перед поршнем. . . Поршень. . . может увлечь целый поезд». Состав трогается, «движимый силой атмосферного давления, со скоростью, впрочем, значительно меньшей скорости на обыкновенных железных дорогах» [44, с. 274].

Впоследствии Ламе читал в Парижской Академии наук мемуар о пневматических железных дорогах. М. С. Волков считал его заслуживающим внимания и разделял мнение Ламе, с тою только разницей, что он не полагал «полезным для малых расстояний вообще никакого рода железной дороги. Малые расстояния не в характере железных дорог. В гористом месте, для замещения тяги цепью, — другое дело; на подобных малых расстояниях, может быть, новый способ полезен» [14, с. 143].

Русский путешественник Владимир Строев, посетивший Париж в 1839 г., пишет: «Железные дороги открыты в Сен-Жермен и Версаль. Сен-Жерменская дорога устроена превосходно. . . Зала, в которой собираются посетители и ждут отправления паровоза, просторна и обставлена удобными скамьями; стены покрыты холстом, на котором изображены аркады, ниши, фигуры и разные атрибуты. На щитах золотыми буквами начертаны в хронологическом порядке имена всех знаменитостей, известных по первым опытам или открытиям в паровом деле. . . Паровоз останавливается на трех пунктах, при трех селениях: Аньер, Рюэль и Нантерр. . . Паровоз ходит из Парижа в Сен-Жермен (до Пека) обыкновенно в полчаса, т. е. проезжает в полчаса почти девятнадцать тысяч метров. . . Но при железной дороге нет вокзалов, как у нас, и потому они служат только средством сообщения, а не центром прогулки» [68, с. 204—205]. Строев имел в виду Павловский вокзал на единственной в то время железной дороге Петербург—Царское Село—Павловск. Этот вок-



*Первый паровоз Сен-Жерменской железной дороги.*



зал действительно был зданием «с гостиницей для пристанища и удовольствия публики» [61, с. 26]. В здании вокзала играл оркестр, выступали знаменитые дирижеры, пел цыганский хор, и постепенно Павловск превратился в своеобразный музыкальный центр столицы.

Интересно, что в это время во Франции каждый паровоз был известен не только по имени его конструктора, но имел и собственное имя. Так, на дороге Париж—Сен-Жермен в первые годы ходили четыре «паровые машины» — Дени Папен, Сена, Тейлор, Этна [94, с. 218].

По свидетельству П. П. Мельникова, «всего во Франции была в 1838 г. 181 верста конченных железных дорог, из коих не более как на 5 % употреблялись паровозы, на остальном протяжении перевозка совершалась лошадьми» [47, с. 8].

В некоторых биографических материалах о Ламе говорится, что до 1839 г. он был «одним из строителей двух первых железных дорог, возводимых вокруг Парижа: Париж—Сен-Жермен и Париж—Версаль (правый берег)» [96, с. 272]. По другим же источникам (см., например, Бертрана [78]), он принимал участие только в строительстве первой из упомянутых дорог. Действительно, никаких документальных подтверждений тому, что он строил железную дорогу Париж—Версаль (правый берег), найти не удалось. Так, например, во французском Горном журнале напечатаны постановления о различных перемещениях, назначениях и награждениях. В частности, приведено решение от 7 мая 1835 г. о том, что Клапейрону предоставляется управление работами по постройке железной дороги Париж—Сен-Жермен. В то же время относительно Ламе никаких сведений нет. Может быть, он участвовал в сооружении дороги Париж—Версаль как инженер-консультант. В русской литературе и в архивах Ленинграда также нет данных о том, что Ламе принимал активное участие в строительстве этой дороги.

Инженерная служба Ламе была достойно вознаграждена. Так, еще в апреле 1822 г., находясь на службе в России, он получил степень инженера II класса. Почти сразу же после переезда во Францию, в апреле 1832 г., Ламе уже имел чин инженера I класса, а 22 декабря 1836 г. последовал королевский указ,

по которому ученый стал главным инженером II класса. По этому поводу Ж. Бертран, биограф Ламе, пишет, что «горная администрация, хотя и не имела его в списке активно сотрудничающих, все же сохранила в списке инженеров имя, которым она могла гордиться». Благодарственное письмо Ламе демонстрирует «всю скромность его души и благодарную теплоту его сердца»: «. . . мое участие в работах горного корпуса столь косвенное и слабое, что, я думаю, не имею никаких прав на награду» [там же, с. 247]. Спустя еще девять лет постановлением Горного министерства от 23 декабря 1845 г. Ламе был назначен главным инженером I класса.

Вскоре Ламе отказался от инженерной деятельности. В 1832 г. ему предложили кафедру физики в Политехнической школе. Кроме того, видимо, он смог материально обеспечить семью и поэтому, «изменяя карьеру без изменения своих намерений и цели, начал новую жизнь» [там же, с. 245].

Таким образом, Ламе впервые обстоятельно и научно обобщал роль железных дорог в становлении и развитии промышленности и торговли как в России, так и во Франции, своими теоретическими трудами и строительством железной дороги Париж—Сен-Жермен он положил начало сооружению во Франции сети железных дорог с паровой тягой. Эта его деятельность еще не получила достаточного освещения в печати.

## § 2. Система образования и преподавательская деятельность Ламе в Париже

В 1832 г. Габриэль Ламе оставил инженерную службу и занялся преподавательской деятельностью. Он стал профессором прославленной Политехнической школы. В 1832—1844 гг. он заведовал кафедрой физики, затем стал экзаменатором этой же школы, а в 1848 г. начал читать лекции в Сорбонне. Ж. Бертран указывает, что математические работы, выполненные в России, помогли Ламе получить кафедру физики в Политехнической школе. Основную роль в этом сыграл его «Мемуар о распространении тепла в многогранниках» [Л. 32]. Интересно, что уже в нем Ламе поставил вопрос о том, что объединяет различные

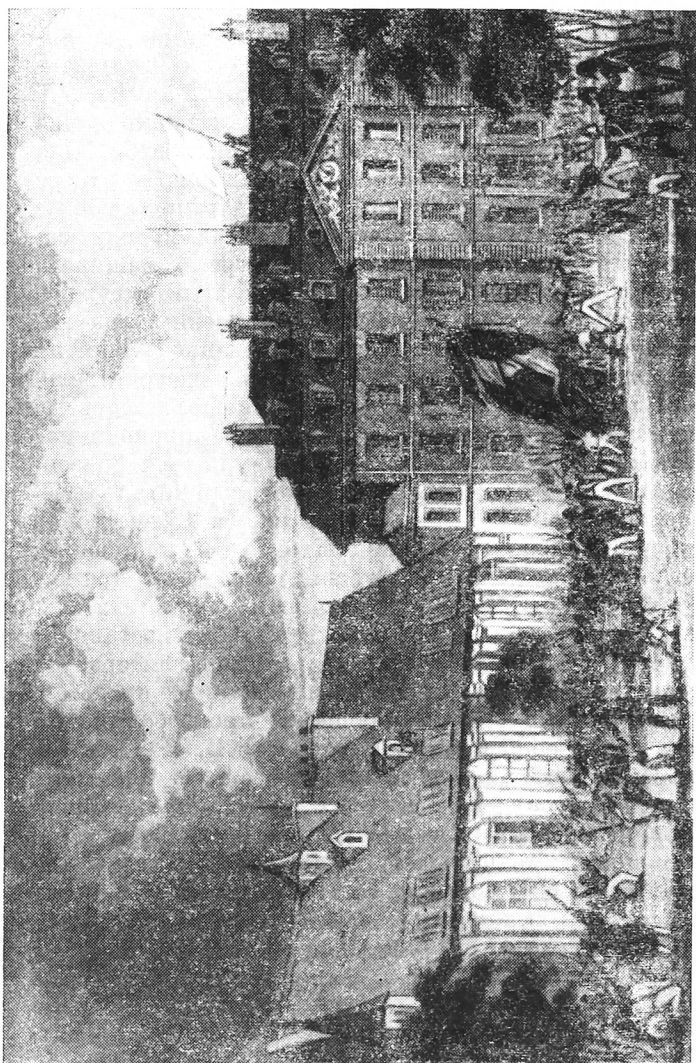
науки. Этим вопросом он будет интересоваться на протяжении всей жизни и подробно осветит его в одной из последних работ по математической физике. И именно мемуар о распространении тепла показал, что «назначение автора чисто математического мемуара на кафедру физики Политехнической школы было заслуженной оценкой уважения Академии» [78, с. 249].

До 1830 г. Политехническая школа находилась в ведении Министерства внутренних дел, а затем была передана в подчинение Военному министерству. Курс обучения остался двухлетним. Преподавались следующие предметы: 1) математический анализ, 2) начертательная геометрия, 3) механика и курс о машинах, 4) физика, 5) химия, 6) геодезия, 7) архитектура и начала строительного искусства, 8) военные науки, 9) топография, 10) языки, 11) рисование. Занятия обычно начинались 15 ноября (для младшего отделения) и 5 ноября (для старшего) и продолжались до 1 сентября следующего года. Экзамены проводились в сентябре, а затем наступали каникулы — с 25 сентября до 10 ноября. Курс физики, который читал Ламе, продолжался все два года. При школе существовал физический кабинет, в нем находились подробные, тщательно выполненные чертежи, пособия по геометрии и рисованию, модели машин и их частей.

О Политехнической школе, вернее, о постановке занятий в ней, в русской исторической литературе написано очень мало. Тем больший интерес представляет описание школы, выполненное профессором Института путей сообщения в Петербурге В. П. Соболевским. В 1856 г. он был командирован во Францию, Бельгию, Пруссию, в частности с тем, чтобы «во Франции ознакомиться с состоянием и ходом учебной части известнейших технических парижских заведений, как то: *École polytechnique*, *École des ponts et chaussées*, *École des mines*, *École central des arts et métiers*. Стараться при этом ознакомиться с методами преподавания различных предметов, распределением классных занятий, руководствами. . .».<sup>3</sup> После приезда он представил отчет о поездке, в котором подробно освещает

---

<sup>3</sup> Вкладыш в рукописный отчет В. П. Соболевского. Неопубликованный отчет хранится в библиотеке ЛИИЖТа.



*Политехническая школа.*

и учебные заведения европейских стран, и различные промышленные предприятия.

Во Франции Соболевский посетил Центральную школу искусств и ремесел, созданную в 1829 г. для «образования гражданских инженеров, заводских и фабричных управителей и преподавателей практических наук», Школу мостов и дорог и Политехническую школу. Отметив, что последняя помещается в ветхих и неудобных зданиях бывшего монастыря, Соболевский описывает распорядок дня воспитанников. Интересно привести его полностью, чтобы знать, в каких условиях жили учащиеся, и понять метод преподавания, принятый в школе.

«Политехническое училище учреждено на 300 воспитанников: все они живут в училище и увольняются в отпуск два раза в неделю, по воскресеньям с утра и по средам после обеда. Воспитанники встают ежедневно в 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub> часов утра. К 6 часам они должны быть уже в учебных залах и готовиться к лекциям. В 8 часов они получают завтрак, а в половине девятого начинаются лекции, продолжающиеся каждая полтора часа. От 10 до 11 часов. . . воспитанникам дается час времени на повторение слышанной лекции и на приведение в порядок их заметок. От 11 до 2 часов воспитанники упражняются в лаборатории — химической или физической; или слушают лекции из естественных наук; или, наконец, занимаются графическими работами. В 2 часа обед, и потом до 5 часов рекреационное время. От 5 до 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> часов — репетиции, рисование и языки. Воспитанники ужинают в 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> и ложатся спать в 10 часов» [64, л. 27].

Соболевский считает, что система преподавания в школе глубоко продумана. В частности, здесь нет лекций, не сопровождаемых репетицией, т. е. каждый профессор в начале урока спрашивает по крайней мере одного воспитанника. Учащиеся повторяют лекцию, меньше утомляются, а профессор узнает, насколько была усвоена предыдущая лекция. Так же, конечно, поступал и Ламе.

Час, который отводится на повторение лекций, предназначен только «для известного предмета», при этом присутствует преподаватель, который может дать необходимые объяснения. Кроме того, в вечерние часы назначаются особые репетиции, на которых прове-

ряются и оцениваются знания учащихся. Каждый день воспитанникам читается не более двух лекций. «Таким образом, здесь на каждом шагу видим приготовление и репетицию, тогда как в большей части учебных заведений большая часть времени посвящается лекциям», в результате чего ученики, «переходя беспрестанно от одного факта к другому. . . очень скоро забывают пройденное» [там же, л. 29].

Воспитанник должен непременно подготовиться к каждой лекции, внимательно прослушать ее, сразу же повторить, а вечером закрепить знания. (Действительно, и в современных руководствах по поводу того, как лучше готовиться к экзаменам и лучше запомнить материал, говорится, что первое повторение должно следовать как можно быстрее за вновь получаемой информацией). Вот эта система, как считает Соболевский, а также строгость приемных экзаменов, и привела к тому, что Политехническая школа стала «европейской знаменитостью». «Мне говорили, — пишет он, — что число конкурентов для поступления в училище переходит иногда за тысячу при каких-нибудь 120 вакансиях» [там же, л. 34].

Однако лучшим учебным заведением Соболевский все же считает Школу мостов и дорог. Он указывает, что школа имеет прекрасную библиотеку, «с которой могут соперничать только библиотека Берлинской строительной академии и нашего института по богатству заключающихся в них ученых материалов для строителя» [там же, л. 13]. Преподавание в Школе мостов и дорог включало лекции, составление проектов, химические работы, снятие чертежей, съемку и нивелирование, а также большой объем практических работ. Курс обучения трехлетний. В высшем классе курс паровых машин читал Клапейрон (с 1844 до смерти в 1864 г.). «Бывают случаи, что. . . училище приглашает для бесед [т. е. для кратких курсов, — М. В.] постороннего инженера, если он приобрел на работах особые специальные сведения по какой-либо части инженерного искусства или сделал в нем важные усовершенствования» [там же, л. 18 об.]. В результате знакомства с учебными заведениями Франции, Бельгии и Германии и с системой преподавания в них Соболевский сделал следующий вывод: Школа мостов и дорог «в настоящее время есть едва ли не одно из самых луч-

ших технических заведений на западе Европы» [там же, л. 24об.].

Ламе был профессором физики, т. е. возглавлял кафедру физики с 1832 по 1844 г. В книге Ж.-П. Калло, посвященной истории Политехнической школы, воспроизведен портрет Ламе, тот же самый, что и на обложке нашей книги, а рядом с портретом — слова «Один из лучших математических гениев нашего времени, изобретатель криволинейных координат» [82, с. 198]. Ламе работал в Политехнической школе вместе с выдающимися французскими учеными. Так, профессорами математического анализа были Э. Л. Матье с 1828 по 1838 г., затем Ж. Лиувилль, окончивший Политехническую школу в 1825 г. Кафедре механики возглавляли: Л. М. Навье (1831—1836), выпускник этой же школы 1814 г. Ж. Дюамель (1837—1839), Ж. Штурм (1840—1850). Профессором геометрии был Ш. Лерой, а кафедрой геодезии, топографии, машин заведовали Ф. Савари в 1832—1841, М. Шаль в 1842—1851 гг., оба являлись выпускниками Политехнической школы 1815, 1814 гг. соответственно. И, наконец, профессорами кафедры химии до 1840 г. были Ж. Гей-Люссак, затем Рейно, которые окончили это же учебное заведение.

Чтение лекций привело к созданию учебного двухтомного курса физики [Л. 36], написанного Ламе — горным инженером, профессором Политехнической школы. Первый том занимает 552 страницы и посвящен общим свойствам тел и физической теории теплоты. Второй том состоит из двух книг. Первая (454 страницы) включает в себя акустику и физическую теорию света. Вторая часть второго тома (321 страница) издана в 1837 г. В нее входят разделы: электричество, магнетизм, электродинамика, а также электрохимия. Содержание учебника перекликается с программой курса физики, который Ламе читал в петербургском Институте инженеров путей сообщения.

Курс физики Ламе представлял собой новую страницу в преподавании этой науки. В отличие от предыдущих учебников он изложен на математической основе, и его справедливо считали «революционным». Книга написана ясно, логично, доступным языком. Это именно учебник по физике; так, в нем даже сказано, что знание параграфов, отмеченных звездочкой,

не требуется на экзаменах студентам Политехнической школы.

Излагая свой курс, Ламе, естественно, рассказывает о всех новейших достижениях науки того времени. Так, например, в разделе «Оптика» (2-й том) он говорит о том, что существуют две гипотезы относительно природы света. Первая, так называемая гипотеза эмиссии, предполагает, что светящиеся тела посылают по всем направлениям некоторую субстанцию, очень протяженную, которая пересекает прозрачные тела без потери скорости. Часть этой субстанции и попадает в органы зрения, вызывая образ. Вторая гипотеза не считает возможным транспортировку материального агента на большие расстояния, но предполагает, что колебания самих молекул твердого тела вокруг их положения равновесия связаны с молекулами распределенной везде эфирной жидкости. Эти колебания, распространяясь, достигают органов зрения и передаются на оптический нерв [там же, т. 2, с. 101]. Сам Ламе следовал теории волнового движения. Он и в последующие годы придерживался господствовавшей тогда теории мирового эфира. Курс физики Ламе неоднократно переиздавался и служил учебным пособием во многих высших школах, в том числе и в других странах.

О Ламе как лекторе, педагоге сохранились отрывочные воспоминания. Об этом немного пишет Бертран, а также А. И. Дельвиг, впоследствии строитель водопровода в Москве. Дельвиг написал пять томов воспоминаний и передал их директору московского Публичного и Румянцевского музеев Василию Андреевичу Дашкову в 1886 г. с тем, чтобы они были вскрыты, а затем напечатаны через 25 лет. Первый том воспоминаний, охватывающий 1813—1842 гг., был издан в 1912 г.

Андрей Иванович Дельвиг, двоюродный брат поэта Антона Антоновича Дельвига, в 1827 г. поступил в Военно-строительное училище путей сообщения, после окончания которого перешел на 3-й курс Института путей сообщения. Описывая институт в 1830—1831 гг., он вспоминает: «Во 2-й бригаде института, как тогда называли класс, в котором обучались инженер-прапорщики, главные предметы преподавания были: аналитическая механика, приложения к начертательной геометрии, физика, химия, архитектура и военные



науки. Первую преподавал профессор, инженер-полковник Ламе. . . Ламе был человек положительный, глубоко ученый, приятной наружности и изящных форм; читал лекции красноречиво и твердо знал, что читал. . . Клапейрон был, напротив, человек взбалмошный. . . не всегда твердо знал читаемые им лекции и часто затруднялся в математических выкладках, но от природы способнее Ламе, который много выигрывал старательным изучением преподаваемых им предметов» [24, т. 1, с. 129].

А вот как пишет о педагогических способностях Ламе его биограф Бертран. «Ламе в слабой степени обладал специальными качествами преподавателя, глубина его уроков портила ясность. Однако учащиеся его уважали и любили. . .» [78, с. 246]. За ним трудно было следить даже по литографированным лекциям, поэтому если хотели сделать кому-нибудь комплимент, то говорили: «Он понимает своего Ламе». При этом когда к нему обращались за консультацией, Ламе охотно помогал всем, стремясь объяснить доходчиво и понятно.

