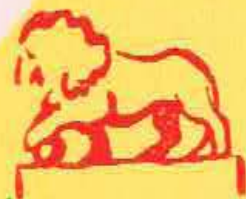


Р.А.НЕЖИХОВСКИЙ

РЕКА НЕВА



Р. А. НЕЖИХОВСКИЙ

РЕКА НЕВА

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАД

1973

Издание 3-е, переработанное и дополненное

Отв. редактор канд. геогр. наук *В. Г. Носков*

Книга знакомит читателя с основами гидрологии реки Невы. В ней описываются такие своеобразные природные явления, как нагоны и стоны воды, заторы и зажоры льда, установление и разрушение неподвижного ледяного покрова, регулирование стока воды крупными озерами и т. д. Приводятся разнообразные количественные характеристики водного, ледового, термического и химического режима реки Невы и Невской губы.

Читатель узнает из книги о роли Невы в хозяйственной жизни Петербурга-Ленинграда, и в частности о наводнениях и проектах борьбы с ними, об истории рек и каналов города и об использовании их как в качестве водных путей, так и источника оздоровления и водоснабжения.

В книге также рассказывается об упорной и длительной борьбе русского народа за обладание невскими берегами.

Книга рассчитана на широкий круг читателей — как специалистов, деятельность которых тем или иным образом связана с рекой Невой и Финским заливом, так и лиц, интересующихся историей Петербурга-Ленинграда.

Художник *М. А. Бычков*

И $\frac{0296-210}{069(02)-73}$ 7-73

© Гидрометеиздат 1955 г.

© Гидрометеиздат 1973 г. с изменениями

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

Второе издание книги «Река Нева» вышло в 1957 г. В течение прошедших пятнадцати лет автору неоднократно довелось выступать в роли эксперта, консультанта или исполнителя проектов ряда сооружений, читать популярные лекции в школьных и вузовских аудиториях, в цехах заводов и фабрик, в конструкторских бюро и архитектурных мастерских, отвечать на вопросы корреспондентов газет, экскурсоводов, работников музеев и т. д. Все это позволило автору близко познакомиться с массовым читателем, выявить его запросы и интересы.

За истекшее время произошли некоторые изменения в облике реки Невы. Гидрологи и другие специалисты накопили много новых сведений о режиме Невы и Невской губы. Наконец, город Ленина раздвинул свои границы далеко на восток вверх по реке Неве и на запад вдоль берегов Невской губы. Все это нашло должное отражение в новом издании книги.

В третьем издании книги «Река Нева», как и в двух предыдущих, автор имел своей целью познакомить широкий круг читателей, в первую очередь ленинградцев, с основами гидрологии реки Невы, а также рассказать о поистине громадной роли Невы в жизни Петербурга-Ленинграда и о длительной и упорной борьбе русского народа за невские берега.

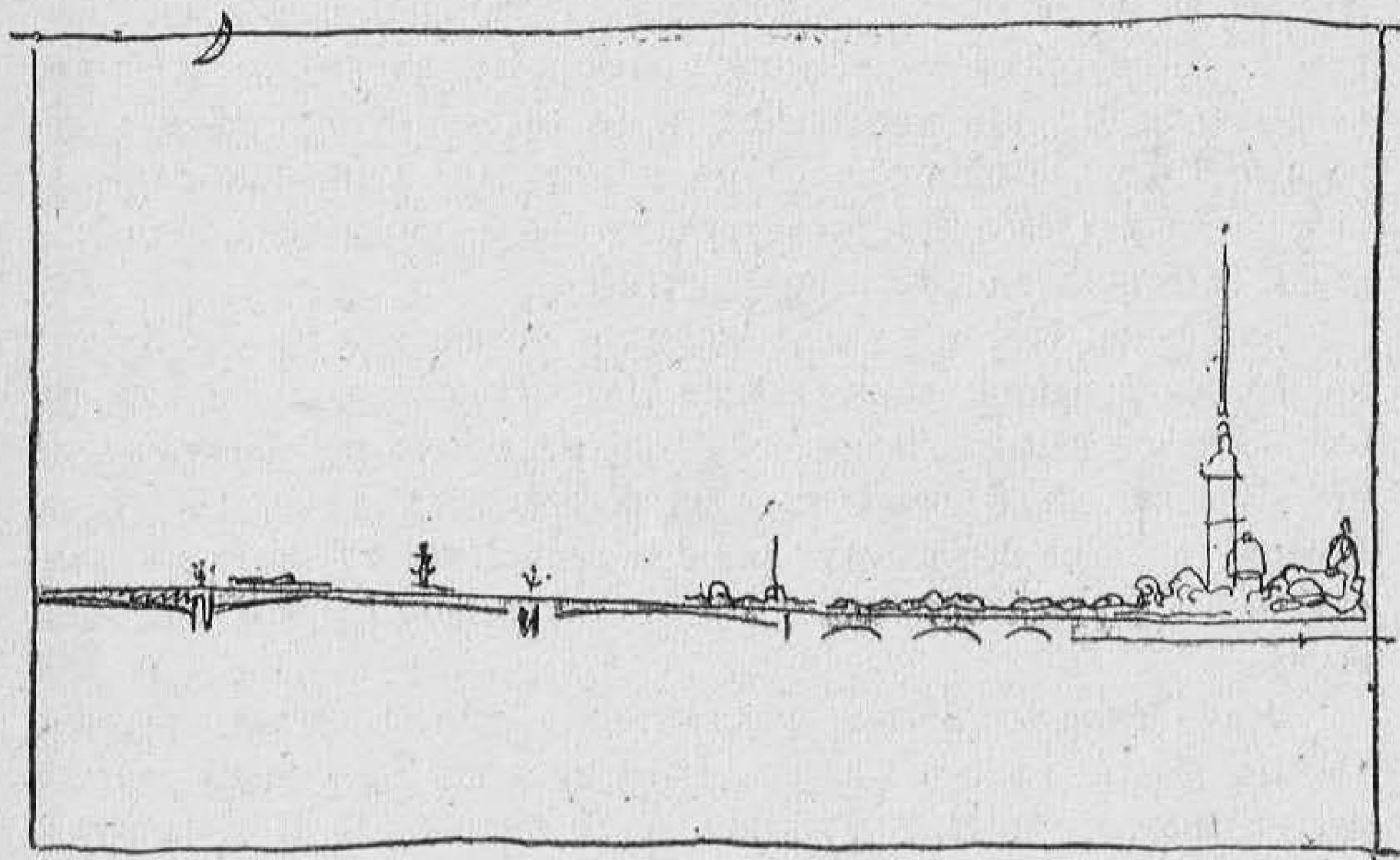
В новом издании опущены или сокращены те разделы, которые сейчас представляют в основном исторический интерес или же по которым имеются специальные публикации. Другие разделы, напротив, расширены с учетом перспектив развития Ленинграда, а также усилившегося интереса читателей к реке Неве как источнику оздоровления. По содержащимся в книге сведениям ее можно было бы назвать «Река Нева и Невская губа».