Во время работы в Политехнической школе Ламе был избран членом-корреспондентом Берлинской Академии наук (1838) и Туринской Академии наук (1839), а 6 марта 1843 г. он стал членом Парижской Академии наук по секции геометрии [97, т. 1, с. 271, 460]. Академия имеет многовековую историю, годом ее основания можно считать 1666 г., когда сформировалась группа парижских ученых под руководством Кольбера. Первое заседание Академии состоялось в июне 1666 г. [100, с. 5], а в 1699 г., при Людовике XIV, она получила официальный статут. В дореволюционной Франции существовало пять академий: Французская; надписей и медалей; наук; живописи и скульптуры; архитектуры.

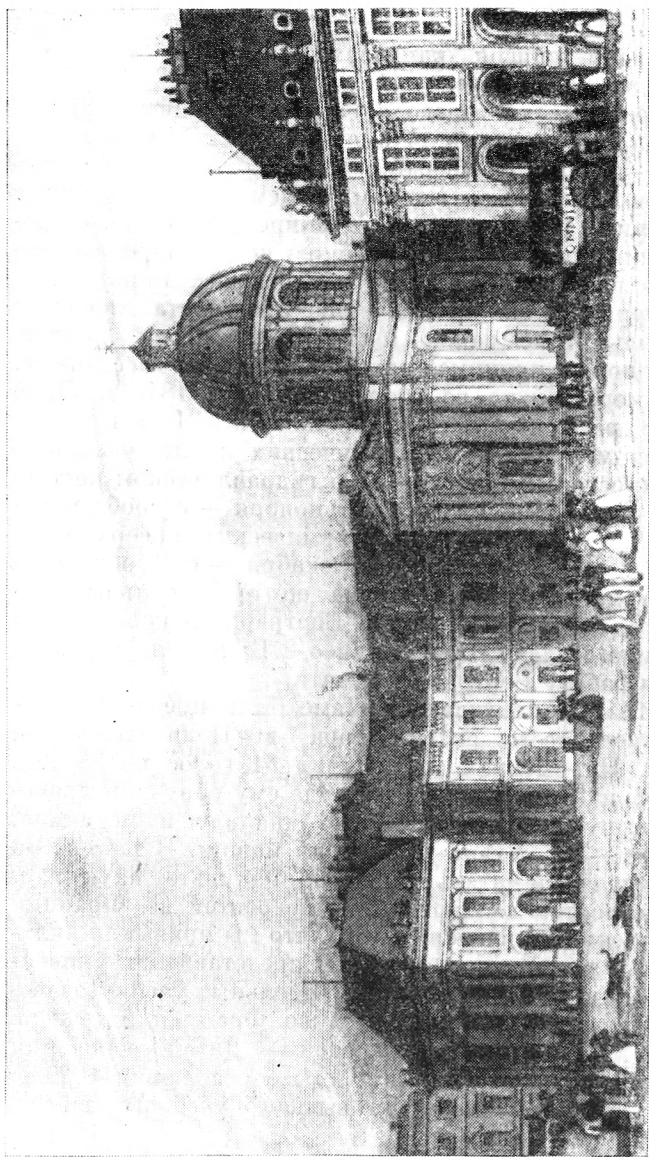
В 1795 г. на базе академий был учрежден Национальный институт. Он состоял из трех отделений: 1) науки физические и математические; 2) науки нравственные и политические; 3) литература и искусства. Каждое отделение делилось на секции. В первом отделении их было 10 — математика, механика, астрономия, физика, химия, естественная история и минералогия, ботаника и растительная физика, анатомия и зоология, медицина и хирургия, сельская экономика и вете-

ринарное искусство. Членами первого отделения, названными Директорией, были: по математике — Ж. Лагранж, П. Лаплас, по механике — Г. Монж, Г. Прони [98]. В 1803 г. Наполеон преобразовал институт, подразделив его на четыре отделения: науки физические и математические, французская лингвистика и литература, история и древняя литература, искусства. К первому отделению была добавлена одиннадцатая секция — географии и навигации, при этом секции были разделены на две группы. Первая — математические науки. В нее входили: геометрия, механика, астрономия, география и навигация, общая физика. Все остальные секции относились к группе физических наук.

В 1806 г. Национальный институт был переименован в Институт Франции (*L'Institut de France*), а в 1816 г. Людовик XVIII возвратил отделениям их прежнее наименование — Академий. В 1832 г. было восстановлено отделение нравственных и политических наук и, таким образом, Институт Франции представлял собой совокупность пяти Академий: Французской Академии, Академии надписей и изящной словесности, Академии наук, Академии художеств и Академии наук нравственных и политических.

Первое отделение института (науки физические и математические) стало в 1816 г. Академией наук. Заседания Академии проводились еженедельно по понедельникам, в 3 часа дня. В зале с трудом помещались 78 человек. Он был плохо освещен, плохо отапливаем. Сеансы Академии были публичные, «не допускались только дамы» [100, с. 39]. В 1835 г. постоянные секретари Араго и Флоуренс начали публиковать еженедельные Протоколы заседаний Академии наук (*Comptes rendus*). Кроме того, Академия издавала Мемуары (*Mémoires*) и Мемуары, представленные в Академию наук посторонними учеными (*Mémoires présentés par les savants étrangers*), а также журнал Института (*L'Institut*). В них неоднократно публиковались работы Г. Ламе, его замечания и высказывания.

Избрание Ламе членом Академии наук служит признанием выдающихся заслуг ученого. Еще на заседании Академии наук 20 февраля 1843 г. старейшина секции геометрии С. Ф. Лакруа объявил, что имеется вакантное место в рядах секции вместо скончавшегося



*Здание Института Франції.*

Пюиссана. Это место предложено считать вакантным 33 голосами против одного. Уже на следующем заседании, 27 февраля, член секции геометрии Г. Либри представил список кандидатов: 1) Бине и Ламе, 2) Шаль, 3) Бланше.

Через неделю проводилось голосование. Присутствовало 57 человек. Ламе получил 30 голосов, Бине — 27. Таким образом, Ламе получил большинство голосов и был избран членом Академии наук по секции геометрии. 15 марта 1843 г. министр народного просвещения представил в Академию копию королевского указа о назначении Ламе «на вакантное место по секции геометрии». И по приглашению президента Академии Габриэль Ламе занял место среди своих коллег. С этих пор он принимал активное участие в заседаниях. Например, только во второй половине 1843 г. Ламе четыре раза выступал с докладами: 31 августа — о своем мемуаре об изотермических и ортогональных поверхностях; 23 октября — о гидравлическом колесе, сконструированном Пассо; 27 ноября — с сообщением о методе исследования изотермических поверхностей [Л. 51, с. 1222—1227]; 4 декабря — с сообщением по поводу мемуара Бертрана об ортогональных поверхностях. Отзыв о работе Бертрана Академия наук поручила сделать Ламе, Пуансо и Бине. Они рекомендовали работу Бертрана к печати.

В 1844 г. кандидатура Ламе была предложена на вакантное место экзаменатора в Политехнической школе. На выборах он получил 31 голос из 38 [90, с. 275], и 13 ноября того же года ему поручили проводить выпускные экзамены по анализу и механике, а позже — по механике и теории машин. В 1848 г. он был приглашен читать лекции на Факультет наук, т. е. в университет г. Парижа. Университет во Франции существенно отличался от того, что мы привыкли вкладывать в это понятие. В нашем представлении университета не было, а были лишь отдельные учебные заведения, поскольку факультеты во Франции в течение всего XIX в. были разобщены. Датой основания университета считается 1150 г. До революции 1789 г. это был единственный тип высшего учебного заведения.

В 1792 г. все 22 ранее существовавших университета во Франции были закрыты. На смену им пришли спе-

циальные учебные заведения. 1 мая 1802 г. был издан закон о народном образовании, который устанавливал три степени обучения: низшую — начальные школы, среднюю — средние школы, лицей и высшую — специальные учебные заведения. Но это положение не удовлетворяло Наполеона. «Преподавательский персонал не был слит в одну корпорацию, и члены его оставались независимыми друг от друга. Наполеон решил создать настоящую гражданскую педагогическую корпорацию совсем иного рода, которой он предполагал дать и доктрину, и устав, и начальника» [33, т. 1, с. 260]. В связи с этим 17 марта 1808 г. все учебные учреждения империи были объединены в одну огромную государственную корпорацию — французский университет. В университет входили даже частные учебные заведения, и только Музей естественной истории и Коллеж де Франс в виде исключения не подчинялись университету. Коллеж де Франс — одно из старейших высших учебных заведений Франции. Основан он в 1530 г., представляет собой объединение кафедр на основе самоуправления; кафедры, руководимые видными учеными, организуют чтение различных курсов для всех желающих по своему усмотрению. Это учреждение не выдает дипломов, не присуждает ученых званий и даже не имеет установленных учебных планов и программ. В конце XVIII столетия коллеж объединял 19 кафедр, а в конце XIX столетия — уже более 40. Лекции в нем читались бесплатно.

Таким образом, под университетом понималась совокупность всех учебных заведений Франции. В нем существовали три ступени образования: высшее, среднее и низшее. Высшее образование давалось юридическим, медицинским, естественным, литературным и богословским факультетами, при этом до 20-х годов XIX в. «естественный и литературный факультеты, почти не имевшие слушателей, являлись в большинстве случаев простыми экзаменационными комиссиями» [там же, т. 3, с. 409]. Революция 1848 г. практически ничего не изменила в жизни университета. Но вскоре после прихода к власти Наполеона III монополия низшего и среднего образования пала (закон от 15 марта 1850 г.), университет перестал быть особой корпорацией, а стал государственным учреждением. В 1852 г. название «университет Франции» было упразднено.

В Париже в штат Факультета наук входили профессор лицеев, Коллеж де Франс, Политехнической школы. Лекции были открыты для всех желающих. К середине XIX в. во Франции был уже 51 факультет, из них 16 физико-математических [35].

Заслуженный профессор Московского университета Н. А. Любимов вспоминал: есть уголок в Париже, «где встретим и высшие интересы, и бескорыстное служение, и благородные струны. Это уголок, посвященный науке. Перейдя при конце Лувра через мост на другую сторону Сены, вы увидите перед собой обширное здание с куполом, над входом его, как и над входами всех публичных учреждений, повешено знамя и начертана надпись L'Institut de France (Французский институт). Это здание включает в себе залы для заседаний Академий и обширную библиотеку. Следуя от института по берегу Сены, вы встретите множество книжных лавок: вы в Латинском квартале, где помещены все главные учебные заведения Парижа. . . книжные магазины, лавки с физическими, химическими, хирургическими инструментами, с предметами естественной истории, кабинеты для чтения с серьезными книгами, прибитые афишки, извещающие о вышедших сочинениях, уроках, заведениях, где готовят к различным экзаменам, все говорит, что вы в центре ученой жизни Парижа» [44, с. 253].

Здесь-то и работал Ламе. Надо отметить, что профессор в университете обычно читал по две лекции в неделю. Занятия заканчивались в июле, а открытие общих лекций происходило в середине октября, после зимнего семестра также были каникулы. Преподавание велось по заранее составленным программам, проверку знаний воспитанников производил специальный экзаменатор. «Жалованье профессора вообще полагается в 5000 франков, за экзамены платится особо» [там же, с. 259].

Иногда в биографических сведениях о Ламе пишут, что он читал лекции в Сорбонне, или на Парижском факультете наук, или в университете. Надо отметить, что эти наименования тождественны. Сорбонна как учебное заведение и общежитие для бедных студентов-теологов была основана Робером Сорбонном в 1253 г. В таком виде она просуществовала до 1792 г. Здания Сорбонны в 1808 г. были переданы Парижскому уни-

верситету, и в них располагались три факультета — теологический (до 1885 г.), литературный и факультет наук.

В 1837—1838 гг. Париж посетил профессор Института путей сообщения П. П. Мельников. Он встречался с Габриэлем Ламе, ознакомился с системой преподавания в Школе мостов и дорог, Горной школе, Центральной школе искусств и ремесел, а также слушал в Сорбонне публичные лекции по курсу рациональной механики. В своем отчете Мельников вспоминает: «Вход в публичные амфитеатры открыт для всякого, и как ни велико число публичных лекций в Париже, но оно оказывается еще недостаточным для огромного числа слушателей. Иногда надобно прийти за полчаса и минут двадцать стоять на дворе, ожидая своей очереди, чтобы попасть на лекцию одного из лучших профессоров» [46, т. 2, с. 32].

Надо отметить, что если в XVII, XVIII вв. наука была достоянием ограниченного круга лиц, то с 30-х годов XIX в. положение меняется. Немалую роль в этом сыграло развитие техники и промышленности, в частности распространение паровых машин, создание сети железных дорог, нового механического оборудования, строительство мостов, портов, гидротехнических сооружений и т. д. Поэтому-то публичные лекции и стали столь популярны. Посещая эти лекции, Мельников «искал только познакомиться с внешними формами преподавания». Он отмечал, что отличительными чертами лучших преподавателей публичных лекций в Париже были: «. . . ясность, точность в изложении, изящный язык, необыкновенное искусство делать интересным самый сухой предмет или ситуациями истории науки, или применением к настоящему быту общества» [там же]. Правда, в 1838 г. Ламе еще не читал лекций в Сорбонне, поэтому Мельников не мог его слушать. Ламе стал профессором университета в 1848 г. и завел кафедру теории вероятностей с 1851 г. Он последовательно читал ряд курсов: по математической теории упругости, теории тепла, теории эллиптических функций — и постепенно его кафедра стала кафедрой математической физики.

В эти годы Ламе продолжает интересоваться и общественной деятельностью. Проработав год в Политехнической школе, а также, безусловно, используя свой

опыт работы в Петербурге в Институте путей сообщения, Ламе вместе со своим другом Клапейроном задумывается над проблемой, характерной для Франции, а именно: об управлении общественными работами. Ведь недаром Ламе говорил о том, что его поражали смелость и размах, с какими русские берутся за различные работы и руководят огромными массами людей. Друзья справедливо считали, что недостаточно знать, какие работы, мероприятия нужно делать для страны, и открыть их финансирование, а нужны также люди, способные эти работы осуществлять. А для того чтобы воспитать таких людей, считают Ламе и Клапейрон, необходимо открыть специальные школы администрирования. Этому вопросу и посвящена их книга под названием «План общей и специальных школ для сельского хозяйства, мануфактурной промышленности, торговли и управления» [Л. 31].

В предисловии Ламе и Клапейрон пишут, что они вместе с братьями Флаша обсуждали необходимость создания специальных школ и считают обязательным специальное образование для тех, кто управляет промышленным развитием Франции, кроме профессионального. Эти высказывания, сделанные в первой половине прошлого века, относительно управления предприятиями и определенных знаний имеют и современное звучание. Авторы считают, что если образование в области изящной словесности и искусств не оказывает непосредственного влияния на развитие индустрии, то научное обучение непосредственно служит прогрессу. Поэтому реформу следует проводить именно с последнего, а затем уже гуманитарные науки привести в «гармонию с государством».

Прежде всего Ламе и Клапейрон рассматривают существующие учебные заведения Франции. Целую главу они посвящают Политехнической школе и подчеркивают, что именно она «формирует наших инженеров» [там же, с. 96]. Затем они останавливаются на Школе мостов и дорог и Горной школе, которые могут служить «прототипом» их начинаний. А их начинания заключаются в том, что они считают необходимым основать центральную, т. е. общеобразовательную, школу и четыре специальные школы. Только тогда общество получит первоклассных «специалистов в сельском хозяйстве, руководителей промышленности, крупных торговцев и администраторов» [там же, с. 129].



Вступительные экзамены в центральную школу будут основываться на программах колледжей. Экзаменационная комиссия в первую очередь должна обращать внимание на способность поступающих воспринимать абстрактные науки. Ламе и Клапейрон предлагают перечень курсов для таких школ, методику занятий и даже указывают места, где должны быть расположены специальные школы по сельскому хозяйству, промышленности и администрированию. Все высказанные предложения были продуманны и аргументированны.

В 40-х годах во Франции усилилась революционная ситуация, что привело в 1848 г. к буржуазно-демократической революции. 24 февраля Луи Филипп отрекся от престола и бежал в Англию. Но Вторая республика просуществовала очень недолго. Уже в декабре 1848 г. президентом Второй республики был избран племянник Наполеона — Луи Наполеон Бонапарт, а 2 декабря он под именем Наполеона III был провозглашен императором Франции. Начался так называемый период Второй империи (1852—1870), который характеризовался дальнейшим экономическим подъемом, ростом темпов индустриального развития, увеличением концентрации промышленного производства. Ламе откликнулся на события революции 1848 г. Он написал брошюру «Эскиз трактата о республике» [Л. 59]. Эта работа, а также книга о специальных школах не приведены в списке трудов Ламе у Поггендорфа.<sup>4</sup>

Однако вернемся к преподавательской деятельности Ламе. Сведения о ней можно почерпнуть из отчетов русских ученых, которых посылали за границу для усовершенствования в науках. Так, например, в начале 60-годов ряд «молодых людей, пожелавших посвятить себя научной деятельности», под надзором известного хирурга Н. И. Пирогова был послан в Париж. Среди них адъюнкты, впоследствии известный русский математик, В. Г. Имшенецкий. Ему удалось добиться разрешения слушать лекции в Политехнической школе, он посещал также Сорбонну и Коллеж де Франс.

---

<sup>4</sup> И. Х. Поггендорф (1796—1877) — немецкий физик, историк и библиограф. Основатель издания «Библиографический словарь к истории точных наук», член Берлинской Академии наук, член-корреспондент Петербургской Академии наук.

Любопытно его мнение, высказанное в письме к другу И. А. Износкову, о том, какие преимущества имеют курсы математических наук в Париже. Он пишет: «Наш математический курс. . . слишком обременен побочными предметами, которые не изучают, а слушают для потери времени, поэтому в отношении главных, существенных предметов он слишком растянут по времени и слишком неполон, и по числу, и по объему предметов. В пример противного я мог бы указать Парижский университет, где в первый год в два семестра читаются в таком же объеме, как у нас, дифференциальное, интегральное, вариационное исчисления и аналитическая механика со всеми ее частями; зато в остальное время можно выслушать полные курсы математической физики, высшей геометрии и несколько ученых (а не учебных) курсов по отдельным вопросам в Collège de France. Из этого сравнения уже видно, что после нашего курса более необходимости в чтении авторов. Без этого запаса, обратившись к самостоятельным изысканиям, человек талантливый, изобретательный постоянно будет чувствовать недостаток ресурсов, т. е. аналитических приемов, и по необходимости заключится в каком-нибудь тесном круге частных вопросов» [1, с. 12].

Все русские молодые ученые, отправленные за границу, писали оттуда рапорты о своей деятельности. Часть из них была опубликована в Журналах Министерства народного просвещения. Из них можно судить, что всех математиков привлекали лекции Ламе — А. Бесселя, Н. В. Бугаева, В. Г. Имшенецкого. «В остальное свободное время до открытия лекций, — пишет Имшенецкий, — я рассчитывал продолжать занятия геометрией Шаля и познакомиться с трудами Ламе, кроме изданных сочинений которого я имею теперь список лекций его (Théorie rationnelle des forces élastiques), составленный одним из русских слушателей его [Горловым]» [31, с. 18] (А. П. Горлов слушал лекции Ламе по теории упругости в 1860 г., он их записал и передал Н. Д. Брашману). Далее Имшенецкий объясняет, почему в каникулярное время он изучал высшую геометрию Шаля и лекции Ламе по теории упругости и по криволинейным координатам, — он считает их базой для последующего изучения трудов этих авторов. Он подчеркивает большой вклад Ламе в развитие вкуса «молодых французских ученых к разработке вопросов

математической физики, так что значительная часть их занимается развитием и приложениями его теорий. . .» [там же, с. 298].