Приводимые в книге разнообразные количественные характеристики реки Невы и Невской губы — по гидрографии и морфометрии, водному и ледовому режиму, термике и химизму, волнению и течению — основаны на самых последних, наиболее достоверных данных и поэтому могут быть широко использованы при проектировании

мостов, набережных, водозаборов, причалов и других сооружений, при планировании работы речного и морского транспорта, проведении спортивных, туристических и других оздоровительных мероприятий.

Автор с благодарностью думает о многих гидрологах и метеорологах — наблюдателях, техниках, инженерах, ученых: именно благодаря их нелегкому и кропотливому труду собраны все те уникальные по своей полноте разнообразные и точные сведения о реке Неве и Невской губе, без которых не было бы и этой книги.

ВСТУПЛЕНИЕ



Широкая и полноводная река Нева спокойно и величаво несет свои воды в гранитной оправе ленинградских набережных. В любое время года Нева почти одинаково полноводна. На ней не бывает высокого половодья и бурных дождевых паводков, что так характерно для рек Русской равнины.

Нева не мелеет в летнюю, даже самую засушливую пору и не уменьшает своей водности долгой зимой. Эти замечательные особенности Невы свойственны ей главным образом благодаря Ладожскому озеру, из которого она вытекает. Огромное по размерам Ладожское озеро равномерно отдает Неве воду, которая стекает в него с обширной территории. Как принято говорить, Ладожское озеро регулирует сток Невы. Таким образом, то, что в наше время на Волге, Днепре, Енисее и других крупных реках достигается с помощью дорогостоящих водохранилищ, Неве дано самой природой.

Спокойствие реки Невы нарушают лишь ветры да изредка массы льда. При сильных нагонных ветрах, дующих со стороны Финского

залива, вода в Невской губе, а вслед затем и в самой Неве поднимается. Иногда такой подъем воды сопровождается наводнением. Все же катастрофические наводнения — события редкие и не определяют собой главные особенности Невы. Но, именно как события исключительные, эти наводнения долго сохраняются в памяти народной. Непокойной бывает Нева и в начале зимы при замерзании, когда лед забивает русло реки и вода, не находя пути для стока, затапливает окружающую местность.

При самом беглом взгляде на карту можно видеть, что Нева — это короткий проток, соединяющий Ладожское озеро с Невской губой Финского залива. Ладожское озеро, река Нева и Финский залив представляют собой комплекс взаимосвязанных водных объектов. Поэтому никакие особенности режима реки Невы не могут рассматриваться и быть поняты в отрыве от Ладожского озера и Финского залива.

Нева — одна из первых рек, которую начали изучать русские ученые. Многие сделали для исследования реки Невы такие деятели русской науки, как М. А. Рыкачев, А. П. Андреев, П. П. Каратыгин, М. Ф. Ционглинский. Ценный вклад внесли советские исследователи А. И. Мордухай-Болтовской, К. Е. Иванов, С. А. Яковлев, Н. И. Бельский и многие другие. Благодаря трудам русских и советских ученых, и прежде всего гидрологов, наши знания о реке Неве весьма разнообразны и достаточны глубоки. Ныне Нева — одна из наиболее изученных рек страны. Неве посвящено свыше 250 печатных работ.

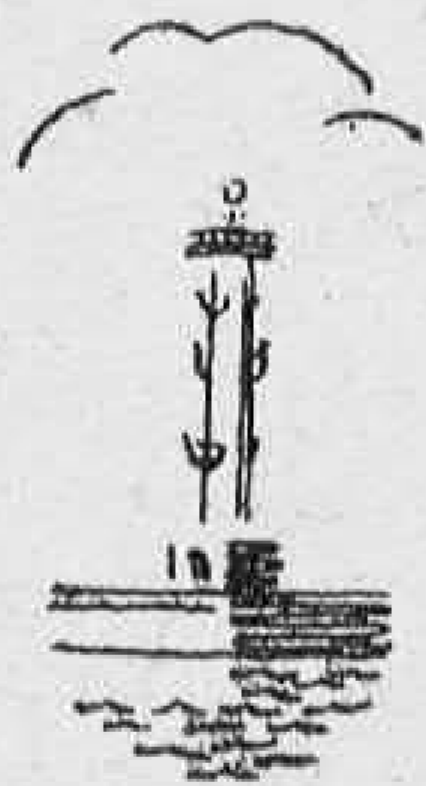
Неослабевающий интерес гидрологов и других специалистов к Неве объясняется своеобразием и сложностью ее режима, а главное — большим хозяйственным значением реки для северо-запада страны, в особенности для Ленинграда.

Трудно себе представить историю нашей страны без Волги, Днепра, Дона, Невы и других могучих рек. С этими реками связано становление и упрочение русской государственности. В течение многих веков река Нева была для русской земли почти единственным путем в Европу. Издавна по Неве плавали предприимчивые новгородцы, поддерживая торговые сношения Руси с прибалтийскими государствами. Нева имела жизненно важное значение для Новгорода,

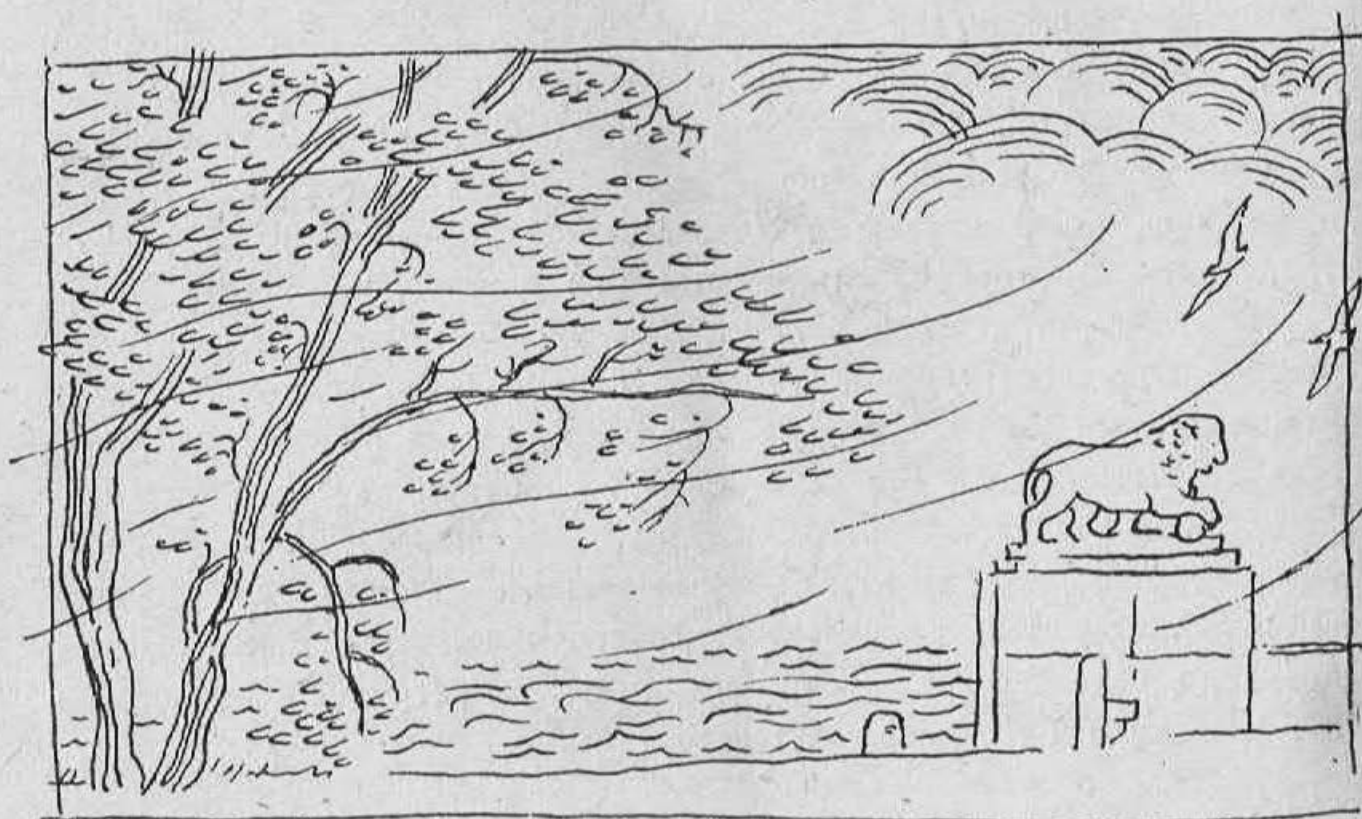
и новгородским дружинам не раз приходилось отстаивать в кровавых сечах свое право на владение невскими берегами.

Захват Невы шведами в начале XVII в. был тяжелой потерей для России. С изгнанием их в 1702—1703 гг. значение Невы возросло неизмеримо. В устье Невы возник город-крепость, город-порт, ставший вскоре столицей государства. Нева стала не только «окном в Европу», но и главными морскими воротами страны, основной транспортной артерией, питающей бурно растущую столицу.

Тяжелый труд многих поколений русских людей неузнаваемо преобразил невские берега. Там, где раньше были топкие болота и угрюмые леса, сейчас пролегли асфальтированные проспекты и многочисленные каналы. Берега Невы в ее нижнем течении представляют собой редкую по красоте картину. Массивные гранитные набережные, ажурные мосты, монументальные здания, сверкающие шпили Адмиралтейства и Петропавловской крепости, неповторимые архитектурные ансамбли — все это представляет собой национальное достояние и гордость советского народа.



БАССЕЙН РЕКИ НЕВЫ



Бассейном, или водосбором, называют территорию, с которой река с ее многочисленными притоками собирает воду. Река Нева соединяет Ладожское озеро с Финским заливом Балтийского моря. Несмотря на малую длину (74 км), Нева собирает воду с обширной территории; ее бассейн имеет площадь 281 000 км², это лишь немногим уступает территории такой страны, как Италия. В сравнении со своим бассейном Нева всего лишь тоненькая ниточка, небольшое углубление в земной поверхности.

Все, что происходит на самой Неве, — это отражение тех сложных процессов и явлений, которые протекают на обширном пространстве бассейна.

Бассейн реки Невы расположен в северо-западной части Европейской территории СССР и юго-восточной части Финляндии. В пределах СССР находится $\frac{4}{5}$ бассейна, в пределах Финляндии $\frac{1}{5}$. Большая часть бассейна расположена к северу от самой реки Невы. На

территории бассейна проживает 10 млн. человек, из них в пределах Финляндии — 1 млн.

По характеру рельефа бассейн Невы разделяется на две большие области примерно по линии Выборг — Приозерск — Петрозаводск — Усть-Видлица. К югу от этой линии простирается в общем слабопересеченная равнина с мягким холмистым рельефом, к северу — местность сильнопересеченная. Несмотря на наличие ряда возвышенностей, в целом рельеф бассейна равнинный.

По видам растительности бассейн относится к лесной зоне. Почвы представлены в основном дерново-подзолистыми супесями и суглинками, чередующимися с торфяниками. Леса занимают 55% площади бассейна, болота — 13%, пахотные земли — 12%.