Затем Имшенецкий подробно останавливается на методе преподавания Ламе: «В настоящем триместре. . . в Сорбонне Lamé читает математическую теорию упругости и света. . . Lamé посвятил первую лекцию развитию некоторых общих вопросов, к которым он любит возвращаться в подобных случаях: критика настоящего порядка преподавания в Политехнической школе; лучший план преподавания точных наук, который должен бы был привести к возможно быстрому их развитию и разрешению труднейших вопросов, и пр. Слабое здоровье и лета почтенного профессора не позволяют ему читать свои лекции общепринятым образом, т. е. производить вычисления и доказательства на доске аудитории; поэтому при начале лекции слушателям раздаются литографированные листки с выводами вычислений, которые профессор объясняет по одному из таких листков, причем слушатели должны также воображать относящиеся к предмету чертежи, следя за словами профессора. Должно сознаться, что было бы чрезвычайно трудно следить за таким изложением, не быв вовсе знакомым с предметом. . .» [там же, с. 299].

Об использовании литографированных листков пишет и магистр Бугаев: «. . . я стал в Сорбонне посещать постоянно только лекции Ламе по теории упругости. . . При подобном способе изложения (раздача литографированных листков, — М. В.) у Ламе время выигрывается едва ли не вдвое. Притом, имея эти листки, слушатели очень легко могут сохранить в памяти все заключения профессора. О быстроте, с которой Ламе излагает свой курс, можно судить по тому, что в десять лекций он уже успел пройти почти до приложения теории упругости к двойному преломлению. . . Что касается до самого содержания, то Ламе в весьма редких случаях уклоняется от. . . сочинения (*Leçons sur la théorie mathématique de l'élasticité*. . .) и изменяет только иногда порядок, а не приемы, предлагаемые там. . .» [там же, с. 394, 395]. При этом Бугаев также пишет о том, что Ламе всегда стремится подчеркнуть единство и связь математических наук. «При исследовании колебаний квадратной и прямоугольной пластинок он указал на

важное значение свойств квадратичных форм для этого вопроса и заметил, что свойства других форм в теории чисел находятся в непосредственной связи с другими законами и явлениями природы. . .» [там же, с. 395]. Ламе интересовался и методикой преподавания. Об этом свидетельствует его вводная лекция к курсу математической физики [Л. 72].

Все эти годы Ламе по-прежнему был близок с Клапейроном. Об этом, например, имеется свидетельство Волкова, который встречал рождество в 1845 г. у Клапейрона. «Вчера у Клапейрона вечер был оживленный. Ламе очень любезен. Сыновья и дочь его уже большие. По выезде из России он не имел других детей. „Я обязан многим России“, — говорит он. У Клапейрона две дочери-близняшки; Клапейрон и Ламе весьма религиозны, особенно жена Клапейрона. Были танцы, несмотря на присутствие священной особы, которая с улыбкой смотрела на танцующих. Конфетные билеты — все с молитвами, вместо обыкновенных любовных и двусмысленных стишков. Дерево стояло посредине комнаты. Вещицы разыгрывались картами. Мне достались зажигательные свечки; Ламе — пустая коробочка с фортуною наверху: образ пустоты его науки в отношении к тому, что принято называть Фортунною; Клапейрон получил корзинку — есть что в нее положить, а будет и еще более: он человек практический. Музыки не было . . . Детей и шуму было много» [14, с. 277].

Ламе много работал, и эта нагрузка стала сказываться на его здоровье. Он начал глухнуть. Поэтому в 1862 г. Ламе снял с себя функции экзаменатора, а в 1863 г. в связи с полной потерей слуха он вынужден был уйти из университета. Последние годы его прошли тяжело. Отраднo, что даже в это время Ламе с удовольствием вспоминал нашу страну. «В последний раз я видел Ламе, — пишет А. И. Дельвиг, — очень старым, глухим, болезненным и потерявшим память. Он нанимал в Латинском квартале Парижа очень небольшую квартиру в 5-м, если не в 6-м этаже. Меня он не узнал и не мог припомнить, но с удовольствием отзывался о времени, проведенном им в России, и относился к ней с благодарностью» [24, т. 1, с. 130].

В эти годы Б. Клапейрон работал горным инженером, был профессором Школы мостов и дорог и 22 марта

1858 г. также был избран членом Академии наук по секции механики. Умер Клапейрон в Париже 28 января 1864 г., одна из улиц этого города носит его имя.

Еще перед выходом Ламе в отставку, в июне 1863 г., в Бюро долгот — своеобразном научно-исследовательском учреждении, в котором занимались астрономическими науками и применением их в географии, мореплавании и к физике Земли, оказалось вакантное место. Об этом было доложено в Академии наук. Из двух предложенных кандидатур — Ламе и де Тессан — большинство голосов получил Ламе. Он и был избран почетным членом Бюро долгот.

Скончался Габриэль Ламе в Париже 1 мая 1870 г. На заседании Академии наук 2 мая 1870 г. президент Академии Лиувилль объявил «о горестной утрате, которая постигла ее в связи с кончиной Ламе» — академик по секции геометрии [90, с. 961]. На похоронах Ламе 3 мая выступали: академик Бертран, от имени инженеров Горного корпуса — генеральный инспектор Комб, от имени Факультета наук — профессор Пюизье. Они высоко оценили роль и значение Г. Ламе в развитии науки. «Ламе был великим геометром» [77, с. 274], он разработал методы исследования, которые признаются классическими, он был настоящим мыслителем, дерзким исследователем тайн природы. Отдавая дань таланту Ламе, Академии наук Петербурга, Берлина, Турина, Стокгольма избрали его почетным членом. Завершая свое выступление, Бертран сказал, что «история науки должна ему посвятить более одной страницы и приветствовать его более чем одной главой своих трудов» [там же, с. 276].

### Научная работа Габриэля Ламе во Франции

#### § 1. Работы в области теории упругости

Основные научные работы Габриэля Ламе после возвращения на родину были посвящены задачам теории упругости и математической физики. Разграничить два направления затруднительно, потому что теория упругости во второй четверти XIX в. сформировалась как один из разделов математической физики. Одна из ее задач состояла в том, чтобы построить математическую теорию для изучения внутренних сил, возникающих в упругом теле под действием внешних сил или деформации тела. Подобные исследования были необходимы и для механики, и для техники. Для Ламе вообще характерно близкое соседство его теоретических работ с запросами практики.

Работать в этой области Ламе начал, еще будучи в России. Непосредственным продолжением его трудов является мемуар о законах равновесия эфира, который занимает около 100 страниц в Журнале Политехнической школы и состоит из пяти частей [Л. 33]. В нем автор пытается связать теорию света с теорией упругости и получает дифференциальные уравнения, которые содержат одну упругую постоянную. Правда, в уравнения Ламе вводит некие добавочные дифференциальные коэффициенты плотности. Еще две работы на ту же тему были опубликованы Ламе в Анналах химии и физики [Л. 34, Л. 35].

Вопросов теории упругости Ламе касается и в курсе физики 1836 г. [Л. 36]. При рассмотрении курса видно, что в нем автор еще придерживается униконстантной теории. В 1841 г. в Журнале Лиувилля был напечатан мемуар об изостатических поверхностях в твердых однородных телах при упругом равновесии [Л. 48]. Работа Ламе была затем почти полностью воспроизведена в Лекциях по криволинейным координатам [Л. 67]. В ней Ламе использует уже две упругие постоянные

вместо одной и впервые применяет криволинейные координаты.

В 1852 г. Ламе представил Академии наук «Лекции по математической теории упругости твердых тел» [Л. 63], которые он сопровождал некоторыми замечаниями [Л. 62]. В замечаниях Ламе говорит, что элементы теории упругости были разбросаны в разных работах геометров. «Первые шаги этой науки, совсем новой, были неуверенными. Знаменитые геометры Академии дискуссировали по поводу ее основных принципов, по поводу природы молекулярных взаимодействий, по поводу функций, которые могут описать взаимодействия. . . Сегодня все дискуссии беспредметны, сомнения не могут больше существовать, и эксперименты служат для определения специальных коэффициентов, которые теория не могла установить» [там же, с. 459]. Здесь же Ламе приводит причины, по которым он принимает необходимым существование двух констант в теории упругости, а не одной. Дело в том, что на протяжении довольно большого промежутка времени шел спор о том, определяются ли упругие свойства изотропного тела одной или двумя постоянными. Эти теории назывались соответственно «рариконстантная», или «униконстантная», и «мультиконстантная».

«Большая часть споров велась по вопросу о значении отношения поперечного сжатия к продольному удлинению стержня под действием растягивающей нагрузки, приложенной к его концам. Это отношение называется коэффициентом Пуассона. Пуассон на основании своей теории пришел к заключению, что отношение должно быть равно 1:4. . . Основываясь на экспериментальном материале, Ламе в своем трактате приходит к мультиконстантным уравнениям, и после появления этой книги они стали общепринятыми» [45, с. 26]. Книга Ламе по математической теории упругости издана в 1852 г. (второе издание — в 1866 г.) [Л. 63]. Весь этот курс состоит из 24 лекций, что предназначено для удобства студентов. Они составлены логично, написаны ясным, точным языком. Сюда включены результаты мемуара, написанного Ламе совместно с Клапейроном во время их пребывания в России.

В первой части, объединяющей шесть лекций, представлены общие уравнения упругости в прямоугольных координатах. Интересно замечание Ламе во второй

лекции о способе преподавания курса механики: старый способ — когда начинают со статики и новый — если начинать с динамики. Он считает, что для тех, кто хочет глубоко изучить теорию упругости, порядок следования безразличен, но для тех, кто может получить только частичные знания, предпочтительнее дать разумные идеи динамики и только немного статики. Опыт решит этот вопрос. Ламе не упоминает имен тех, кто внес вклад в науку о сопротивлении материалов, он считает, что ее идеи столь естественны, что принадлежат всем.

Для решения задач теории упругости о деформациях, которые происходят в упругом теле под действием приложенных к нему внешних сил, надо каким-либо образом связать напряжение и деформацию. Тогда определяют общий вид функций, описывающих эту связь. Например, в случае малых деформаций имеем линейную форму. Известно, что физические тела разделяются на однородные и неоднородные; однородные в свою очередь — на изотропные и анизотропные (с одинаковыми свойствами по всем направлениям) и анизотропные (с неодинаковыми свойствами по различным направлениям, например кристаллы.) Для изотропного упругого тела зависимости наиболее простые. Выражения для напряжений в общем случае содержат 36 упругих постоянных. Четвертая лекция Ламе и посвящена тому, что для изотропного тела количество упругих постоянных можно уменьшить до двух. В пятой лекции Ламе получает эллипсоид напряжений, хотя, наверное, правильнее бы его следовало называть эллипсоидом упругости.

В шестой лекции автор дает общие уравнения равновесия упругого тела (в современных обозначениях):

$$(\lambda + \mu) \frac{\partial \theta}{\partial x} + \mu \nabla^2 u + \rho x = 0,$$

$$(\lambda + \mu) \frac{\partial \theta}{\partial y} + \mu \nabla^2 v + \rho y = 0,$$

$$(\lambda + \mu) \frac{\partial \theta}{\partial z} + \mu \nabla^2 w + \rho z = 0,$$

где  $\rho x$ ,  $\rho y$ ,  $\rho z$  — объемные силы;  $u$ ,  $v$ ,  $w$  — перемещения точек упругого тела;  $\lambda$ ,  $\mu$  — две постоянные Ламе, характеризующие упругие свойства твердого тела;  $\theta$  —



объемная деформация. Эти уравнения и вошли в теорию упругости под названием уравнений Ламе.

«Они дают синтез учений о напряжениях, деформациях и зависимости между ними. . . Значит, уравнения Ламе заключают в себе все те предпосылки механического, геометрического и чисто физического характера, на которых основывается теория упругости. Действительно, они:

1) выражают условия равновесия каждого элемента тела (если правые их части равны нулю) или являются уравнениями движения этого элемента;

2) содержат геометрические характеристики деформаций  $u$ ,  $v$ ,  $w$  и  $\theta$ ;

3) содержат физические факторы  $\lambda$ ,  $\mu$  и  $\rho$ , характеризующие упругие свойства и плотность тела.

Уже из этих соображений можно заранее оценить ту огромную роль, которую уравнения играют в теории упругости в смысле возможности при их помощи приступить к решению весьма важных задач» [71, с. 93].

Вторая часть Лекций по теории упругости включает семь лекций и содержит приложения общих уравнений упругости. Ламе исследует уравнения равновесия и движения упругих струн, пластин и прямоугольной призмы. В третьей части (14-я, 15-я, 16-я лекции) рассматриваются общие уравнения упругости относительно цилиндрических и сферических координат вместе с приложениями этих уравнений. Здесь Ламе и ссылается на свой мемуар, написанный совместно с Клапейроном в России [Л. 28]. В 14-й лекции он занимается колебаниями твердого тела в цилиндрической форме и исследует колебания двух различных классов. 15-я лекция посвящена исследованию сферы или тела, ограниченного концентрическими сферическими поверхностями. В качестве приложения он рассматривает внутреннее равновесие земной коры (вопрос, которым он также занимался, еще будучи в России). В 16-й лекции Ламе применяет формулы, полученные в предыдущей лекции, к сферической оболочке. В первом случае он не принимает во внимание внутренних приложенных сил, а во втором учитывает силы притяжения самих частиц. «Таким образом, второй включает первый случай: оба являются частями общей проблемы, которую я назвал проблемой Ламе», — пишет И. Тодхантер. Затем Ламе применяет найденные формулы

к случаю, когда поверхность Земли рассматривается как сферическая оболочка [121, с. 591].

Четвертая часть объединяет последние восемь лекций. Если ранее Ламе ограничивался рассматриванием среды, одновременно однородной и изотропной, то здесь он отбрасывает это ограничение и занимается приложением теории упругости к теории света. Он исследует связь между 36 упругими постоянными в случае, когда двойное лучепреломление возможно. Постепенно благодаря удачному выбору осей координат их можно свести до трех. Эти оси координат называются осями упругости. В результате он получает уравнение, дающее две скорости для плоской волны, проходящей через кристалл. «Я думаю, вместе с Ламе, что его метод является действенным улучшением того метода, который первоначально дал Френель, — говорит Тодхантер, — он кажется мне более удачным относительно механических принципов и включения некоторых предположений» [там же, с. 293].

В следующих лекциях Ламе занимается следствиями, которые получаются из того факта, что у плоских волн существует двойная скорость, и рассуждает о форме волновой поверхности. Затем автор, основываясь на волновой теории, дает объяснение явлениям отражения и преломления света. Последняя лекция содержит несколько общих замечаний по теории света. Существует различие между теорией света Френеля и теорией, разработанной Ламе. Согласно Френелю, направление колебаний в какой-нибудь точке такое же, как направление проекции радиуса-вектора на касательную плоскость к волновой поверхности в этой же точке. По Ламе, направление колебаний распространяется под прямым углом к этой проекции, т. е. параллельно плоскости поляризации. Интересно, что Ламе считает несомненным существование невесомой среды — эфира.

Тодхантер относительно мемуара Ламе пишет: «Нет оценки, которую пришлось бы признать слишком высокой для произведения Ламе; оно представляет собой столь редко встречающийся пример работы философа, который снизошел использовать свое дарование в составлении элементарного руководства по предмету, в создании которого он сам принимает творческое участие. Математические выводы проводятся ясно и убедительно, общие же соображения, которыми он щедро

делится с читателями в начале и в конце своих лекций, поражают изяществом языка и глубиной мысли. Работа достойна писателя, которого Гаусс поместил во главе французских математиков и которого Якоби описал как математика наиболее проникательного» [там же, с. 598]. Лекции по математической теории упругости твердых тел Габриэля Ламе явились первым руководством по этому предмету.

Основной заслугой Ламе при разработке теории упругости явилось введение эллипсоида напряжений и так называемых постоянных Ламе — величин, которые связывают компоненты упругого напряжения с компонентами деформации твердого тела.

Еще одна значительная работа Ламе в этой области — «Мемуар об упругом равновесии сферических оболочек»<sup>1</sup> [Л. 64]. Он посвящен исследованию условий равновесия сферической упругой оболочки, подверженной данному распределению нагрузки на границе поверхности, а также определению результирующих сдвигов. «Эта проблема — единственно общая проблема в теории упругости, которая целиком разрешена. Она может быть справедливо названа именем Ламе» [121, с. 600].

О том же пишет А. Сен-Венан в примечаниях к третьему изданию книги Навье: «Что касается твердых тел конечных размеров, только для сферы заполненной или пустой решена проблема состояния равновесия, определяемого давлением, приложенным и распределенным каким-нибудь способом на поверхности. Именно Ламе дал это прекрасное решение, опубликованное в 1853 г., спустя год после его „Лекций по упругости“» [107, с. CLXXII]. Таким образом, в мемуаре Ламе представил полное решение задачи о деформации сферической оболочки, нагруженной произвольными поверхностными силами.

В 1859 г. Ламе опубликовал знаменитые «Лекции по криволинейным координатам и их различным приложениям» [Л. 67]. В них даются общая теория криволинейных координат и ее применение в механике, теории тепла и теории упругости. Сам Ламе пишет, что «это геометрия, рассматриваемая с точки зрения математической физики» [Л. 67, с. V]. Если в гидростатике

---

<sup>1</sup> Мемуар был прочитан на заседании Академии наук 4 августа 1853 г. Опубликован год спустя.

и в теории потенциала вводились семейства поверхностей уровня, в теории тепла — изотермические, в теории света — волновые, то математическая теория упругости твердых тел ввела в рассмотрение три семейства сопряженных и ортогональных поверхностей. Теоретическая часть курса и содержит формулы для перехода от прямоугольных координат к криволинейным координатам, выражения для кривизны сопряженных поверхностей и их пересечений, законы изменения кривизны поверхностей.

Суть введения криволинейных координат состоит в следующем. Через произвольную точку в некоторой области трехмерного пространства проходят многочисленные тройки взаимно ортогональных поверхностей и координатных линий. В общем случае они будут кривыми (отсюда и название). Задаются уравнения координатных поверхностей и с помощью элемента дуги, т. е. дифференциального параметра первого порядка, устанавливается связь между новой и старой системами координат.

Приложения теории Ламе начинается с преобразований уравнений движения материальной точки в криволинейных координатах, затем рассматривает ряд других уравнений механики и переходит к решению задач равновесия температур для различных тел. Последняя часть курса посвящена математической теории упругости. Автор приводит преобразование уравнений теории упругости при переходе к криволинейной системе координат. В качестве примера Ламе исследует деформацию сферической оболочки. Эти главы (лекции 17—19) лишь немного отличаются от его мемуара 1854 г. Годхантер исследует подробно эти отличия. Он пишет: «В мемуаре Ламе начинается с выражения дифференциальных уравнений в сферических координатах, которые он уже рассматривал в своей работе по упругости. В настоящем томе он выводит уравнения для сферических координат из общих уравнений в криволинейных координатах, которые он ранее исследовал. . . Интересно отметить, что, хотя во многих местах Ламе выражает свое мнение о больших преимуществах, которые вытекают из использования его общих криволинейных координат, все же он допускает, что единственная проблема относительно упругого тела, которая была полностью разрешена, — это проблема, которая вклю-

чает обычные сферические координаты» [121, с. 622].