Бассейн Невы обладает рядом примечательных особенностей. Благодаря им Нева в отличие от других рек получает не только обильное, но, главное, и равномерное питание круглый год. К числу этих особенностей в первую очередь относится наличие многочисленных озер, а также болот и рек.

В бассейне Невы насчитывается множество разнообразных озер — всего около 50 000, и среди них величайшие озера Европы — Ладожское и Онежское, площадь их водного зеркала соответственно 17 680 км² и 9720 км². К другим крупным озерам относится озеро Сайма на территории Финляндии (площадь зеркала 4400 км²) и озеро Ильмень (площадь 1000 км²). Эти крупные озера бассейна — Ладожское, Онежское, Сайма, Ильмень — по праву можно было бы назвать Великими европейскими озерами, подобно Великим американским озерам (Верхнее, Мичиган, Гурон, Эри, Онтарио), питающим реку Святого Лаврентия. В сумме все озера неевского бассейна занимают площадь 48 000 км², или 17% его площади. Объем воды в озерах бассейна огромен — 1350 км³. Этой воды хватило бы для питания такой реки, как Днепр, в течение 25 лет, а такой, как Дон, в течение 48 лет.

В бассейне Невы насчитывается также 60 000 рек общей протяженностью 160 000 км, т. е. в среднем 0,7 км на 1 км² суши. Крупных рек немного — всего четыре: Нева, Свирь, Волхов, Вуокса. Средние и малые реки южной половины бассейна — это преимущественно типично равнинные реки с пологими берегами и широкими

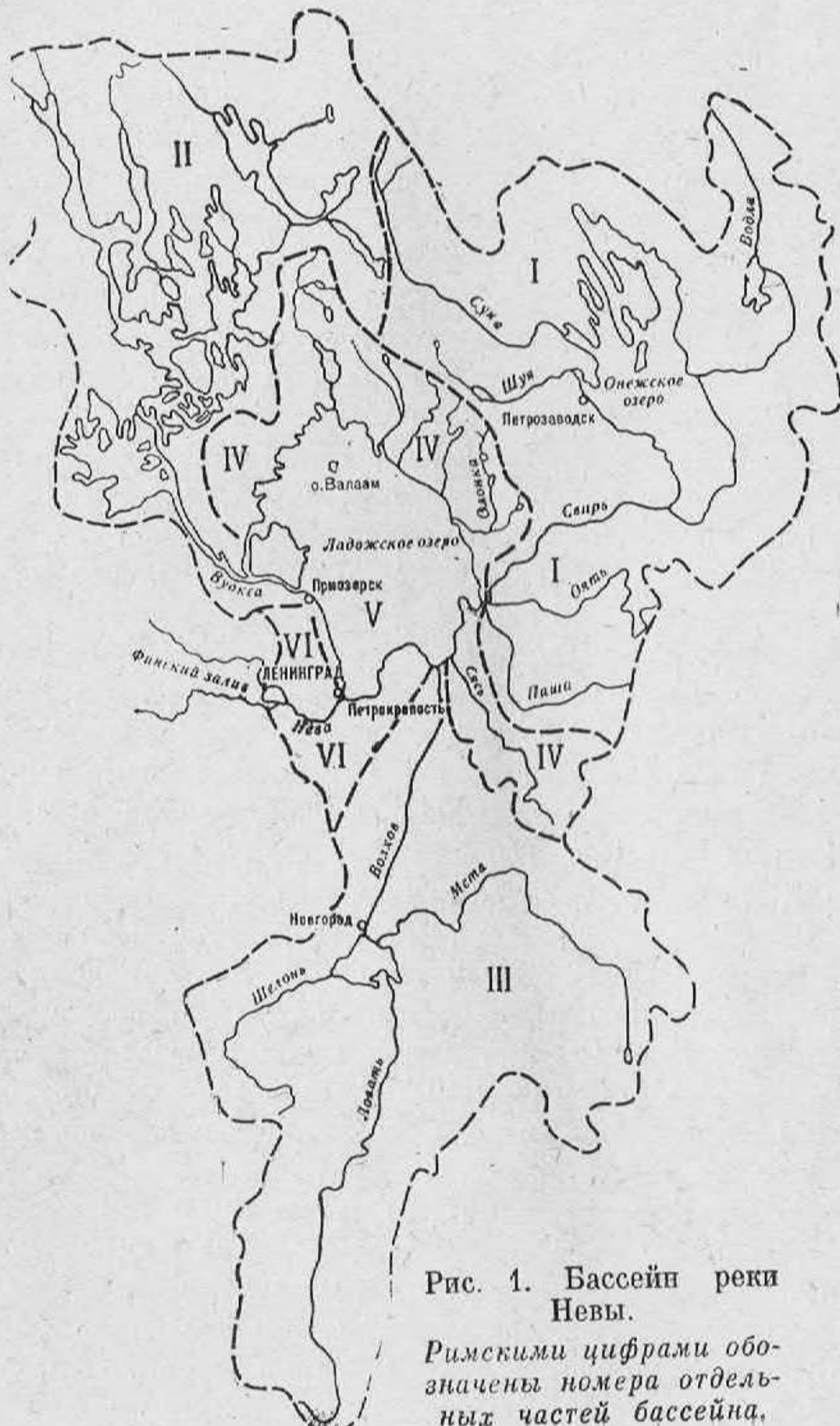


Рис. 1. Бассейн реки Невы.

Римскими цифрами обозначены номера отдельных частей бассейна.

заливными поймами. Иной характер имеют реки северной половины бассейна. Они текут в крутых лесистых берегах то бурно пенящимся потоком, то разливаются глубоким озеровидным плесом с едва заметным на глаз течением. Реки эти обычно короткие и соединяют одно озеро с другим.

Реки, болота и озера бассейна образуют в совокупности его гидрографическую сеть, в устройстве которой имеется одна характерная черта. Малые озера, а также болота располагаются преимущественно в верхнем течении рек, несколько бóльшие озера — в среднем и нижнем течении. Крупные же озера — Онежское, Сайма, Ильмень — собирают воду со значительных территорий бассейна и служат своего рода коллекторами. Вытекающие из этих озер реки — Свирь, Вуокса, Волхов — несут воду в еще больший коллектор — Ладожское озеро, получая по пути лишь небольшое пополнение. Площади отдельных частей бассейна указаны в табл. 1.

Таблица 1

Составные части бассейна реки Невы

Номер части (по рис. 1)	Части неевского бассейна	Площадь бассейна	
		км ²	% от всего бассейна
I	Бассейн реки Свири	84 400	30,1
II	Бассейн реки Вуоксы	68 700	24,4
III	Бассейн реки Волхова	80 200	28,6
IV	Собственный бассейн Ладожского озера (без самого озера)	24 670	8,7
V	Ладожское озеро (вместе с островами)	18 130	6,4
VI	Собственный бассейн реки Невы (между истоком и устьем)	5 000	1,8
	Весь бассейн	281 000	100

Вследствие такого устройства гидрографической сети бассейна значительная часть воды, попавшая на поверхность земли при таянии снега или во время дождя, прежде чем достичь Невы, проходит

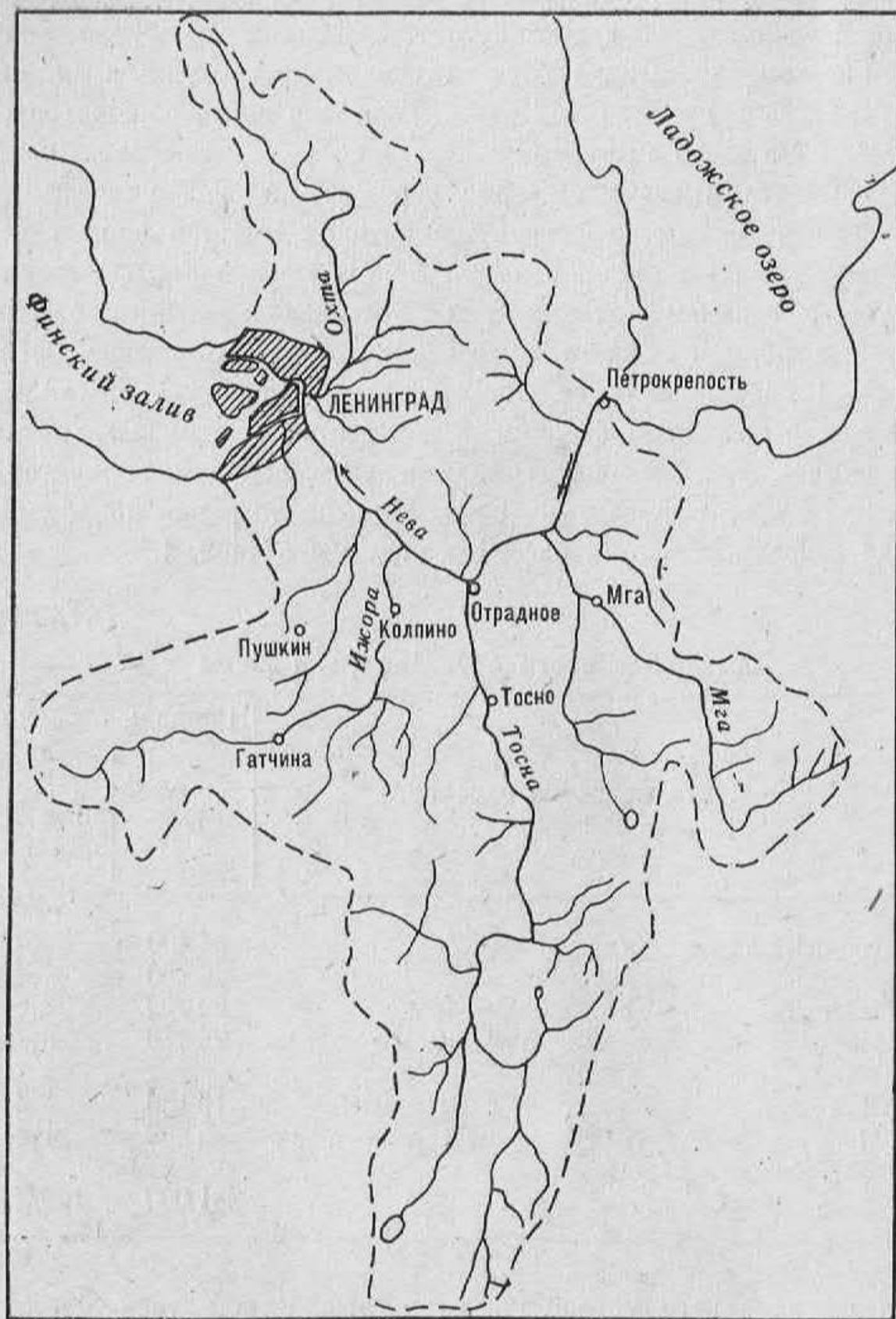


Рис. 2. Бассейн реки Невы между истоком и устьем.

длинный и сложный путь. Стекая сначала по мелким бороздам в ближайšie ручейки, вода затем проходит через небольшие озера, потом через средние, из них она попадает в одно из больших озер (Онежское, Сайма, Ильмень) и наконец в такое огромное озеро, как Ладожское. Озера задерживают бурные талые и дождевые воды и потом медленно отдают их в реки; иными словами, озера регулируют сток. Механизм регулирования стока озерами заключается в следующем. Массы талой или дождевой воды, поступающей в озеро, разливаются по его широкой глади, незначительно повышая уровень озера. Соответственно ненамного увеличивается и расход воды в реке, вытекающей из озера. Так и происходит перераспределение расходов воды во времени, т. е. регулирование стока озерами. Если в целом приток воды в озеро почти уравнивается стоком воды из озера, то в одни периоды года (зимой, летом, отчасти осенью) сток заметно превосходит приток, а в другие периоды (весной, иногда осенью), напротив, сток значительно меньше притока.

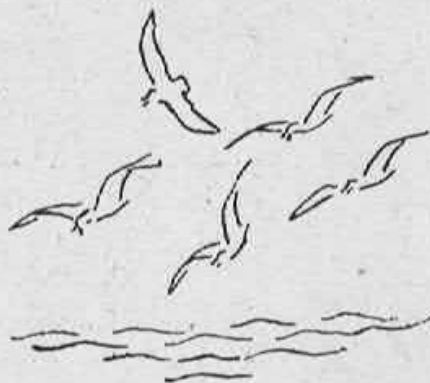
Еще одной особенностью бассейна является влажность климата.