В Лекциях по криволинейным координатам Ламе ввел понятие дифференциального параметра первого порядка

$$\Delta_1\varphi = \sqrt{\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2},$$

дал определение изостатической поверхности: это непрерывная поверхность, напряжение на касательной плоскости которой в любой точке перпендикулярно к плоскости в точке касания, «по крайней мере таким кажется его определение, но оно здесь не очень ясно» [там же, с. 620]. В конце книги Ламе анализирует принципы, на основе которых строится вывод основных уравнений теории упругости. Последняя лекция так и озаглавлена: «Принципы теории упругости». В ней всего 10 страниц. Ламе отказывается от вывода уравнений по способу Навье, т. е. с применением гипотезы центральных сил, а принимает метод Коши. В результате все необходимые уравнения получаются вообще без привлечения какой-либо гипотезы о молекулярных силах или структуре вещества.

Заканчивая лекции, Ламе пишет: «Без изобретения прямоугольных координат алгебра осталась бы на той же точке, где Диофант и его последователи ее оставили, и мы не имели бы ни исчисления бесконечно малых, ни аналитической механики. Без введения сферических координат небесная механика была бы абсолютно невозможна. Без эллиптических координат знаменитые геометры не могли бы решить многочисленные вопросы, важные в этой теории. . . Теперь необходимо наступило царствование криволинейных координат, так как только они могут помочь приступить к рассмотрению новых вопросов во всей их общности» [Л. 67, с. 368].

## § 2. Работы в области теории чисел и алгебры

Ламе написал немного работ, которые можно отнести к чисто математическим. Так, например, Ламе привлекала теория алгебраических чисел. Один из разделов ее — теория делимости целых алгебраических чисел была создана в связи с попытками решить тео-

рему Ферма. Великая, или последняя, теорема Ферма утверждает, что не существует отличных от нуля целых чисел  $x$ ,  $y$  и  $z$ , для которых выполняется равенство

$$x^n + y^n = z^n,$$

если  $n > 2$ .

Известно, что сам Ферма дал доказательство этой теоремы при  $n=4$  и что существует его пометка на полях «Арифметики» Диофанта о том, что он нашел замечательное доказательство этого факта, но на полях слишком мало места. Впоследствии многие математики занимались этой теоремой, но общее доказательство так и не было найдено. Случай  $n=3$  рассмотрел Эйлер, доказательство для  $n=5$  почти одновременно представили П. Г. Лежен Дирихле и А. Лежандр (Дирихле опубликовал его в 1828 г.). Ламе «очаровала» эта проблема, пишет Бертран, и он в 1840-е годы опубликовал ряд работ по теории чисел в Журнале Лиувилля и в изданиях Парижской Академии наук. Так, Ламе пишет, что из всех теорем Ферма по теории чисел эта — единственная оставшаяся не доказанной. «Я предлагаю в мемуаре установить эту невозможность для  $n=7$  и, следовательно, также для всех  $n$ , кратных 7, нечетных и не делимых на 3 или 5. . .» [Л. 46, с. 195].

Следом за этой работой помещено сообщение Коши о мемуаре Ламе [там же, с. 211—215]. Он пишет: «Академия поручила Лиувиллю и мне представить отчет о мемуаре Ламе о последней теореме Ферма» [там же, с. 211]. Коши указывает, что последней теоремой Ферма занимался Лежен Дирихле, и с помощью некоего искусственного вычисления он доказал ее для случая  $n=14$ . Ламе рассматривает случай, который включает  $n=14$ . В том же номере журнала на с. 276 помещена статья на эту же тему Лебега, профессора Факультета наук в Бордо. В сопроводительном письме он пишет, что предлагает решение, которое не отличается существенно от решения Ламе. В ответ на эту статью Ламе написал Лиувиллю о том, что тщательно просмотрел доказательство Лебега и что у него имеются некоторые возражения. Лебег был согласен с тем, что «возражения Ламе очень глубокие». «К счастью, я признаю, что можно легко завершить мое доказательство и доказать простым способом, что система уравнений. . . невозможна» [там же, с. 346—349].

Кроме теоремы Ферма Ламе занимался и другими алгебраическими уравнениями. Рассмотрим, например, прекрасно, ясно, логично написанную статью о решении уравнения вида  $A^5+B^5+C^5=0$  [Л. 56]. Мемуар состоит из двух частей. В первой говорится о свойствах систем комплексных чисел относительно степени 5. Они представляются в виде:

$$A = a_0 + a_1r + a_2r^2 + a_3r^3 + a_4r^4 = A(r),$$

где  $a_i$  — целые числа;  $r$  — один из четырех мнимых корней уравнения  $r^5=1$ . Во второй части доказывается невозможность решения этого уравнения. В следующей работе Ламе рассматривает общий случай уравнения  $A^n+B^n+C^n=0$  и решает такой вопрос: «В предшествующей работе я доказал невозможность решения этого уравнения для степени  $n=5$ . Можно ли установить такую невозможность для всех степеней  $n$ , четных и нечетных?» [Л. 57].

Небольшая геометрическая статья помещена также в третьем томе Журнала Лиувилля — извлечение из письма Ламе к Лиувиллю по вопросу: «Задан вогнутый многоугольник, сколькими способами можно разделить его на треугольники с помощью диагоналей?» [Л. 39]. В комментарии Лиувилля к статье сказано, что различные геометры, к которым он обращался с этой задачей, ее не решили. «Ламе был более счастливым; я ничего не знаю о других авторах, которые получили бы решение перед ним, такое же элегантно» [там же, с. 505].

Вернемся к теории чисел. В 1847 г. Ламе объявил, что доказал теорему Ферма для всех простых показателей  $n \geq 3$  [Л. 55]. Метод Ламе был основан на арифметических свойствах чисел вида

$$a_0 + a_1\zeta + \dots + a_{n-2}\zeta^{n-2}, \quad (*)$$

где  $a_0, a_1, \dots, a_{n-2}$  — целые числа;  $\zeta = \cos(2\pi/n) + i \sin(2\pi/n)$  — комплексное число. «Однако сразу же Лиувиль обнаружил в рассуждениях Ламе серьезные пробелы, заключающийся в том, что Ламе без доказательства предполагал, что числа вида (\*), подобно обыкновенным целым числам, единственным образом разлагаются в произведения простых (далее неразложимых) чисел» [57, с. 15]. В ответ Ламе сказал, что исправит доказательство. К работе подключился Коши. Около года они занимались этой проблемой; и хотя их

попытки были безрезультатны, полемика впоследствии привела к понятию поля. Затем исследования в этой области успешно продолжил Э. Куммер, который сначала занимался теологией, затем был учеником К. Ф. Гаусса и П. Г. Дирихле, потом преподавал в университетах в Бреслау и Берлине.

Работы Ламе в области алгебры чисел привели к появлению семейства так называемых кривых Ламе, которые описываются уравнением

$$\left(\frac{x}{a}\right)^m + \left(\frac{y}{b}\right)^m = 1,$$

где  $m$  — любое рациональное число, положительное или отрицательное. «Одно из оригинальных свойств рассматриваемых кривых заключается в том, что огибающая кривых Ламе... с одним и тем же показателем  $m$ , параметры  $a$  и  $b$  которых связаны соотношением

$$\left(\frac{a}{c_1}\right)^n + \left(\frac{b}{c_2}\right)^n = 1,$$

где  $c_1$  и  $c_2$  — заданные постоянные, представляет собой кривую Ламе, выражаемую уравнением» [162, с. 181]

$$\left(\frac{x}{c_1}\right)^{m n / (m+n)} + \left(\frac{y}{c_2}\right)^{m n / (m+n)} = 1.$$

Ламе также занимался числами Фибоначчи (Фибоначчи — Леонардо Пизанский — средневековый итальянский математик) и так называемыми числами Фарей [93, т. 1, кн. 3, вып. 1, с. 10]. Ну и, пожалуй, еще одной работой Ламе, которую можно отнести к математическим, является статья о налогах на наследование, напечатанная в 1848 г. в отчетах Академии наук [Л. 58]. В том же году она была перепечатана Теркемом.<sup>2</sup> В ней Ламе решает практические вопросы относительно налогов.

---

<sup>2</sup> Ольри Теркем (1782—1862) — французский математик, окончил Политехническую школу в 1801 г., затем стал профессором математики в Артиллерийской школе. Публиковал много статей в научных и религиозных журналах. Был одним из основателей в 1841 г. математического журнала.



### § 3. Работы по математической физике

Поскольку под математической физикой понимают главным образом математические методы исследования и решения дифференциальных уравнений, встречающихся в физике, появление ее можно связать с постановкой и попытками решения двух задач: о колебаниях струны и изопериметрической. Взлет математической физики начался в XVIII в. с рождения аналитической механики и гидродинамики и в связи с достижениями небесной механики. Затем, в XIX в., прогресс в области электродинамики, гидродинамики, оптики, теории упругости обусловил еще большее развитие математической физики. Одним из основоположников этой науки справедливо считают Ж. Фурье.<sup>3</sup> В работе «Аналитическая теория тепла» он вывел дифференциальное уравнение теплопроводности, разработал метод разделения переменных, в основе которого лежит представление функций тригонометрическими рядами.

Надо отметить, что в математической физике того времени аналитическая теория тепла стояла на первом месте. Ламе занялся вопросами теплопроводности еще в России, под влиянием М. В. Остроградского. Он считал, что «из всех уравнений в частных производных, открытых физико-математическим анализом, простейшими являются уравнения, выражающие общие законы распространения тепла в однородных телах. Поэтому есть все основания полагать, что открыть интегральные соотношения для физических явлений, происходящих в твердом теле заданной формы, удастся лишь после того как эти соотношения будут найдены для частного явления — движения тепла в таком теле» [Л. 32, с. 194].

После приезда во Францию он активно и плодотворно работал в этой области, что помогло ему в 1861 г. создать фундаментальный труд по аналитической теории тепла, а несколько раньше, в 1857 г., написать лекции по функциям, обратным трансцендентным, и в 1859 г. — лекции по криволинейным координатам. Рассмотрим его работы подробнее. Выше было напи-

---

<sup>3</sup> Жан Батист Жозеф Фурье (1780—1830) — выдающийся французский математик, член Парижской Академии наук, преподавал в Политехнической школе.

сано, что сразу же после возвращения во Францию, в феврале 1832 г., Ламе представил в Академию наук «Второй мемуар о распространении тепла в многогранниках». Он был напечатан лишь в 1838 г. [Л. 41]. Там же помещена еще одна его работа — «Об изотермических поверхностях в твердых однородных телах при равновесии температур» [Л. 38]. Она занимает 40 страниц и была написана им, видимо, в 1832 г. Такой вывод можно сделать, так как обе статьи помещены в одном номере журнала и, кроме того, вторая из них подписана «горный инженер, профессор физики Политехнической школы», а начиная с 1834 г. все статьи Ламе подписывал просто «профессор физики Политехнической школы».

Таким образом, мемуар об изотермических поверхностях является прямым продолжением его работ, начатых еще в России, а может быть, и был задуман там. В этом мемуаре Ламе намечает все направления, над которыми он впоследствии работал. Мемуар напечатан также в Журнале Лиувилля, причем Лиувилль дал следующий комментарий: «Мы перепечатаваем эту работу, так как сборник, в котором она напечатана, мало распространен и, особенно, потому, что искусный анализ, который применяет автор, открывает путь в решении дифференциальных уравнений в частных производных» [Л. 38, с. 147].

Работа состоит из двух частей. В первой части автор пишет уравнение теплопроводности

$$\frac{d^2v}{dx^2} + \frac{d^2v}{dy^2} + \frac{d^2v}{dz^2} = 0, \quad (1)$$

где  $v = v(x, y, z)$  — функция координат (обозначения Ламе), для твердого однородного тела при температурном равновесии, находящегося под действием постоянных источников тепла и холода. Тогда в теле можно выделить изотермические поверхности  $F(x, y, z) = \lambda$ , где  $\lambda$  — параметр.

Если эта функция ( $F$  или  $\lambda$ ) известна, то  $v$  может быть представлена уравнением

$$v = \Phi(\lambda),$$

тогда, дифференцируя  $v$  как сложную функцию, представим уравнение (1) в виде:

$$\frac{d^2v}{d\lambda^2} \left( \left( \frac{d\lambda}{dx} \right)^2 + \left( \frac{d\lambda}{dy} \right)^2 + \left( \frac{d\lambda}{dz} \right)^2 \right) + \frac{dv}{d\lambda} \left( \frac{d^2\lambda}{dx^2} + \frac{d^2\lambda}{dy^2} + \frac{d^2\lambda}{dz^2} \right) = 0.$$

Поскольку  $dv/d\lambda$  и  $d^2v/d\lambda^2$  зависят только от  $\lambda$ , то частное

$$\left( \frac{d^2\lambda}{dx^2} + \frac{d^2\lambda}{dy^2} + \frac{d^2\lambda}{dz^2} \right) : \left( \left( \frac{d\lambda}{dx} \right)^2 + \left( \frac{d\lambda}{dy} \right)^2 + \left( \frac{d\lambda}{dz} \right)^2 \right)$$

тоже зависит только от  $\lambda$ . Следовательно, функция от  $\lambda$  должна удовлетворять дифференциальному уравнению вида

$$\frac{d^2\lambda}{dx^2} + \frac{d^2\lambda}{dy^2} + \frac{d^2\lambda}{dz^2} - \psi(\lambda) \left( \left( \frac{d\lambda}{dx} \right)^2 + \left( \frac{d\lambda}{dy} \right)^2 + \left( \frac{d\lambda}{dz} \right)^2 \right) = 0 \quad (2)$$

( $\psi$  — произвольная функция от  $\lambda$ ), для которого уравнение  $\lambda = c$  представляет систему изотермических поверхностей.

Заменяя  $\psi(\lambda)$  на

$$\frac{1}{\Phi(\lambda)} \frac{d\Phi(\lambda)}{d\lambda},$$

имеем

$$\Phi(\lambda) \frac{d^2v}{d\lambda^2} + \frac{d\Phi(\lambda)}{d\lambda} \frac{dv}{d\lambda} = 0,$$

откуда, интегрируя два раза, получаем:

$$v = A \int_{\lambda_0}^{\lambda} \frac{d\lambda}{\Phi(\lambda)} + A'.$$

Если рассмотреть тело, ограниченное двумя поверхностями, представленными уравнениями  $\lambda = a$ ,  $\lambda = a'$  и поддерживаемыми при температуре  $T$  и  $T'$ , можно определить две константы,  $A$  и  $A'$ , и получить, что

$$v = T + \frac{T' - T}{\int_{\lambda_0}^{a'} \frac{d\lambda}{\Phi} - \int_{\lambda_0}^a \frac{d\lambda}{\Phi}} \left( \int_{\lambda_0}^{\lambda} \frac{d\lambda}{\Phi} - \int_{\lambda_0}^a \frac{d\lambda}{\Phi} \right)$$

дает температуру, соответствующую какой-нибудь поверхности  $\lambda$ . В связи с этим Ламе пишет: «Можно видеть, что в особом случае твердой оболочки, чьи внутренние и внешние стенки поддерживаются при постоянных температурах, отличных друг от друга, закон по-

стоянных температур известен, если можно определить априори общее уравнение изотермических поверхностей, которые соответствуют данному случаю» [там же, с. 177]. И тогда вся проблема состоит в интегрировании уравнения (2) и определении вида произвольных постоянных, которые содержат функцию  $\lambda$ . В общем виде решить проблему сложно. Лишь случаи полой сферы и полого бесконечного кругового цилиндра с постоянной толщиной оболочки не вызывают затруднений. Ламе применяет этот метод в случае, когда оболочка ограничена двумя поверхностями второго порядка, имеющими одинаковый центр, с осями, расположенными по одним и тем же направлениям. Их уравнения он дает в виде  $mx^2 + ny^2 + pz^2 = 1$  и рассматривает  $m$ ,  $n$ ,  $p$  как неизвестные функции.

В процессе решения Ламе вводит эллиптические координаты ( $\mu$ ,  $\nu$ ,  $\rho$ ) и гомофокальные (конфокальные) поверхности, определяемые системой уравнений

$$\left. \begin{aligned} \frac{x^2}{\mu^2} + \frac{y^2}{\mu^2 - b^2} + \frac{z^2}{\mu^2 - c^2} &= 1, \\ \frac{x^2}{\nu^2} + \frac{y^2}{\nu^2 - b^2} + \frac{z^2}{\nu^2 - c^2} &= 1, \\ \frac{x^2}{\rho^2} + \frac{y^2}{\rho^2 - b^2} + \frac{z^2}{\rho^2 - c^2} &= 1, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$\mu$ ,  $\nu$ ,  $\rho$  — значения  $\lambda$ .

Изменяя только одну эллиптическую координату, например  $\mu$ , оставляя  $\nu$  и  $\rho$  постоянными, Ламе вводит параметр  $\delta s$ , проекции его на оси координат  $\delta x$ ,  $\delta y$ ,  $\delta z$  и получает выражение

$$\delta s = \sqrt{\delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2}.$$

Теперь можно найти, каким будет закон распределения температур в твердой оболочке (при стационарном процессе), в которой поверхности равной температуры представлены одним из трех уравнений (3).

Рассмотрим сначала случай, когда эти поверхности — эллипсоиды. Найдем значение функции  $\psi(\lambda)$ . Ранее было установлено, что

$$\lambda = \mu; \quad m = \frac{1}{\mu^2}; \quad n = \frac{1}{\mu^2 - b^2}; \quad p = \frac{1}{\mu^2 - c^2},$$

тогда

$$\psi(\mu) = \frac{\mu}{\mu^2 - b^2} + \frac{\mu}{\mu^2 - c^2}$$

и

$$\Phi(\mu) = \sqrt{\mu^2 - b^2} \sqrt{\mu^2 - c^2}.$$

Распределение температур получим, если проинтегрируем дифференциальное уравнение

$$\frac{dv}{d\mu} \sqrt{\mu^2 - b^2} \sqrt{\mu^2 - c^2} = A,$$

отсюда

$$v = A \int_c^\mu \frac{d\mu}{\sqrt{\mu^2 - b^2} \sqrt{\mu^2 - c^2}} + B$$

для первого из трех уравнений поверхностей. Аналогичные формулы получаются и для остальных. Таким образом, как пишет Ламе, стационарная температура выражается при помощи трансцендентных эллиптических функций первой степени.