Влажность почвы и воздуха в бассейне Невы значительная. Обилие влаги способствует, в частности, заболачиванию местности. Болота и заболоченные земли занимают $\frac{1}{4}$ часть бассейна. В среднем на поверхность бассейна выпадает осадков в виде снега и дождя 550 мм в год. Но почти такое же количество осадков выпадает в северных районах Украины, где климат более сухой. Следовательно, влажность климата объясняется не обилием осадков, а недостатком тепла и повышенным содержанием водяного пара в воздухе из-за близости больших водных пространств морей и озер.

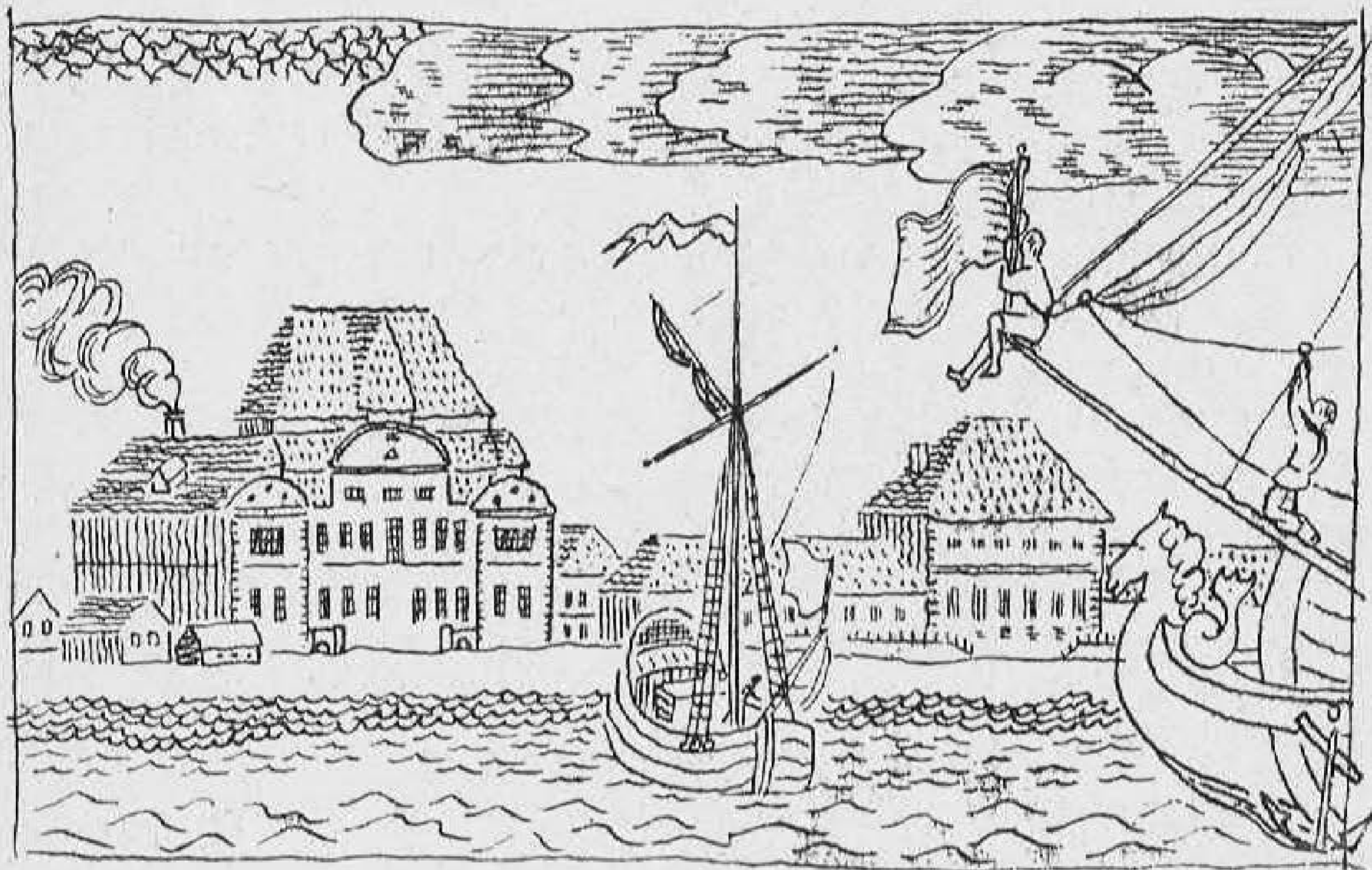
Низкие температуры воздуха и повышенное содержание в нем влаги не благоприятствуют испарению. Подсчитано, что испаряется только 52% выпавших осадков. Остальные 48% осадков стекают по поверхности, просачиваются в почву и служат источником для образования и питания многочисленных рек, озер и болот. Для сравнения укажем, что на севере Украины испаряется 80—85% выпадающих осадков. Благодаря частым дождям и малым потерям влаги на испарение реки бассейна Невы получают обильное питание не только весной, но и летом и осенью (а иногда при оттепелях и зимой).

Следующая важная особенность неевского бассейна — это его большая протяженность с севера на юг (около 1100 км).

Весной таяние снега в южных районах бассейна начинается на две-три недели раньше, чем в северных. Причиной этого служит и разная степень облесенности. На юге бассейна леса занимают 15—20% площади, а на севере — 80—90%. В лесу же снег всегда тает позже, чем в поле. В связи с неодинаковыми сроками начала таяния снеговые талые воды с северной и южной частей бассейна достигают Ладожского озера и реки Невы неодновременно. Вначале подходят воды с южной части бассейна, а затем с северной. Поступление талых вод весной, таким образом, растягивается на длительное время и происходит более или менее равномерно.



ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ РЕКИ НЕВЫ



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕКЕ НЕВЕ

Река Нева вытекает из мелководной Шлиссельбургской губы¹ Ладожского озера и впадает в Невскую губу Финского залива. Длина реки 74 км. Открытые районы Ладоги отгорожены от истока реки Невы широкой песчано-каменистой отмелью в самой южной части Шлиссельбургской губы. Устье же реки отделено от Невской губы песчаной отмелью, носящей название Невского бара.

Истоком реки принято считать место у города Петрокрепость (б. Шлиссельбург), напротив старинной Шлиссельбургской кре-

¹ На некоторых новых географических картах Шлиссельбургская губа именуется как бухта Петрокрепость. Здесь сохранено прежнее название как более известное широкому кругу читателей.

пости на острове Орешек. За устье реки принимается створ против Невских ворот Ленинградского морского торгового порта у входа из Большой Невы в Гутуевский ковш. Имея общее направление течения с востока на запад, река описывает почти правильной формы полуокружность, обращенную выпуклостью на юг. Расстояние от истока до устья по прямой 45 км.

В Неву впадает 26 небольших рек и речек, главнейшие из них — Мга, Тосна, Ижора, Охта. Все эти притоки по сравнению с Невой невелики и почти никакого влияния на ее режим не оказывают.

На берегах Невы расположены четыре города: Петрокрепость, Кировск, Отрадное (б. Ивановское), Ленинград — и около 30 других населенных пунктов. Берега реки более чем на половине своей длины почти сплошь застроены. В низовьях реки на протяжении 32 км вытянулся Ленинград.

Нева протекает по широкой (30—50 км) и относительно глубокой (50—100 м) долине, называемой Приневской низменностью. Дно долины представляет собой равнину, нисходящую ступенями в направлении Финского залива и к руслу реки Невы. Поверхности ступеней плоские, почвы заболоченные. Равнинный характер дна Приневской низменности нарушается отдельными возвышенностями — Колтушской, Парголовской, Поклонной горой и др. По характеру растительности все эти возвышенности среди унылой заболоченной равнины выглядят как живописные оазисы. Впрочем, они занимают незначительную часть Приневской низменности — 8%.

В отличие от других равнинных рек Нева не имеет поймы — этой прибрежной полосы, ежегодно заливаемой полыми снеговыми и дождевыми водами. Да, собственно, на Неве и не бывает половодий и паводков.

По характеру режима Неву делят на две части: верхнюю — от истока до Ивановских порогов, длиной 30 км, и нижнюю — от Ивановских порогов до устья, длиной 44 км. В верхней части реки на уровне воды, скорости течения и т. д. преобладающее влияние оказывает Ладожское озеро, а в нижней — Финский залив. Вблизи устья река разделяется на рукава, образуя дельту.

Река Нева малоизвилистая и неразветвленная. Насчитывается всего три более или менее крутых поворота — у Отрадного, Невского

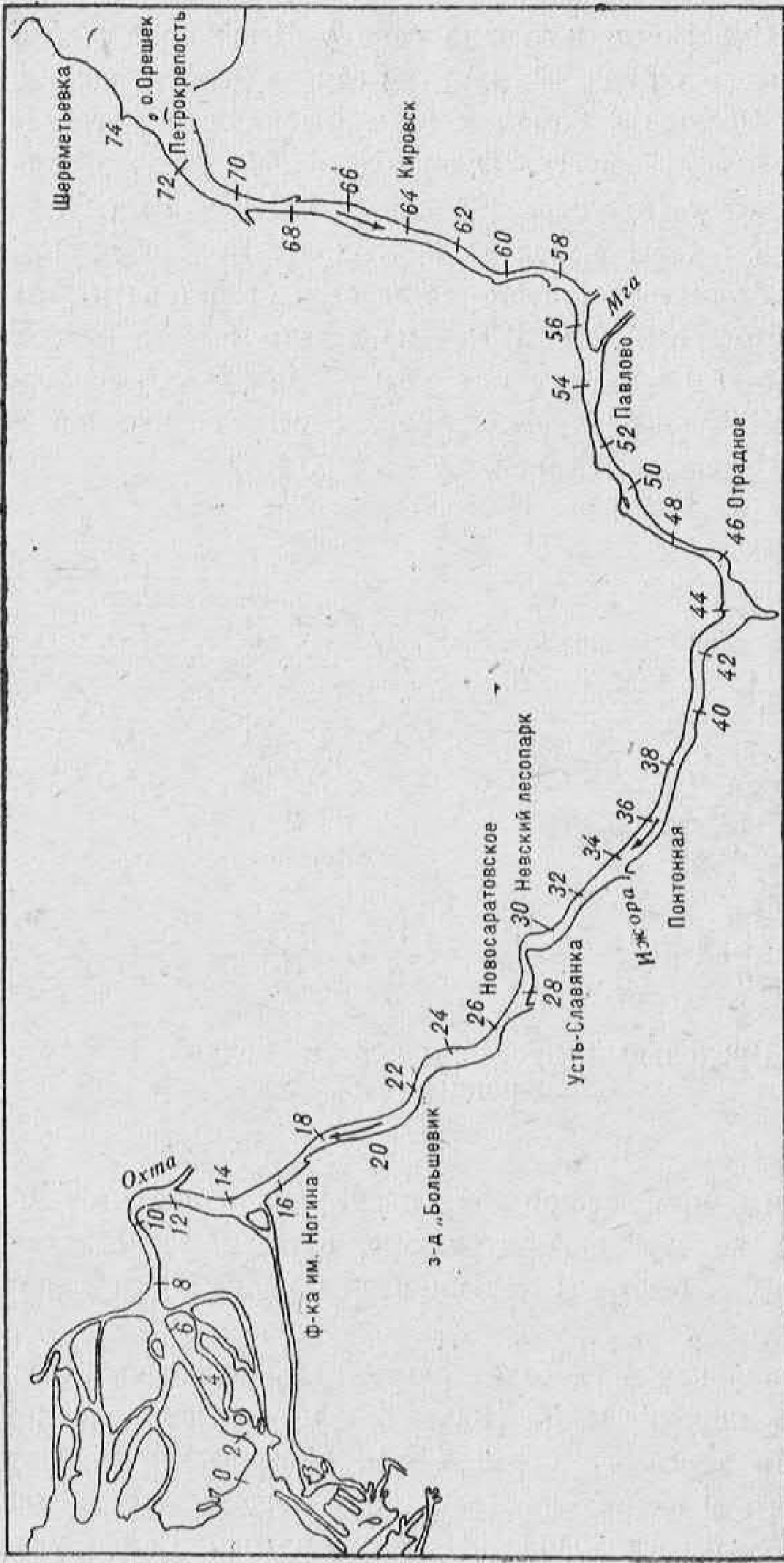


Рис. 3. Река Нева от истока до устья.
 Цифрами указано расстояние (в км) от устья.