Затем Ламе решает задачу о количестве тепла, проходящем через поверхности. «Можно доказать, что в каждом из этих случаев через все изотермические поверхности проходит одинаковое количество тепла за одно и то же время, когда температура изменяется от одной к другой, следуя закону, который мы уже установили» [там же, с. 191]. Ламе рассматривает сначала эллипсоидальную оболочку. Количество тепла, проходящего через элемент объема, заключенного между двумя бесконечно близкими эллипсоидами, равно

$$k \frac{dv}{d\mu} \frac{\delta\mu}{\delta s} d\omega^2,$$

где  $k$  — коэффициент проводимости материала;  $s$  — кривизна, соответствующая различным точкам периметра некоторого элемента  $d\omega^2$  поверхности эллипсоида  $\mu$ . Можно проинтегрировать это выражение двумя способами, выражая элемент  $d\omega^2$  в ортогональных или в эллиптических координатах. Далее Ламе переходит к рассмотрению эллипсоидов вращения. В этом случае тем-

пература выражается через логарифмическую функцию. Затем немного говорит о конусе и цилиндре.

Вторая часть мемуара занимает 12 страниц (203—214). В ней Ламе показывает, что обыкновенные дифференциальные уравнения, которые получились после разделения переменных, можно свести к наиболее простой и удобной форме, заменяя эллиптические координаты другими видами координат. Автор указывает, что случай охлаждения тела также может быть сведен к обыкновенным дифференциальным уравнениям.

Итак, начиная рассмотрение с общего случая равновесия температур в твердом однородном теле, ограниченном гомофокальными поверхностями второго порядка, и указав, что обыкновенные дифференциальные уравнения «не интегрируются ни достаточно простым, ни достаточно удобным способом» [там же, с. 212], он говорит, что это можно сделать для эллипсоида вращения или цилиндра, в основании которого лежит эллипс. Первый случай рассмотрел Пуассон, а второй предлагает Ламе. Он пишет, что случай теплового равновесия в бесконечном цилиндре с эллиптическим основанием можно представить в очень простой форме, используя для координат функции

$$\varepsilon = \int_{\mu_0}^{\mu} \frac{d\mu}{\sqrt{\mu^2 - c^2}}; \quad \eta = \int_{\nu_0}^{\nu} \frac{d\nu}{\sqrt{c^2 - \nu^2}},$$

выражающие законы стационарных температур для эллиптических и гиперболических цилиндров, гомофокальных и изотермических, которые он и рассмотрел в конце первой части. Тогда уравнение сведется к виду:

$$\frac{d^2\nu}{d\varepsilon^2} + \frac{d^2\nu}{d\eta^2} = 0.$$

Этот случай «может быть исследован с той же легкостью, что и треугольная призма, решение которой известно» [там же, с. 214].

Закljučая мемуар, Ламе делает вывод: «Таким образом, знание изотермических поверхностей второго порядка и знание законов, которым подчиняются стационарные температуры на этих поверхностях, определило анализ вида координат, которые удобно исполь-

зовать для исследования самого общего случая равновесия и движения тепла в твердых телах или оболочках, ограниченных поверхностями второго порядка, подверженных действию постоянных источников тепла или холода» [там же].

В мемуаре Ламе впервые вводит термин «изотермические поверхности», новую систему координат и соответствующих координатных поверхностей. До него Эйлер и Лаплас использовали сферические координаты  $\rho$ ,  $\theta$ ,  $\varphi$ , в этом случае координатные поверхности  $\rho = \text{const}$ ,  $\theta = \text{const}$ ,  $\varphi = \text{const}$  есть сферы, плоскости и конусы соответственно. Введение Ламе новой координатной системы позволило свести дифференциальное уравнение в частных производных к обыкновенным, а также учесть начальные условия. В мемуаре впервые появляются специальные функции, которым впоследствии было присвоено имя Ламе.

Следующая по времени работа Габриэля Ламе в области математической физики была напечатана в 1834 г. в Журнале Политехнической школы. Эта большая статья, почти на 100 страниц, под названием «О законах равновесия эфирной жидкости» состоит из пяти частей [Л. 33]. Первая часть — «Дифференциальные уравнения света» — посвящена физической теории света. Автор получает уравнение, показывающее, что слои одинаковой плотности эфира всегда ограничены изотермическими поверхностями. Вторая часть (с. 215—246) как раз и посвящена ортогональным поверхностям. Здесь Ламе впервые ввел понятие дифференциального параметра второго порядка

$$\Delta_2 \Phi = \frac{d^2 \Phi}{dx^2} + \frac{d^2 \Phi}{dy^2} + \frac{d^2 \Phi}{dz^2}$$

и исследовал частный случай ортогональных цилиндрических поверхностей. Остальные части работы также посвящены теории света.

В 1836 г. Ламе написал статью под названием «О равновесии температур в твердых телах в форме цилиндра» [Л. 37]. «Мне кажется важным, — пишет он, — для математической физики указать общность, которую допускает решение проблемы аналитической теории тепла» [там же, с. 87]. Эта теория очень важна, она может соединить экспериментальную физику и ма-

тематический анализ. Наша задача — представить аналитически равновесие и движение тепла внутри однородного твердого тела данной формы.

Некоторые ученые уже рассматривали подобную задачу для сферы, прямого кругового цилиндра, прямоугольного параллелепипеда, прямой треугольной призмы. Принципиальная трудность заключалась в том, что рассматривалась одна система координат. Далее Ламе говорит, что именно эту трудность он и пытался преодолеть в мемуаре об изотермических поверхностях [Л. 38], а с более общей точки зрения он рассматривает подобные вопросы в мемуаре об ортогональных поверхностях, который является частью работы о законах равновесия эфира [Л. 33]. Взаимно ортогональные семейства поверхностей столь важны при решении дифференциальных уравнений, что и сами они становятся объектом исследований. Об этом пишет Ламе в заметке об определенных интегралах, которые получаются в теории ортогональных поверхностей [Л. 40].

В 1839 г. Ламе опубликовал ряд работ по изотермическим поверхностям [Л. 42—Л. 44]. В первой из них — «Мемуар об осях изотермических поверхностей второго порядка, рассматриваемых как функции температур» — автор говорит, что хотя эллиптические функции уже и применяются при решении многих вопросов математической физики, но этот процесс слишком медленный. Ламе и хочет в мемуаре исправить данное положение. Еще Н. Г. Абель установил, что используемые в настоящее время обозначения маскируют важные свойства функции, поэтому Ламе вводит специальные обозначения для «эллиптических функций»; они определяют координаты, которые нужно выбрать для представления равновесия и движения тепла в твердом теле, ограниченном поверхностями второго порядка, и, вероятно, также для изучения всех других явлений в твердом теле» [Л. 42, с. 102]. Следующие два мемуара посвящены законам равновесия температур в твердом однородном теле, имеющем форму эллипсоида с тремя неравными осями и форму эллипсоида вращения, вытянутого или сплющенного.

Изотермическим и ортогональным поверхностям посвящены еще две работы Ламе, напечатанные в 1843 г. в Журнале Лиувилля [Л. 50, Л. 51]. В них он вводит условие, при котором поверхности должны быть изо-



термическими, что дает три новых уравнения в частных производных первого порядка. И наконец, в 1874 г., уже после кончины Ламе, была опубликована статья о параболоидальных изотермических поверхностях. Написана она была в 1843 или 1844 г. [Л. 73].

К этой же области научных исследований относятся и мемуары о криволинейных координатах [Л. 47, Л. 61]. В первом из них Ламе касается геометрической интерпретации формул преобразования дифференциальных уравнений в частных производных при помощи криволинейных координат и указывает, что существуют многочисленные системы ортогональных поверхностей, которые можно выбрать для соответствующих целей. Во втором он подчеркивает роль криволинейных координат в изучении многих вопросов. «Интегрирование уравнений, которые выражают равновесие и движение тепла или упругости в твердых однородных телах всех форм . . . интересно сразу для анализа частных производных, для геометрии и для математической физики. Из этого вытекают теория изотермических поверхностей, криволинейных координат и теория изостатических поверхностей» [Л. 61, с. 171]. В аналитической теории тепла уравнение в частных производных первого порядка, называемое уравнением поверхности, содержит в общем случае два параметра, или вариации координат, как их называет автор. Связь между двумя константами можно найти только в особых случаях прямоугольного параллелепипеда, прямой треугольной призмы, сферы или прямого цилиндра. Изучение же системы криволинейных координат позволяет использовать их, чтобы сделать вывод о свойствах поверхностей и линий на них.

Работы, написанные во Франции, а также в России, привели Ламе к созданию четырех фундаментальных трудов: «Лекции по математической теории упругости твердых тел» (1852), «Лекции о функциях, обратных трансцендентным, и изотермических поверхностях» (1857), «Лекции по криволинейным координатам и их различным приложениям» (1859), «Лекции по аналитической теории тепла» (1861).<sup>4</sup> В них автор, используя

---

<sup>4</sup> Перевод 6-й и 7-й лекций из книги Ламе «Лекции по аналитической теории тепла» помещен в I томе Полного собрания трудов М. В. Остроградского (Киев, 1959. С. 245—263).

теорию криволинейных координат, ортогональных поверхностей, вводя специальные функции, занимается изучением законов теории упругости и теории тепла. Все работы написаны прекрасным языком, отличаются большой ясностью, правда, как с некоторым недоумением замечает Эмиль Матье, Ламе, занятый представлением своих работ, не всегда упоминает результаты своих предшественников с тем вниманием, которого они заслуживают [106, с. VI].

Таким образом, изучая законы распространения тепла в твердом теле, Ламе пришел к необходимости введения новых координатных систем. Его основная система состояла из трех семейств поверхностей, даваемых уравнениями (3) (см. выше). Эти поверхности есть эллипсоиды и гиперboloиды с одним и тем же фокусом, причем поверхности ортогональны. Применяя метод разделения переменных, он сводит уравнение теплопроводности к трем обыкновенным дифференциальным уравнениям. Кроме эллиптических координат Ламе рассматривал еще системы, в которых координатными поверхностями являются семейства сфер и конусов. Эти системы Ламе также применил при решении задач проводимости.

Для обыкновенных дифференциальных уравнений требовались свои методы решения. Они обычно искались в виде рядов, которые сейчас известны как специальные функции. Важнейшими специальными функциями в настоящий момент являются гипергеометрические (их исследовал Гаусс), цилиндрические, сферические, шаровые и т. д. Еще один класс подобных функций ввел Ламе. Разделяя переменные в уравнении Лапласа в эллиптических координатах, он получил линейное дифференциальное уравнение второго порядка, которое известно как уравнение Ламе, решением его являются полиномы, или функции, Ламе. Занимаясь поисками инвариантов при переходе от одной координатной системы к другой, Ламе ввел понятие дифференциальных параметров (т. е. инвариантов) первого и второго порядков. Таким образом, можно считать, что он внес свой вклад и в дифференциальную геометрию. Эти труды практически завершают научную деятельность Ламе. В начале 60-х годов он написал две незначительные статьи, а в конце 1863 г. уже ушел в отставку.

Рассмотрим только еще одну работу Ламе. Речь идет о его вводной лекции к курсу математической физики, который он читал в Сорбонне в 1861 г. [Л. 72]. Эта лекция была издана в Париже в 1865 г. Но, оказывается, еще раньше она была напечатана в России — в 1862 г. Лекцию слушал 18 ноября 1861 г. Н. Д. Брашман, ему-то Ламе и передал текст своего выступления, рассматривая его как своего рода научное завещание. Вот как пишет сам Брашман: «Лекции математической физики, преподаваемые в Сорбонне знаменитым геометром Ламе, весьма содержательны как по содержанию, так и по их приложениям. . . Зная высокое достоинство теории и философски-научного взгляда высокопочитаемого профессора, многие, в том числе и я, ожидали с любопытством его вступительной лекции. Приглашая меня на эту лекцию, г. Ламе сказал мне: „Вы хорошо сделаете, если будете на моей вступительной лекции, потому что в ней Вы услышите мое научное завещание; может быть, я не успею закончить начатые мною труды“. Действительно, живость слова и мыслей, изложенных в этой лекции, возбудила в высшей степени внимание и одобрение всех присутствовавших, между которыми были члены Парижской Академии наук, многие профессора и другие ученые.

Многие желали, чтобы вступительная лекция г. Ламе была напечатана на французском языке; но пока он, соглашаясь на мою просьбу, разрешил ее печатание только в России и передал мне с этой целью собственноручно им написанную лекцию» [Л. 69]. Из этого факта следует, что Ламе испытывал чувства большой благодарности к стране, с которой его связывали лучшие годы его жизни — годы становления и возмужания.

Из лекции видно, что в курсе математической физики Ламе объединял теорию упругости однородных твердых тел с теорией распространения тепла в этих же телах, получал дифференциальные уравнения и интегрировал их «во всех возможных и прямо применимых случаях». Но сама вводная лекция представляет плод его размышлений о путях развития науки и о методе преподавания точных наук. Указав выдающихся ученых прошлого и современности, фундаментальные труды в области небесной механики и аналитической механики, Ламе делает предположение о слиянии в будущем ряда

наук, подчеркнув, что новые открытия будут делаться на стыке наук.

Очень интересно его замечание о силах взаимодействия — ведь это середина прошлого века, когда ни о теории относительности, ни о силах взаимодействия в микромире ничего не было известно. Ламе пишет: «Несмотря на множество известных ныне бесплодных попыток, многие замечательные ученые не перестают считать закон Ньютонова притяжения за закон действительно всеобщий, который должен объяснить как частичные реакции, так и небесные тяготения. Этим исключительным приверженцам первого частного закона, сделавшегося достоянием науки, мы противопоставляем следующие соображения.

Известные нам явления физической природы весьма различны; одни обнаруживаются на заметных или даже чрезвычайно больших, другие, напротив, на незаметных или чрезвычайно малых расстояниях. Начало, истинно всеобщее, должно в одинаковой степени объяснить и те, и другие. Оно необходимо должно обнимать собою частное начало тяготения, которое и будет высшим пределом его, или единственным членом, сохраняющим заметную величину, когда расстояние, принятое за переменное количество, превышает известный предел» [там же, с. 424]. Правда, далее Ламе указывает, что существование эфира — «материи особого рода, несравненно более распространенной, более всеобщей и, вероятно, гораздо более деятельной, чем материя весомая», — несомненно, и это он уже доказал; на самом деле существует не двойное лучепреломление в кристаллах, а тройное, третий луч — «теплородный и химический».

Большое внимание в лекции Ламе уделяет приемам и методам обучения точным наукам и преподаванию. Если откинуть некоторые его метафизические рассуждения, то суть сводится к следующему. У каждого человека есть способность к математике, у некоторых она развивается, у большинства пропадает из-за недостатка упражнений и обучения. Как же увеличить число «геометров-изобретателей»? «В самом деле, теперь, когда человек с такой быстротой перемещает тело свое по железной дороге, мысль свою по телеграфической проволоке, он может желать большей быстроты и в преподавании, и в приложении точных наук» [там же, с. 431]. Поэтому Ламе предлагает новый способ преподавания. Он считает,

что существует закон, который управляет «последовательными появлениями различных умственных способностей» у людей. Этот закон, как говорит Ламе, подтверждается его 40-летней преподавательской деятельностью, а также биографиями знаменитых людей. Изучение закона и привело его к «рациональной теории преподавания». Она должна удовлетворять двум условиям.

1. «Устранить навсегда разделение наук на чистую и прикладную математику. Первая теперь уже не существует. Арифметика в высшей степени практична; сама теория чисел находит свои лучшие теоремы в учениях о колебаниях. Геометрия и механика суть две отрасли математической физики, исследующие два различных свойства материи — пространство и движение. Алгебра и дифференциальное исчисление суть только неизбежные и нераздельные орудия всех физических теорий — орудия, которыми открываются самые общие законы изучаемых явлений. Интегральное исчисление, если его излагать как отдельное целое, будет бессмыслицей: каждый успех его имеет естественное начало свое в каком-нибудь приложении.

2. Излагать все отделы каждой науки свойственными им изобретательными методами, тщательно оберегаясь исключительного употребления косвенных методов или простых аналитических поверок, признаваемых более строгими, но совершенно бесплодных» [там же, с. 432].

Ламе считает, что не надо изобретать никаких общих доказательств, каждое открытие имеет свой собственный метод. Например, в геометрии надо излагать все теоремы в виде задач. Он пришел к выводу, что надо устранить все косвенные доказательства и доказательства от противного, которые были заимствованы у греков и которые способны только заглушить всякую изобретательность. Одним словом, подчеркивает он, «не надо отделять науку от ее приложений». При таком методе преподавания учащиеся выучатся быстрее и основательнее, чем при общепринятом. «И я убежден, — пишет Ламе, — что новый способ преподавания осуществится и будет иметь

успех». На этом его лекция заканчивается, и я думаю, что мысли Габриэля Ламе относительно обучения не только небезытересны для нас, но и прямо переключаются с современностью.

После 1865 г., когда была издана вводная лекция Ламе, он уже больше ничего не публиковал, так что эту лекцию действительно можно рассматривать как научное завещание большого ученого.

## Заключение

---

Трудно однозначно характеризовать, кем же был Ламе. Гаусс считал, что Ламе — самый известный французский математик его поколения. По мнению Бертрана, Ламе имел большие способности как инженер. Французские математики считали его «слишком практиком», а французские практики — что он слишком увлекается теорией. Ламе был у истоков создания ряда наук: строительной механики, прикладной механики, теории сопротивления материалов, теории упругости, математической физики; он сделал вклад и в дифференциальную геометрию. Интересно его инженерное творчество, особенно в области железнодорожной тематики, его мысли о постановке преподавания точных и прикладных наук.

Во время пребывания в России Ламе вместе с Клапейроном разработал идеи графостатики, введя понятие веревочного многоугольника как орудия исследования. Они составили проекты висячих и чугунного мостов. «Ламе и Клапейрон дали очень точные правила, которые практики торопились применять к устойчивости сводов при построении висячих мостов, перекрытий вокзалов и т. д. . . . Приемы, которыми они оснащали искусство построений, явились следствием математических теорий, с которыми они были хорошо знакомы» благодаря Политехнической школе [75, с. 19].

В 30-х годах XIX в. перед инженерами встают новые задачи. Начало развиваться железнодорожное строительство, и надо было обеспечить прочность мостов, виадуков при действии подвижной нагрузки большого веса. Для железнодорожных мостов стали применяться балочные фермы. Такие фермы состоят, как правило,

из параллельных поясов, соединенных решеткой. До появления железных дорог они применялись очень редко. В России подобными конструкциями занимались И. П. Кулибин, М. С. Волков, Д. И. Журавский. Именно Журавский впервые предложил метод расчета ферм в то время, когда он работал на строительстве Петербурго-Московской железной дороги. Затем методикой расчета занимались немецкий инженер Шведлер и русский инженер путей сообщения Августинович. Одновременно с ними попытку расчета ферм делает и Ламе. В лекциях по математической теории упругости он, применяя принцип возможных перемещений и основываясь на известном «принципе Клапейрона», дает формулу для вычисления перемещения фермы под грузом, а также ищет формы сооружений, дающих минимальный прогиб при условии равнопрочности. Эту мысль о применении принципа возможных перемещений к расчету статически неопределимых ферм и использовал впоследствии Августинович [4, с. 177, 178].

В связи с начавшимся в XIX в. строительством височих цепных мостов, которые могли перекрывать значительно большие пролеты по сравнению с каменными и деревянными мостами, а также с железнодорожным строительством необходимо было изучение и исследование ряда материалов на прочность и разрыв. Работы Ламе в этом направлении — исследование материалов с помощью машины для испытания металлов на прочность — положили начало развитию в России науки о сопротивлении материалов. Его работу продолжили профессор института путей сообщения М. С. Волков, С. В. Кербедз, Н. Ф. Ястржембский. Последний из них явился автором первого русского курса практической механики (1837), во втором томе которого излагаются основы теории сопротивления материалов. В дальнейшем эта машина применялась С. В. Кербедзом для испытания болтов при строительстве первого постоянного моста через р. Неву в Петербурге, а затем долго еще служила в механической лаборатории института путей сообщения. Работы Ламе в этой области внесли большой вклад в становление и развитие строительной механики. Отчет Ламе о поездке на открытие железной дороги Ливерпуль—Манчестер, в котором он показал целесообразность и необходимость строительства железных дорог, его доклады оказали огромное

влияние на развитие указанного направления не только в России, но и во Франции. В России Ламе во многом способствовал ускорению строительства первой железной дороги, а во Франции он вместе с Клапейроном непосредственно начал прокладывать первую железную дорогу общего пользования Париж—Сен-Жермен. Он же впервые во Франции предложил план начертания общей сети железных дорог страны, глубоко сознавая их необходимость для развития экономики страны и усиления ее обороноспособности.

Во Франции Ламе сочетал педагогическую деятельность с консультациями в качестве инженера. Поэтому, окончив Горную школу со степенью аспиранта, он последовательно стал горным инженером II и I классов, а затем — главным горным инженером II (1836) и I (1845) классов. Ламе всегда уделял большое внимание практическим приложениям теоретических знаний.

Начало XIX в. характеризуется также огромными успехами математического анализа, что является следствием постановки физических задач. А это в свою очередь привело к возникновению и созданию математической физики. В частности, необходимо было глубокое исследование свойств упругих материалов, построение соответствующей математической теории. Немалая роль в создании теории упругости принадлежит и Ламе. Начав заниматься ею в России, он завершил свой труд, написав знаменитые Лекции — первый учебный курс по теории упругости. В настоящее время в аппарат этой науки введены постоянные Ламе, которые обозначают величины, связывающие компоненты упругого напряжения с компонентами деформации твердого тела, и эллипсоид напряжений Ламе. Он же применил теорию упругости к объяснению двойного лучепреломления в кристаллах — задаче, которой впоследствии занималась С. В. Ковалевская.

В России же Ламе под влиянием М. В. Остроградского начал заниматься теорией распространения тепла в твердых однородных телах. В процессе решения дифференциального уравнения теплопроводности Ламе вводит и использует криволинейные координаты и ортогональные криволинейные поверхности. Криволинейные координаты применялись ранее Лангранжем в механике систем конечного числа степеней свободы и Га-



уссом в теории поверхностей. Ламе их ввел в механику сплошных сред и в математическую физику. С тех пор ни один курс физики, теории упругости не обходился без ссылки на Габриэля Ламе.

Сам Ламе считал, что его вклад в математическую физику состоит именно в развитии криволинейных координат и в их использовании в чистой и прикладной математике. Ценность этих координат двойная. С их помощью можно применить метод разделения переменных для решения дифференциального уравнения в частных производных и свести его к обыкновенным дифференциальным уравнениям, а кроме того, можно легко использовать граничные условия. Последователем Ламе можно считать немецкого математика Э. Гейне, который определил стационарную температуру внутри эллипсоида вращения при известном значении потенциала на поверхности (1842). Затем Э. Матье в 1868 г. исследовал колебания эллиптической мембраны, которые включают волновое уравнение. Рассмотрев случай эллиптического цилиндра, Матье ввел соответствующие координаты и функции, которые теперь называются его именем. Матье занимался этими проблемами и в своем курсе математической физики, изданном в 1873 г.

С уравнением теплопроводности работал и немецкий математик Г. Вебер. Он решил его для области, ограниченной полным эллипсом, и для некоторых других областей. Он ввел соответствующие функции, которые сейчас называются функциями Вебера. Эти идеи были инициированы Ламе. Впоследствии было введено много других координатных систем, изучались соответствующие специальные функции, которые являлись результатом решений обыкновенных дифференциальных уравнений, получающихся после разделения переменных.

Математики искали решения обыкновенных дифференциальных уравнений в виде бесконечных рядов, которые сейчас и известны как специальные функции. Впервые систематически изучил эти уравнения Фридрих Вильгельм Бессель при исследовании движения планет (1824). Сферические функции одной и двух переменных уже были введены Лежандром и Лапласом. Изучение специальных функций было продолжено Гауссом в 1812 г. в работе по гипергеометрическим рядам.

Другой класс специальных функций был введен Ламе. Он разделил уравнение теплопроводности Лапласа в эллиптических координатах и получил обыкновенные дифференциальные уравнения для каждой из трех переменных. Эти уравнения известны как дифференциальные уравнения Ламе. Решение уравнения называется функциями Ламе. Для других условий существует второе решение уравнения Ламе. Такие функции называются функциями Ламе второго рода. Они были введены Лиувиллем и Гейне в 1845 г. Эти работы были продолжены Вебером и Эрмитом. Последний использовал полиномы Ламе, «свойства которых изложены с такой простотой и изяществом знаменитым геометром в его сочинении „О функциях, обратных тригонометрическим, и об изотермических поверхностях“» [54, с. 102]. Эрмит, касаясь трудов Ламе — «инженера и физика», утверждает, что он внес «свой вклад в основные вопросы анализа нашего времени» [там же, с. 172].

В настоящее время специальные функции Ламе применяются для решения проблем математической физики и ее практических приложений, в частности проблем распространения волн и задач о собственных колебаниях. Уравнения Ламе встречаются в волновой механике в задачах, аналогичных задаче распространения волн в среде с периодической структурой, и при квантовании асимметричного волчка. К уравнениям Ламе и Матье приводят и решения некоторых проблем гидродинамики. Первая группа проблем «охватывает движение эллипсоида и эллиптического цилиндра в идеальной жидкости. Близкими являются вопросы распределения электрического или магнитного поля вокруг проводящих или намагничиваемых тел указанной формы. Вторая группа — это вопросы космогонии, охватывающие вид и равновесие неподвижных или вращающихся небесных тел, полностью или частично жидких, частицы которых притягиваются согласно законам Ньютона. Третья группа проблем. . . охватывает вопросы распространения волн в идеальной жидкости (также в газообразных средах) . . . Весьма близкими к последней группе проблем являются исследования о распространении электромагнитных волн при целесообразно выбранной эллиптической системе координат. Сюда же относится вопрос о собственных колебаниях воды в каналах эллиптического типа» [67, с. 14]. Таким об-

разом, область применения функций и уравнений Ламе очень обширна. В России идеи Ламе привлекли к себе внимание О. И. Сомова, Н. Н. Алексева, А. В. Гадолина, Н. А. Умова, А. М. Ляпунова и др.

Ламе внес вклад в создание еще одного раздела математики — дифференциальной геометрии. Исследуя свойства ортогональных криволинейных поверхностей, Ламе развил теорию поверхностей Гаусса и применил ее к теории упругости и к математической физике. Он ввел дифференциальные параметры, которые называли лучом света для распространения теории инвариантов в область дифференциальной геометрии. Работы в этом направлении продолжил Сен-Венан. Основы современной дифференциальной геометрии под влиянием теории поверхностей Гаусса и некоторых работ математической физики заложил Г. Риман. А в 60-х годах XIX в. итальянский геометр Э. Бельтрами показал, как теория дифференциальных инвариантов позволяет соединить понятия Гаусса и Ламе с понятиями Римана. Впоследствии эта теория послужила толчком к развитию тензорного анализа.

Можно отметить, что Ламе принадлежит, правда, в неявном виде, введение понятия градиента скалярного поля. Исследования Ламе в области теории чисел продолжили Куммер, Коши. Теория идеальных чисел Куммера была преобразована Дедекиндом и привела к созданию новой области исследований — теории целых алгебраических чисел.

Своими трудами Ламе преобразовал преподавание физики, поставив его на прочную математическую основу. Он являлся одним из создателей нового направления прикладной механики — строительной механики. В области математической физики он значительно продвинул теорию упругости, развил теорию криволинейных координат, высказал новые идеи в области теории функций. Как инженер, специалист в области путей сообщения, он выполнил большие работы в области развития сети путей сообщения во Франции. Его идеи развивали многие ученые в России, во Франции, в Англии и в других странах, и благодаря этому его научное и практическое наследие является поистине классическим вкладом в науку. Тем самым Ламе обеспечил себе значительное место в истории естествознания и в истории техники.

## Основные даты жизни и деятельности Ламе

---

1795. Родился 22 июля в городе Туре во Франции.
- 1810—1814.  
1814—1818. Учился в лицее Людовика Великого. Учился в парижской Политехнической школе.
- 1818—1820. Учился в высшей технической Горной школе, окончил ее и получил звание аспиранта.
1820. По приглашению Института инженеров путей сообщения приехал в Петербург и был определен профессором математики и физики.
- 1821, июнь. Присвоено воинское звание майора Корпуса инженеров путей сообщения.
1823. Составил совместно с Б. Клапейроном проекты висячих мостов через Москву-реку и Язу в Москве. Назначен членом Комиссии проектов и смет при Главном управлении путей сообщения.
1824. Награжден орденом Владимира 4-й степени. Получил орден Анны 2-й степени.
1825. Представил проекты висячих мостов через Москву-реку и Язу в Москве в виде альбома в научно-техническую библиотеку института. Опубликовал статьи о висячих, цепных мостах во французском Горном журнале. Вышла из печати книга Базена и Ламе об интегральном исчислении. В 1827 г. вышел перевод этой книги на русский язык. Присвоено воинское звание подполковника Корпуса инженеров путей сообщения.
1827. Награжден алмазным знаком ордена Анны.
1828. Написал совместно с Б. Клапейроном мемуар «О внутреннем равновесии однородных твердых тел».
1829. Избран членом-корреспондентом Петербургской Академии наук.

- 1830, апрель—октябрь. Выезд в Англию в командировку на открытие Ливерпуль-Манчестерской железной дороги.
1830. Впервые читал курсы лекций по прикладной механике и по прикладной химии в Институте Корпуса инженеров путей сообщения.
1831. Представил отчет о командировке в Англию под названием «Наблюдения, относящиеся к инженерному искусству, собранные во время путешествия в Англию, совершенного по приказу Николая I летом 1830 года полковником Габриэлем Ламе». Стал кавалером ордена Почетного легиона. Награжден орденом Станислава 3-й степени. Уволен от службы в Институте Корпуса инженеров путей сообщения по состоянию здоровья, выехал во Францию.
1832. Участвовал в проектировании и строительстве первой железной дороги во Франции Париж—Сен-Жермен. Получил степень горного инженера I класса. Предложил начертание общей сети железных дорог во Франции.
- 1832—1844. Профессор физики в Политехнической школе.
1836. Вышел в свет «Курс физики» в двух томах, впервые построенный на базе серьезного математического аппарата. Назначен главным горным инженером II класса.
1838. Избран членом-корреспондентом Берлинской Академии наук.
1839. Избран членом-корреспондентом Туринской Академии наук.
1843. Избран членом Парижской Академии наук по секции геометрии.
1844. Назначен экзаменатором Политехнической школы.
1845. Назначен главным горным инженером I класса.
- 1848—1868. Профессор Факультета наук в Париже.
1852. Вышел в свет первый курс по теории упругости твердых тел.
1857. Опубликовал «Лекции по функциям, обратным трансцендентным, и изотермическим поверхностям».
1859. Издал «Лекции по криволинейным координатам и их различным приложениям».
1861. Напечатаны «Лекции по аналитической теории тепла».
- Стал офицером Почетного легиона.

1862. Опубликована в России вводная лекция к курсу математической физики, которую Ламе расценивал как свое научное завещание.
1863. В связи с потерей слуха ушел из Политехнической школы и из университета. Избран почетным членом Бюро долгот. Скончался в Париже.
- 1870, 1 мая.

## Перечень трудов Габриэля Ламе

---

1. Sur les intersections des lignes et des surfaces // Ann. math. pures et appliquées, rédigé par J. D. Gergonne. 1816/17. T. 7. P. 229—240.
2. Examen des différentes méthodes employées pour résoudre les problèmes de géométrie. Paris, 1818. 124 p. Réimpr. facsimilé 1903.
3. Sur une nouvelle manière calculer les angles des cristaux // Ann. des mines. 1819. T. 4. P. 69—80.
4. Formule pour déterminer la direction et l'inclinaison d'une couche minérale, reconnue par trois trous de sonde // Ann. mines. 1819. T. 4. P. 81—84.
5. Mémoire sur la mine de fer de la Voulte // Ann. mines. 1820. T. 5. P. 325—332. Avec Thirria.
6. Description d'un fourneau de grillage pour le minéral de fer, employé au Creusot et à Vienne // Ann. mines. 1820. T. 5. P. 391—392. Avec Thirria.
7. Précis d'une course dans le pays du Hartz // Ann. mines. 1822. T. 7. P. 21—40. Avec B. Clapeyron.
8. Mémoire sur la stabilité des voûtes // Ann. mines. 1823. T. 8. P. 789—810. Avec B. Clapeyron.
9. Supplément au mémoire sur la stabilité des voûtes // Ann. mines. 1823. T. 8. P. 811—818. Avec B. Clapeyron; Журн. путей сообщения. 1826. Кн. 2. С. 16—28; кн. 3. С. 39—54. Совместно с Б. Клапейроном.
10. Sur la lampe á gaz hydrogène // Ann. mines. 1823. T. 8. P. 119—120.
11. Mémoire sur les engrenages // Ann. mines. 1824. T. 9. P. 601—624. Avec B. Clapeyron.
12. Projets d'un pont des chaines á construire sur la Moskva, et d'un pont en fonte á construire sur la Jaouse á Moscou. 1825. Альбом. Библиотека ЛИИЖТа. 1 л., 10 л. ил. Совместно с Б. Клапейроном.
13. Projet d'un pont suspendu á construire sur la Louga á Jambours. 1825. Альбом. Библиотека ЛИИЖТа. 7 л. ил.
14. Sur les ponts de chaines (de Russie) et sur les resistances de fer employé dans leur construction // Ann. mines. 1825. T. 10. P. 311—330.
15. Description d'un pont suspendu de 1022 pieds d'ouverture, projeté par M. Bazaine // Ann. mines. 1825. T. 11. P. 265—278. Avec B. Clapeyron.

16. *Traité élémentaire de calcul integral*. St. P., 1825. 205 p. Avec. P. Bazaine. Рус. пер. СПб., 1827. 164 с.
17. *Sur la demonstration du théorème de Taylor*. 1826. Рукопись. Библиотека ЛИИЖТа. 7 с.
18. О висячих мостах // *Журн. путей сообщения*. 1826. Кн. 3. С. 55—81.
19. О построении веревчатых многоугольников // *Журн. путей сообщения*. 1826. Кн. 6. С. 25—38; 1827. Кн. 1. С. 47—62. Совместно с Б. Клапейроном.
20. О разрешении по строению задач 3 и 4 степеней // *Журн. путей сообщения*. 1826. Кн. 4. С. 39—49.
21. *Sur un sabestan mis en usage par M. de Bétancourt* // *Ann. mines*. 1826. T. 12. P. 225—229. Avec B. Clapeyron.
22. О приложении статики к решению задач, входящих в теорию наименьших расстояний // *Журн. путей сообщения*. 1827. Кн. 10. С. 27—54. Совместно с Б. Клапейроном.
23. Выводы из опытов, произведенных над российскими железными проволоками // *Журн. путей сообщения*. 1827. Кн. 12. С. 61—69.
24. *Nouvelles formules analogues aux séries de Taylor et de Mac-laurin* // *J. reine u. angew. Math.* 1830. Bd 6, H. 1. S. 40—44. Avec B. Clapeyron.
25. *Sur le development des fonctions suivant des séries de lignes trigonometriques d'arcs imaginaires* // *J. reine u. angew. Math.* 1830. Bd 6, H. 1. S. 45—48. Avec B. Clapeyron.
26. *Observations relatives à l'art de l'ingénieur, recueillies durant le voyage en Angleterre*. 1830. Рукопись. Библиотека ЛИИЖТа. 229 с.
27. *Mémoire sur la solidification par refroidissement d'un globe liquide* // *Ann. chim. et phys.* 1831. Vol. 47. P. 250—256. Avec B. Clapeyron.
28. *Mémoire sur l'équilibre intérieur des corps solides homogènes* // *J. reine u. angew. Math.* 1831. Bd 7, H. 2. S. 145—149; 150—169; H. 3. S. 237—252; H 4. S. 381—413. Avec B. Clapeyron; *Mem. divers savants*. 1833. T. 4. P. 465—562.
29. *Notes sur les chemins de fer*. Paris, 1832. 37 p. Avec B. Clapeyron et A. Perdonnet.
30. *Vues politique et pratiques sur les travaux publics de France*. Paris, 1832. 334 p. Avec B. Clapeyron, S. et E. Flachet.
31. *Plan d'Écoles générale et spéciales pour l'agriculture, l'industrie manufacturière, le commerce et l'administration*. Paris, 1833. 135 p.
32. *Mémoire sur la propagation de la chaleur dans les polyèdres, et principalement dans le prisme triangulaire regulier* // *J. École polytechn.* 1833. Cah. 22. P. 194—251.
33. *Mémoire sur les lois de l'équilibre du fluide éthere* // *J. École polytechn.* 1834. Cah. 23. P. 191—288.
34. *Mémoire sur les lois de l'équilibre de l'éther dans les corps diaphanes* // *Ann. chim. et phys.* 1834. Vol. 55. P. 322—335.
35. *Sur les vibrations lumineuses des milieux diaphanes* // *Ann. chim. et phys.* 1834. Vol. 57. P. 211—219.
36. *Cours de physique de l'École polytechnique*. Paris, 1836—1837. Vol. 1. 552 p.; vol. 2. 454+321 p.



37. Note l'équilibre des températures dans les corps solides de forme cylindrique // J. math. pures et appliquées. 1836. T. 1. P. 77—87.
38. Mémoire les surfaces isothermes dans les corps solides homogènes en équilibre de température // J. math. pures et appliquées. 1837. T. 2. P. 147—183; Mém. savant étranges. 1838. T. 5. P. 174—214.
39. Un polygone convexe étant donné, de combien de manières peut-on le partager en triangles au moyen des diagonales? // J. math. pures et appliquées. 1838. T. 3. P. 505—507.
40. Note sur des intégrales définies déduites de la théorie des surfaces orthogonales // J. math. pures et appliquées. 1838. T. 3. P. 552—558.
41. Second mémoire sur la propagation de la chaleur dans les polyèdres // Mém. savant étrangers. 1838. T. 5. P. 418—439.
42. Mémoire sur les axes des surfaces isothermes du second degré considérées somme des fonctions de la température // J. math. pures et appliquées. 1839. T. 4. P. 100—125.
43. Mémoire sur l'équilibre des températures dans un ellipsoïde à trois axes inégaux // J. math. pures et appliquées. 1839. T. 4. P. 126—163.
44. Second mémoire sur l'équilibre des températures dans les corps solides homogènes de forme ellipsoïdale, concernant particulièrement les ellipsoïdes de révolution // J. math. pures et appliquées. 1839. T. 4. P. 351—385.
45. Sur les causes des explosions des chaudières dans les machines à vapeur // Bull. sci. publié Acad. sci. 1840. T. VI, N 24. 4 p.
46. Mémoire d'analyse indéterminée, démontrant que l'équation  $x^2 + y^2 = z^2$  est impossible en nombres entiers // J. math. pures et appliquées. 1840. T. 5. P. 195—211.
47. Mémoire sur les coordonnées curvilignes // J. math. pures et appliquées. 1840. T. 5. P. 313—347.
48. Mémoire sur les surfaces isostatiques dans les corps solides homogènes en équilibre d'élasticité // J. math. pure et appliquées. 1841. T. 6. P. 37—60.
49. Sur un principe général de physique // Compt. rend. 1842. T. 14. P. 35—37.
50. Mémoire sur les surfaces orthogonales et isothermes // J. math. pure et appliquées. 1843. T. 8. P. 397—434; извлечения из работы см.: Compt. rend. 1843. T. 17. P. 338—341.
51. Note sur la méthode de recherche des surfaces isothermes // J. math. pure et appliquées. 1843. T. 8. P. 515—520; Compt. rend. 1843. T. 17. P. 1222—1227.
52. Sur la démonstration d'un nouvelle cas du dernier théorème de Fermat // Mém. savant étrangers. 1843. T. 8. P. 421—437.
53. Note sur la limite du nombre des divisions dans la recherche du plus grand commun diviseur entre deux nombres entiers // Compt. rend. 1844. T. 19. P. 867—870.
54. Mémoire sur plusieurs théorèmes d'analyse démontrés par la théorie des surfaces orthogonales // Compt. rend. 1845. T. 21. P. 112—117.
55. Démonstration générale du théorème de Fermat, sur l'impossibilité en nombres entiers, de l'équation  $x^n + y^n = z^n$  // Compt. rend. 1847. T. 24. P. 310—315; 569—572; 888.

56. Mémoire sur la résolution, en nombres complexes, de l'équation  $A^5+B^5+C^5=0$  // J. math. pures et appliquées. 1847. T. 12. P. 137—171.
57. Mémoire sur la résolution, en nombres complexes, de l'équation  $A^n+B^n+C^n=0$  // J. math. pures et appliquées. 1847. T. 12. P. 172—184.
58. Loi mathématique de la progression de l'impôt sur les successions // Compt. rend. 1848. T. 27. P. 125—129; см. также выдержки из этой статьи: Questions d'intérêts composés impôt progressif sur les successions // Nouv. ann. math. 1848. T. 7. P. 360—366.
59. Esquisse d'un traité de la république. Paris. 1848.
60. Note sur les épaisseurs et les courbures des appareils à vapeur // Compt. rend. 1850. T. 30. P. 157—161.
61. Mémoire sur les variations des coordonnées curvilignes // J. math. pures et appliquées. 1851. T. 16. P. 171—185.
62. Note sur la théorie de l'élasticité des corps solides // Compt. rend. 1852. T. 35. P. 459—463.
63. Leçons sur la théorie mathématique de l'élasticité des corps solides. Paris, 1852. 335 p.
64. Mémoire sur l'équilibre d'élasticité des enveloppes sphériques // J. math. pures. et appliquées. 1854. T. 19. P. 51—87; см. также выдержки из этой работы: Compt. rend. 1853. T. 37. P. 145—149.
65. École polytechnique: Sommaire du cours de physique. Paris, 1855. 289 p.
66. Leçons sur les fonctions inverses des transcendentes et les surfaces isothermes. Paris, 1857. 321 p.
67. Leçons sur les coordonnées curvilignes et leurs diverses applications. Paris, 1859. 368 p.
68. Leçons sur la théorie analytique de la chaleur. Paris, 1861. 446 p.
69. Современная задача физико-математических наук // Рус. вестн. 1862. № 38. С. 417—437. С предисл. Н. Д. Брашмана.
70. Note sur la marche à suivre pour découvrir le principe seul véritablement universel, de la nature physique // Compt. rend. 1863. T. 56. P. 983—989.
71. Étude des binômes cubiques  $(x^3 \pm y^3)$  // Compt. rend. 1865. T. 61. P. 921—924; 961—965.
72. Cours de physique mathématique rationnelle: Discours préliminaire. Paris, 1865. 30 p.
73. Sur les surfaces isothermes paraboloidales // J. math. pures et appliquées. Deuxième série. 1874. T. 19. P. 307—318.

## Использованная литература

---

1. *Андреев К. А.* Василий Григорьевич Имшенецкий. Харьков, 1895.
2. *Базен П. П.* Доказательство начала умозрительных скоростей. СПб., 1832.
3. *Базен П. П.* Об определении средних расстояний для транспорта материалов // Журн. путей сообщения. 1827. Кн. 7. С. 22—46.
4. *Бернштейн С. А.* Очерки по истории строительной механики. М., 1957.
5. *Боголюбов А. Н.* Августин Августинович Бетанкур. М., 1969.
6. *Боголюбов А. Н.* Гаспар Монж. М., 1978.
7. *Ваксель Л. С.* Описание ныне делаемого в Шотландии Каледонского канала. 1808. Рукопись. Библиотека ЛИИЖТа.
8. *Ваксель Л. С.* Описание чугунной дороги, учрежденной в графстве Суррей в Англии в 1802 г., изобретенной для удобнейшего и легчайшего перевоза казенных грузов и тяжестей лошадьми. Спб., 1805.
9. *Веселаго Ф.* Очерк истории Морского кадетского корпуса. СПб., 1852.
10. *Вигель Ф. Ф.* Записки Филипа Филиповича Вигеля. М., 1892. Часть вторая.
11. *Виргинский В. С.* Возникновение железных дорог в России. М., 1948.
12. *Виргинский В. С.* Джорж Стефенсон. М., 1965.
13. *Волков М. С.* О сведениях, собранных за границей по части строительного искусства // Журн. путей сообщения. 1838. Кн. 4.
14. *Волков М. С.* Отрывки из заграничных писем. Спб., 1857.
15. *Волков М. С.* Предисловие к курсу строительного искусства // Журн. путей сообщения. 1842. Т. 2.
16. *Воронин М. И.* Перспективная дорога: К 150-летию завершения строительства Петербурго-Московского шоссе // Трансп. стр.-во. 1983. № 12.
17. *Воронин М. И., Воронина М. М.* Павел Петрович Мельников. Л., 1977.
18. *Гайдук Ю. М., Наумов И. А.* Русские страницы биографии Ламе // Историко-математические исследования. М., 1965. Вып. 16.

19. *Ганри О.* Об употреблении железа при сооружении висячих мостов // Журн. путей сообщения. 1826. Кн. 5.
20. *Гастев А. А.* Делакруа. М., 1966.
21. *Годыцкий-Цвирко А. М.* Юбилей веревочного многоугольника. Л., 1929.
22. *Городков Г.* Адмиралтейские ижорские заводы: Краткий исторический очерк. Спб., 1903.
23. *Григорьев В. В.* Императорский С.-Петербургский университет в течение первых 50 лет его существования. Спб., 1870.
24. *Дельваиг А. И.* Мои воспоминания. М., 1912. Т. 1, 2.
25. *Ершов А.* О высшем техническом образовании в Западной Европе. М., 1857.
26. *Житков С. М.* Институт инженеров путей сообщения. Спб., 1899.
27. *Журнал* путей сообщения. 1826. Кн. 1.
28. *Журнал* путей сообщения. 1829. Кн. 14.
29. *Журналы* Совета Института инженеров путей сообщения за 1911 г. Спб., 1911. № 5.
30. *Забаринский П. П.* К истории железных дорог в России // Архив истории науки и техники. Л., 1934. Вып. 4.
31. *Извлечения* из отчетов лиц, отправленных Министерством народного просвещения за границу для приготовления к профессорскому званию. Спб., 1864. Ч. 3.
32. *Инженерные записки.* 1855. Ч. 41, кн. 2.
33. *История XIX века* / Под ред. Э. Лависса и А. Рамбо. М., 1838. Т. 1, 3.
34. *История Московского университета.* М., 1955. Т. 1.
35. *Кавелин К.* Очерк французского университета // Журн. М-ва нар. просвещения. 1862. Ч. 116.
36. *Карелин В.* О русских паровых машинах и сельских мельницах. Спб., 1848.
37. *Киприянов В. А.* Очерки. М., 1882.
38. *Кирпичев В. Л.* Основания графической статистики. 2-е изд. Спб., 1908.
39. *Клейн Ф.* Лекции о развитии математики в XIX столетии. М.; Л., 1937.
40. *Коцовский Н.* Обзор некоторых высших горных школ Западной Европы. Спб., 1893.
41. *Курбатов В.* Художественно-исторический очерк Петербурга. Спб., 1913.
42. *Ларионов А. М.* История Института инженеров путей сообщения за первое столетие его существования. Спб., 1910.
43. *Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта, 1809—1959 гг.* М., 1960.
44. *Любимов Н. А.* Мой вклад: Статьи, записки, чтения, заметки. М., 1887. Т. 2.
45. *Ляв А.* Математическая теория упругости. М.; Л., 1935.
46. *Мельников П. П.* Отчет о путешествии по Европе. 1838. Т. 1, 2. Рукопись. Библиотека ЛИИЖТа.
47. *Мельников П. П.* Сведения о русских железных дорогах. Б. г. Рукопись. Библиотека ЛИИЖТа.
48. *Мижуев П.* Народное образование во Франции. Спб., 1899.
49. *Митинский А. Н., Ашкенази Е. К.* Первая русская машина для испытания металла на прочность // Вестн. машиностроения. 1954. № 1.

50. Митропольский Н. М. Методология проектирования мостов. М., 1958.
51. Московский телеграф. 1830. № 12.
52. Мотылев В. Е. Экономическое развитие Франции в XVI—XIX веках (до 1871 г.). М., 1957.
53. Никитин Н. П. Огюст Монферран. Л., 1939.
54. Ожгова Е. П. Шарль Эрмит. Л., 1982.
55. Михаил Васильевич Остроградский: Педагогическое наследие: Документы о жизни и деятельности / Под ред. И. Б. Погребысского и А. П. Юшкевича. М., 1961.
56. Плоткин Ф. Я. Петр Григорьевич Соболевский. М., 1966.
57. Постников М. М. Введение в теорию алгебраических чисел. М., 1982.
58. Приказы, отданные по Корпусу инженеров путей сообщения. Спб., 1825.
59. Программа для экзамена воспитанников Института Корпуса инженеров путей сообщения. Спб., 1824.
60. Прудников В. Е. Четыре письма к М. В. Остроградскому // Историко-математические исследования. М., 1954. Вып. 7.
61. Розанов А. С. Музыкальный Павловск. Л. 1978.
62. Савелов А. А. Плоские кривые. М., 1960.
63. Севастьянов Я. А. О трудах офицеров Корпуса инженеров путей сообщения // Журн. путей сообщения. 1826. Кн. 2, 5.
64. Соболевский В. П. Наблюдения и заметки, сделанные во время трехмесячного путешествия по Германии, Бельгии и Франции в 1856 г. 1856. Рукопись. Библиотека ЛИИЖТа.
65. Соколовский Е. Пятидесятилетие Института и Корпуса инженеров путей сообщения: Исторический очерк. Спб., 1859.
66. Старчевский А. О заслугах Румянцева, оказанных отечественной истории // Журн. М-ва нар. просвещения. 1846. Ч. 49, отд. 5.
67. Стретт М. Д. О. Функции Ламе, Матье и родственные им в физике и технике. Харьков; Киев, 1935.
68. Строев В. Париж в 1838 и 1839 годах. Спб., 1842. Ч. 2.
69. Тимошенко С. П. История науки о сопротивлении материалов с краткими сведениями из истории упругости и теории сооружений. М., 1957.
70. Уилсон М. Американские ученые и изобретатели. М., 1964.
71. Филоненко-Бородич М. М. Теория упругости. М., 1959.
72. Чижов Д. С. Записки о приложении начал механики к исчислению действия некоторых из машин. Спб., 1823.
73. Щеглов Н. П. О железных дорогах и преимуществах их перед обыкновенными дорогами и каналами // Северный муравей. 1830. № 1.
74. Юшкевич А. П. О неопубликованных ранних работах М. В. Остроградского // Историко-математические исследования. М., 1965. Вып. 16.
75. Arago F. Sur l'ancienne École polytechnique. Paris, 1853.
76. Bazain P. Traité élémentaire de calcul différentiel. St. P., 1817.
77. Bertrand J. Discours prononcés aux funérailles de M. Lamé // Ann. mines. 1872. Т. 1.
78. Bertrand J. Éloge de Gabriel Lamé // Ann. mines. 1878. Т. 13.
79. Bourrelrier H. La vie du quartier-Latin. Paris. 1936.

80. *Bulletin des sci. math., phys. et chim.*, Paris. 1829, 1831.
81. *Bulletin des sci. par la Soc. philomatique de Paris*. 1823, 1824.
82. *Callot J.-P.* Histoire de l'École polytechnique. Paris, 1958.
83. *Chasles M.* Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie. Paris, 1889.
84. *Chevalier M.* Des intérêts matériels en France. Paris, 1838.
85. *Clapeyron B.* Leçons de mécanique appliqué. 1828. Литография. Библиотека ЛИИЖТа.
86. *Combes M.* Discours // *Ann. mines*. 1872. T. 1.
87. *Cours de construction*. 1827. Литография. Библиотека ЛИИЖТа.
88. *Coushy A.* Rapport sur le mémoire précédent // *J. math. pures et appliquées*, publiée par Liouville. 1840. T. 5.
89. *Comptes rendus*. 1870. T. 70.
90. *Doorman C.* Anwendung der Lameschen Functionen auf Problem der Potentialtheorie. Leipzig, 1882.
91. *Dumont J.-B.* Les grands travaux du siècle. Paris. 1891.
92. *Dupin, Prony.* Rapport fait à l'Académie royale des sciences, le 26 mai 1823, sur le Mémoire de m. m. Lamé et Clapeyron // *Enn. mines*. 1823. T. 8.
93. *Encyclopédie des sciences mathématiques pures et appliquées*. Paris, 1904—1911.
94. *Flachat E., Petiet J.* Guide du mécanicien conducteur de machines, locomotives. Paris, 1840.
95. *Fourcy A.* Histoire de l'École polytechnique. Paris, 1828.
96. *Fourcy L. de.* Notice nécrologique sur Lamé (Gabriel) // *Ann. mines*. 1872. T. 1.
97. *Franqueville A.* Le premier siècle de l'Institut de France. Paris, 1895. T. 1; 1896. T. 2.
98. *Index biographique des membres et correspondants de l'Académie des sciences*. Paris, 1968.
99. *L'Institut*. Journal universel des sciences et des sociétés savantes en France et à l'étranger. 1833—1836, Paris.
100. *L'Institut de France*, par Gaston Boissier... Paris, 1907.
101. *Kline M.* Mathematical thought from ancient to modern times. N. Y., 1972.
102. *Lacroix E.* Bibliographie des ingénieurs, des architectes, des chefs d'usines industrielles des élèves de l'École polytechnique. Paris, 1863—1866.
103. *Lefèvre P., Cerbelaud G.* Les chemins de fer. Paris, 1889.
104. *Love A.* A treatise of the mathematical theory of elasticity. Cambridge, 1906.
105. *Malkin J.* The hundredth anniversary of the publication of Lamé's work on elasticity // *Scripta math.*, N. Y. 1955. Vol. 21, N 1.
106. *Mathieu E.* Cours de physique mathématique. Paris, 1873.
107. *Mathieu E.* Théorie de l'élasticité des corps solides. Paris, 1890.
108. *Maury A.* L'ancienne Académie des sciences. Paris, 1864.
109. *Montferrand R.* Plans et détails du monument consacré à la mémoire de l'empereur Alexandre. Paris, 1836.
110. *Navier L.* Résumé des leçons. 2nd ed. Paris, 1833; 3d ed. Paris, 1864.
111. *Picard É.* Discours et mélanges. Paris, 1922.

112. *Pinet G.* Histoire de l'École polytechnique. Paris, 1887.
113. *Poncelet J. V.* Examen historique et critique des principales théories concernant l'équilibre des voûtes // *Compt. rend.* 1852. T. 35.
114. *Poncelet J. V.* Traité des propriétés projectives des figures. Paris, 1822.
115. *Puiseux V.* Discours // *Ann. mines.* 1872. T. 1.
116. *Sage B. G.* Fondation de l'École Royale des mines à la Monnaie. Paris, 1817.
117. *Saint-Venant A.* Notes et des appendices sur «Résumé des leçons» par Navier // *A. Navier.* Résume des leçons. 3d ed. Paris, 1864.
118. *Straub H.* Geschichte der Bauingenieurkunst. Basel, 1964.
119. *Taton R.* Histoire générale des sciences. Paris, 1961. T. 3, vol. 1.
120. *Taton R.* (sous la direction). Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIIIe siècle. Paris, 1964.
121. *Todhunter J.* A history of the theory of elasticity and of the strength of materials from Galilei to the present time. Cambridge, 1886. T. 1.
122. *Touraine.* Histoire et monuments, publié sous la direction de M. L'abbé J. Bourassé. Tours, 1856.
123. *Tourneux F.* Encyclopédie des chemins de fer et des machines à vapeur. Paris, 1844.
124. *Truesdell C.* Essays in the history of mechanics. Berlin; Heidelberg; N. Y., 1968.

### Архивы

- |   |  |
|---|--|
| 125. ЦГИА СССР, ф. 155, 1804, оп. 1, д. 41, л. 1. | 137. ЦГИА СССР, ф. 200, 1831, оп. 1, д. 1812,      |
| 126. Там же, 1807, оп. 1, д. 81.                  | 138. ЛГИА, ф. 381, 1827, оп. 1, д. 79, л. 24.      |
| 127. Там же, ф. 159, 1809, оп. 1, д. 21, л. 10.   | 139. ЦГИА СССР, ф. 229, оп. 2, д. 364, л. 2.       |
| 128. Там же, д. 520, л. 3.                        | 140. Там же, ф. 200, 1834, оп. 1, д. 2144, л. 1—2. |
| 129. Там же, ф. 155, 1802, оп. 1, д. 16, л. 3.    | 141. Там же, 1830—1832, оп. 1, д. 1749.            |
| 130. ЛГИА, ф. 381, 1828, оп. 1, д. 209, л. 29.    | 142. ЛГИА, ф. 381, 1824, оп. 13, д. 68, л. 5.      |
| 131. Там же, 1830, оп. 1, д. 433, л. 1.           | 143. Там же, 1822, оп. 1, д. 50, л. 1.             |
| 132. Там же, 1814, оп. 13, д. 3270, л. 32.        | 144. Там же, 1826, оп. 13, д. 70, л. 44.           |
| 133. ЦГИА СССР, ф. 207, 1820—1821, оп. 15, д. 27. | 145. ЦГИА СССР, ф. 200, 1830—1831, оп. 1, д. 1753. |
| 134. ЛГИА, ф. 381, оп. 13, д. 76, л. 27.          | 146. Там же, ф. 206, 1831, оп. 1, д. 368, л. 1.    |
| 135. ЦГИА СССР, ф. 200, 1830, оп. 1, д. 1740.     | 147. Там же, ф. 200, 1831, оп. 1, д. 1793.         |
| 136. ЛГИА, ф. 381, 1826, оп. 13, д. 65.           | 148. Там же, д. 1799, л. 1.                        |

149. Там же, ф. 208, 1823, оп. 1, д. 1.  
150. Там же, 1825, оп. 1, д. 7, л. 9.  
151. Там же, д. 47, л. 41.  
152. Там же, ф. 207, 1825, оп. 5, д. 2, л. 305.  
153. Там же, ф. 206, 1823, оп. 1, д. 496, л. 3.  
154. Там же, ф. 208, 1823, оп. 1, д. 47, л. 122.  
155. Там же, 1824, оп. 1, д. 42, л. 64, 65.  
156. Там же, д. 44, л. 125.  
157. Там же, ф. 200, 1829, оп. 1, д. 1738, л. 26.  
158. Там же, ф. 206, 1825, оп. 1, д. 591, л. 12, 13.  
159. Там же, 1824, оп. 1, д. 493, л. 17.  
160. Там же, 1827, оп. 1, д. 610, л. 51.  
161. Там же, 1822, оп. 1, д. 698, л. 5.  
162. Там же, 1826, оп. 1, д. 672.  
163. Там же, 1824, оп. 1, д. 83, л. 13—14.  
164. Там же, 1834, оп. 1, д. 1441, л. 12.  
165. Там же, 1837, оп. 1, д. 112, л. 16.



## Именной указатель

---

- Абель Н. 168  
Августинович А. В. 175  
Адам Е. А. 50, 68  
Александр I 18, 26, 31, 32,  
34, 36, 41, 42, 53, 67  
Алексеев Н. Н. 179  
Андреев П. Н. 50  
Араго Д. Ф. 18, 20, 138
- Базен П. П. 36—41, 46, 50—  
53, 55, 56, 60—62, 66, 70,  
72, 74, 75, 79, 85, 89—92,  
102, 112  
Байе 23, 80, 85  
Бальзак О. 12  
Батеньков Г. С. 54  
Белинский В. Г. 75  
Бельтрами Э. 179  
Берд Ч. 71, 72, 111  
Бернулли Я. 86, 105  
Бернштейн С. А. 76, 78, 79, 94  
Бертолле К. Л. 10  
Бертран Ж. Л. Ф. 14, 16, 21,  
24, 25, 62, 64, 129, 130, 136,  
137, 140, 149, 158, 174  
Бессель А. 146, 177  
Бестужев-Марлинский А. А.  
54  
Беганкур А. А. 34, 35, 40, 50,  
51, 54, 67, 85, 88, 89, 112  
Бине Ш. Ф. М. 18, 20, 104, 140  
Бланше 140  
Боголюбов А. Н. 187  
Брашман Н. Д. 78, 146, 171  
Бугаев Н. В. 146, 147  
Бугайский М. 71  
Бульмеринг К. Е. 73  
Буняковский В. Я. 50, 52, 110
- Ваксель Л. С. 31, 111  
Вебер Г. 177, 178  
Вигель Ф. Ф. 63  
Вика Л. 55  
Виргинский В. С. 111
- Висковатов В. И. 36  
Витрувий 109  
Вокасон Ж. 11  
Волков М. С. 48, 50, 55, 73,  
121, 126, 127, 148, 175  
Воронин М. И. 5, 6  
Воронина М. М. 5  
Вюртембергский герцог 54, 60,  
71
- Гадолин А. В. 179  
Газан Ф. 48  
Гайдук Ю. М. 187  
Ганри О. 48, 55, 83, 84  
Гаусс К. 155, 160, 170, 174,  
177, 179  
Гаюи В. 26  
Гаюи Р. Ж. 23, 26  
Гей-Люссак Ж. 136  
Гейне Г. 27  
Гейне Э. 177, 178  
Гесс Г. И. 52  
Гессе В. И. 70  
Гийо (Дюгамель) Ж. П. Ф. 22  
Годыцкий-Цвирко А. М. 88  
Голицына Е. И. 63  
Голтзе 25  
Горбачев М. С. 7  
Горлов А. П. 146  
Готман А. Д. 42, 51, 67  
Грибоедов А. С. 63  
Гурьев С. Е. 36
- Даламбер Ж. 49, 56  
Дантон Ж. Ж. 9  
Дашков В. А. 136  
Девятгин А. П. 38, 40  
Дедекинд Р. 179  
Делакруа Э. 14  
Дельвиг А. А. 136  
Дельвиг А. И. 50, 61, 62, 136,  
148  
Дестрем М. Г. 36, 37, 39, 40,  
52, 61, 62, 67, 86, 117, 118

- Дефабр К. И. 101  
 Диофант 157, 158  
 Добронравов А. Г. 50  
 Дюамель Ж. М. К. 104, 105, 135  
 Дюло А. 98  
 Дюпон Ш. А. 25  
 Дюрен Ш. 25, 77, 78  
 Дюрон 16, 21
- Евреннов В. Д. 50  
 Ермолов А. П. 48
- Ж**  
 Жергонн И. Д. 24, 25  
 Жеродан М. М. Ф. Б. 63  
 Жеродан Я. А. Б. 63  
 Жуковский В. А. 63  
 Журавский Д. И. 175
- Завадовский А. М. 55  
 Зуев А. П. 50
- Износков И. А. 146  
 Имшенецкий В. Г. 145—147
- К**  
 Калло Ж. 135  
 Камерон Ч. 70  
 Карбоньер Л. Л. 67, 71  
 Карл X 61, 119  
 Каулинг А. А. 113  
 Кваренги Д. 34  
 Кербедз С. В. 6, 50, 74, 78, 86, 175  
 Кпрпичев В. Л. 93  
 Клапейрон Б. 5, 24, 27, 41—44, 46, 48—52, 54, 55, 59—62, 64—66, 68, 71—73, 75—80, 85, 87—89, 92, 94, 96—103, 110, 119, 120—123, 126, 129, 134, 137, 144, 145, 148, 149, 151, 153, 174, 176  
 Ковалевская С. В. 176  
 Кольбер 137  
 Комб 149  
 Конте Н. Ж. 10  
 Коши О. Л. 95—101, 104, 106, 157, 159, 179  
 Крафт Н. О. 50  
 Крелле А. 96  
 Крылов А. Н. 101, 102  
 Кулибин И. П. 86, 175  
 Куммер Э. 160, 179  
 Купфер А. Я. 52, 110  
 Куракин А. Б. 36  
 Курбатов В. 42
- Лагранж Ж. 17, 96, 138, 176  
 Лакруа С. Ф. 17, 18, 20, 90, 91, 139  
 Ламе Г. Л. 64  
 Ламе И. Э. 64  
 Ламе М. С. 64  
 Лаплас П. С. 17, 105, 138, 167, 170, 177, 178  
 Лебег А. Л. 158  
 Лежандр А. М. 16, 17, 104, 158, 177  
 Лежен Дирихле П. Г. 158, 160  
 Ленин В. И. 111  
 Лерой Ш. 135  
 Либри Г. 140  
 Липин Н. И. 50  
 Лиувилль Ж. 135, 149, 150, 158, 159, 162, 168, 178  
 Лористон А. Ж. 37  
 Луи Филипп Орлеанский 61, 119, 145  
 Любимов Н. А. 142  
 Людовик XIV 137  
 Людовик XVIII 12, 138  
 Ляпунов А. М. 179
- М**  
 Майоров А. И. 32, 36  
 Маклорен К. 102  
 Марат Ж. П. 9  
 Матье Э. 135, 170, 177, 178  
 Мельников П. П. 6, 49, 50, 52, 56, 67, 101, 118, 126, 129, 143  
 Менелас А. А. 113  
 Местр И. 63  
 Местр К. 63  
 Моле Л. М. 36, 120  
 Монж Г. 10, 17, 25, 37, 138  
 Монферран О. 108, 109, 110  
 Муравьев-Апостол И. М. 34  
 Муравьев-Апостол М. И. 53, 54  
 Муравьев-Апостол С. И. 53, 54
- Н**  
 Навье Л. М. 55, 72, 76, 79, 80, 83, 86, 94—101, 135, 155, 157  
 Наполеон Бонапарт 10, 11, 18, 32, 36, 141  
 Наполеон III 141, 145  
 Наумов И. А. 187  
 Николай I 59, 61, 62, 65  
 Ньютон И. 95, 172, 178
- О**  
 Оленин А. Н. 112  
 Остроградский М. В. 46, 50, 52, 64, 104—107, 110, 161, 176

- Пердонне А. 121  
Перроне Ж. 55  
Петр I 28, 29  
Пине Г. 18  
Пирогов Н. И. 145  
Поггендорф И. 145  
Поленов А. А. 68  
Понселе Ж. В. 25, 78, 88  
Потье К. И 36—38, 40, 50, 55, 61, 62, 67  
Прони Г. К. 55, 77, 78, 138  
Пуансо Л. 17, 18, 20, 96, 99, 101, 104, 140  
Пуассон С. Д. 17, 18, 20, 39, 95, 96, 105, 106, 166  
Пушкин А. С. 63, 112  
Пушкина Н. О. 63  
Пюизье В. А. 149  
Пюиссан 140
- Раевский Н. Н. 53  
Резимон И. С. 36  
Рейхель К. Я. 69  
Рижорд П. К. 111  
Риман Г. 179  
Ришелье А. Э. 37  
Робеспьер М. 9  
Рокасовский А. И. 38, 40  
Румянцев Н. П. 31, 32, 34, 35  
Румянцев П. А. 30
- Савари Ф. 135  
Саже Б. Г. 22  
Сганзен М. 38, 55  
Севастьянов А. Я. 38, 49, 50, 52, 74, 75, 90  
Сеген М. 113  
Сен-Венан А. Ж. 155, 179  
Соболевский В. П. 50, 131, 133, 134  
Соболевский П. Г. 112  
Соколовский Е. М. 32, 35  
Сомов О. И. 179  
Сорбонн Р. 142  
Сперанский М. М. 52  
Старчевский А. 30  
Стеглов В. А. 105, 106  
Стефенсон Д. 56, 113, 114  
Стров В. 12
- Татон Р. 96  
Тейлор Б. 101, 102
- Тельфорд Т. 70  
Теркем О. 160  
Тимошенко С. П. 98  
Тирриа 27  
Тодхантер И. 84, 97, 98, 153, 154, 156  
Томон Т. 42  
Тредгольд Т. 98  
Третер В. К. 71, 79, 118  
Трофимович В. Д. 50, 67
- Умов Н. А. 179
- Фабр А. Я. 36, 37, 40, 61, 62  
Ферма П. 157—159  
Финли Д. 70  
Флаша Е. 123, 126, 144  
Флаша С. 123, 126, 144  
Френель О. Г. 154  
Фролов П. К. 111  
Фультон Р. 111  
Фурси А. 18, 22  
Фурье Ж. 101, 102, 104—106, 108, 161  
Фусс П. Н. 110
- Христианович В. А. 67, 79
- Цвиллинг И. И. 68
- Чижов Д. С. 36, 49, 88, 89
- Шаль М. 25, 26, 135, 140, 146  
Шапгаль Ж. А. 10  
Шарлевиль Р. 46, 73  
Шведлер 175  
Шевалье М. 122  
Штурм Ж. 104, 135
- Щеглов Н. П. 117
- Эйлер Л. 105, 158, 167  
Эрмит Ш. 178
- Юнг Т. 95  
Юсупов Н. Б. 34  
Юшкевич А. П. 105, 106
- Якоби Б. С. 155  
Явиш К. Я. 50  
Янушевский И. С. 46, 50  
Ястржембский Н. Ф. 175

## Оглавление

---

	Стр.
Предисловие . . . . .	5
От автора . . . . .	7
<b>Глава I. Годы учения и первые научные работы Габриэля Ламе во Франции . . . . .</b>	<b>9</b>
§ 1. Социально-экономические условия развития Франции в конце XVIII—начале XIX в. . . . .	9
§ 2. Юность Ламе . . . . .	12
§ 3. Первые работы Ламе . . . . .	24
<b>Глава II. Учебная деятельность Габриэля Ламе в петер- бургском Институте Корпуса инженеров путей сообщения . . . . .</b>	<b>28</b>
§ 1. Состояние экономики, науки и путей сообще- ния в России в начале XIX в. . . . .	28
§ 2. Основание Института Корпуса инженеров пу- тей сообщения, его назначение и структура	33
§ 3. Приезд Ламе в Россию и его участие в жизни института . . . . .	40
§ 4. Возвращение Ламе во Францию . . . . .	59
<b>Глава III. Научная и инженерная деятельность Габриэля Ламе в Петербурге . . . . .</b>	<b>67</b>
§ 1. Общее направление работ в институте и инже- нерная деятельность Ламе . . . . .	67
§ 2. Работы Ламе в области механики и математики	76
§ 3. Интерес Ламе к железнодорожному строи- тельству . . . . .	110
<b>Глава IV. Инженерная и педагогическая деятельность Габриэля Ламе во Франции . . . . .</b>	<b>119</b>
§ 1. Работа Ламе по железнодорожному транспорту	119
§ 2. Система образования и преподавательская дея- тельность Ламе в Париже . . . . .	130

Глава V. Научная работа Габриэля Ламе во Франции	150
§ 1. Работы в области теории упругости . . . . .	150
§ 2. Работы в области теории чисел и алгебры . . . . .	157
§ 3. Работы по математической физике . . . . .	161
<b>Заключение</b> . . . . .	174
Основные даты жизни и деятельности Ламе . . . . .	180
Перечень трудов Габриэля Ламе . . . . .	183
Использованная литература . . . . .	187
Именной указатель . . . . .	193

Маргарита Михайловна Воронина

ГАБРИЭЛЬ ЛАМЕ

1795—1870

*Утверждено к печати*

*Редколлегией серии «Научно-биографическая литература»  
Академии наук СССР*

Редактор издательства *М. В. Хотимская*

Художник *И. П. Кремлев*

Технический редактор *Е. М. Черножукова*

Корректор *Л. Я. Комм*

Сдано в набор 22.05.87. Подписано к печати 29.10.87.  
М-22012. Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага офсетная № 1. Гарни-  
тура обыкновенная. Печать высокая. Усл. печ. л. 10.50. Усл.  
кр.-отт. 10.65. Уч.-изд. л. 10.34. Тираж 9200. Тип. зак. № 1606.  
Цена 40 к.

Ордена Трудового Красного Знамени  
издательство «Наука». Ленинградское отделение.  
199034, Ленинград, В-34, Менделеевская лин., 1.

Ордена Трудового Красного Знамени  
Первая типография издательства «Наука».  
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12.

**КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»  
МОЖНО ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ЗАКАЗАТЬ В МАГАЗИНАХ  
КОНТОРЫ «АКАДЕМКНИГА»,  
В МЕСТНЫХ МАГАЗИНАХ КНИГОТОРГОВ  
ИЛИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ**

*Для получения книг почтой  
заказы просим направлять по адресу:*

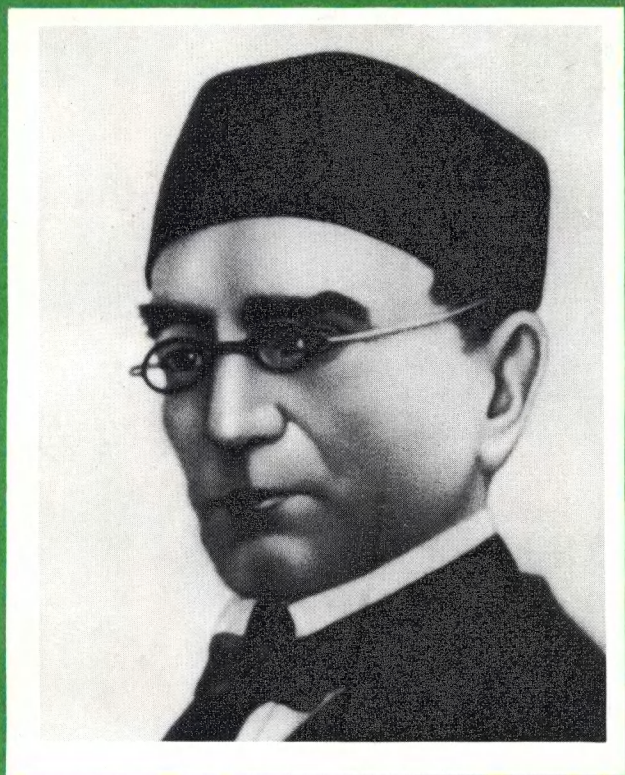
- 117192, Москва, Мичуринский пр., 12. Магазин «Книга — почтой» Центральной конторы «Академкнига».  
197345, Ленинград, Петрозаводская ул., 7. Магазин «Книга — почтой» Северо-Западной конторы «Академкнига».

*Или в ближайший магазин конторы «Академкнига»,  
имеющий отдел «Книга — почтой»:*

- 480091, Алма-Ата, ул. Фурманова, 91/97 («Книга — почтой»);  
370005, Баку, Коммунистическая ул., 51 («Книга — почтой»);  
232600, Вильнюс, ул. Университето, 4;  
690088, Владивосток, Океанский пр., 140 («Книга — почтой»);  
320093, Днепропетровск, пр. Гагарина, 24 («Книга — почтой»);  
734001, Душанбе, пр. Ленина, 95 («Книга — почтой»);  
375002, Ереван, ул. Туманяна, 31;  
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 289 («Книга — почтой»);  
420043, Казань, ул. Достоевского, 53;  
252030, Киев, ул. Ленина, 42;  
252142, Киев, пр. Вернадского, 79;  
252030, Киев, ул. Пирогова, 2;  
252030, Киев, ул. Пирогова, 4 («Книга — почтой»);  
277012, Кишинев, пр. Ленина, 148 («Книга — почтой»);  
343900, Краматорск Донецкой обл., ул. Марата, 1 («Книга — почтой»);  
660049, Красноярск, пр. Мира, 84;  
443002, Куйбышев, пр. Ленина, 2 («Книга — почтой»);  
191104, Ленинград, Литейный пр., 57;  
199034, Ленинград, Таможенный пер., 2;  
194064, Ленинград, Тихорецкий проспект, д. 2;  
220012, Минск, Ленинский пр., 72 («Книга — почтой»);  
103009, Москва, ул. Горького, 19а;  
117312, Москва, ул. Вавилова, 55/7;  
630076, Новосибирск, Красный пр., 51;

- 630090, Новосибирск, Морской пр., 22 («Книга — почтой»);  
142284, Протвино Московской обл., ул. Победы, 8;  
142292, Пущино Московской обл., МР «В», 1;  
620161, Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137 («Книга — почтой»);  
700000, Ташкент, ул. Ю. Фучика, 1;  
700029, Ташкент, ул. Ленина, 73;  
700700, Ташкент, ул. Шота Руставели, 43;  
700185, Ташкент, ул. Дружбы народов, 6 («Книга — почтой»);  
634050, Томск, наб. реки Ушайки, 18;  
634050, Томск, Академический пр., 5;  
450059, Уфа, ул. Р. Зорге, 10 («Книга — почтой»);  
450025, Уфа, Коммунистическая ул., 49;  
720000, Фрунзе, бульв. Дзержинского, 42 («Книга — почтой»);  
310078, Харьков, ул. Чернышевского, 87 («Книга — почтой»).





*М.М. Воронина*

**Габриэль  
ЛАМЕ**

40 коп.



**«НАУКА»**  
**Ленинградское**  
**отделение**