лесопарка и Смольного; излучина реки у Невского лесопарка носит название Кривого колена. На реке, не считая дельты, имеется только три острова: Орешек в самом истоке, Фабричный у города Петрокрепость по левому берегу, Главрыба вблизи Ивановских порогов по правому берегу (между впадением рек Мги и Тосны).

Река Нева течет в довольно крутых, местами обрывистых берегах, высота которых постепенно снижается от истока к устью; средняя высота берегов 6—9 м. В начале дельты высота берегов уменьшается до 2,5—3,0 м, а в самом устье — до 2,0—2,5 м. Исключение составляет небольшой участок левого берега вблизи истока, называемый Преображенской горой, высотой 40 м.

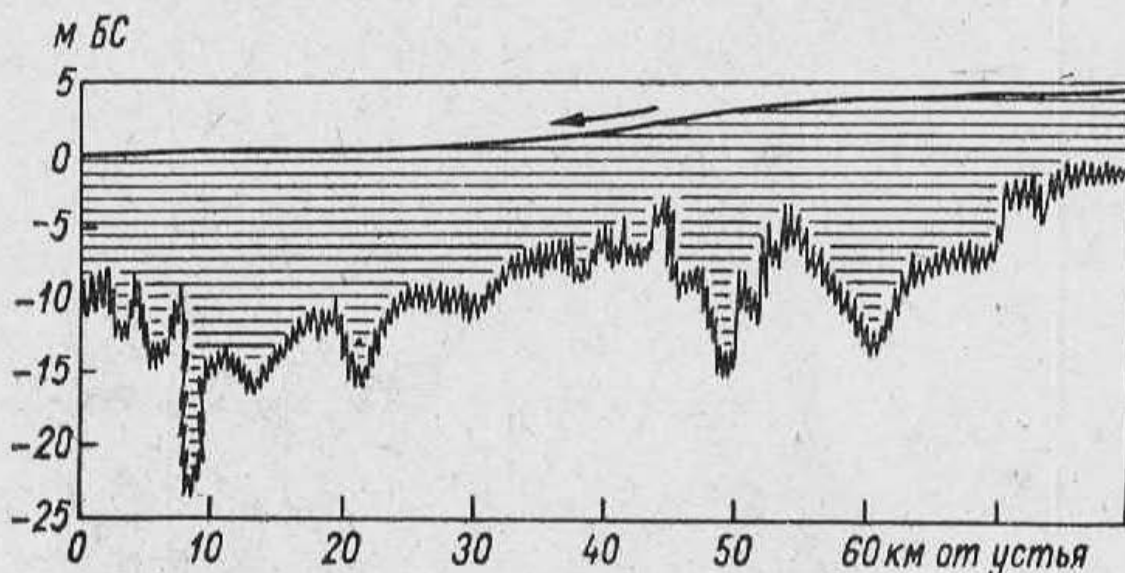


Рис. 4. Продольный профиль дна и водной поверхности реки Невы.

Дно реки в прибрежной зоне преимущественно песчаное и песчано-илистое, на стрежне — глинистое, с примесью гальки и валунов. В местах с быстрым течением дно сплошь выстлано галькой и валунами.

Нева — широкая и глубокая река. Преобладающая ширина 400—600 м. Самые широкие места (1000—1250 м) — в дельте у Невских ворот Морского торгового порта в так называемой воронке рукава Большая Нева, у окончания Ивановских порогов при впадении реки Тосны и у острова Фабричный вблизи истока. Самое узкое место

(210 м) — напротив мыса Святки у начала Ивановских порогов. Преобладающая глубина 8—11 м; наибольшая глубина (24 м) у правого берега против Арсенальной улицы в Ленинграде, наименьшая (4,0—4,5 м) — в Ивановских порогах.

Широких отмелей и кос на Неве нет нигде. Почти всюду берега реки приглубые, что позволяет судам подходить к ним вплотную, за исключением немногих мест.

ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО

Ладожское озеро — самое большое в Европе и второе по величине (после Байкала) пресноводное озеро СССР. Площадь его водного зеркала без островов 17 680 км², вместе с островами 18 130 км². Длина 219 км, ширина 130 км. В плане озеро имеет форму, близкую к эллипсу. В южной половине озера находятся три широких залива, вдающихся в сушу, которые называют губами: Свирская, Волховская, Шлиссельбургская.

В котловине озера заключен колоссальный объем воды — 908 км³. Такое количество воды Днепр выносит в Черное море за 17 лет, а Нева в Финский залив — за 11 лет. Котловина озера разделяется на две части: северную, глубоководную (до 225 м), и южную, мелководную (до 40 м). В западных и восточных частях озера линия глубин в 3 м отходит от берега на 1—2 км, в южной — на 5—10 км.

В Ладожском озере насчитывается около 650 островов. Располагаются они большей частью отдельными группами. Самые большие группы — Валаамская (50 островов) и Мантсинсаринская (40 островов). Немногочисленные острова южной части озера — низкие, плоские, иногда поросшие кустарником и заболоченные, а иногда голые, окруженные песчаными отмелями. Острова северной части весьма живописны. Они покрыты лесом, высокие берега их обрывистые и кое-где даже нависают над водой.

В северной части озера берега имеют шхерный характер: они сильно изрезанные, скалистые, высокие и обрывистые; здесь много

фиордов, бухт, заливов. В южной части озера берега низкие, большей частью заболоченные.

Берега озера мало населены. Города на побережье старинные, но небольшие: Сортавала (б. Сердоболь), Новая Ладога, Петрокрепость, Приозерск (б. Кексгольм). Все другие населенные пункты

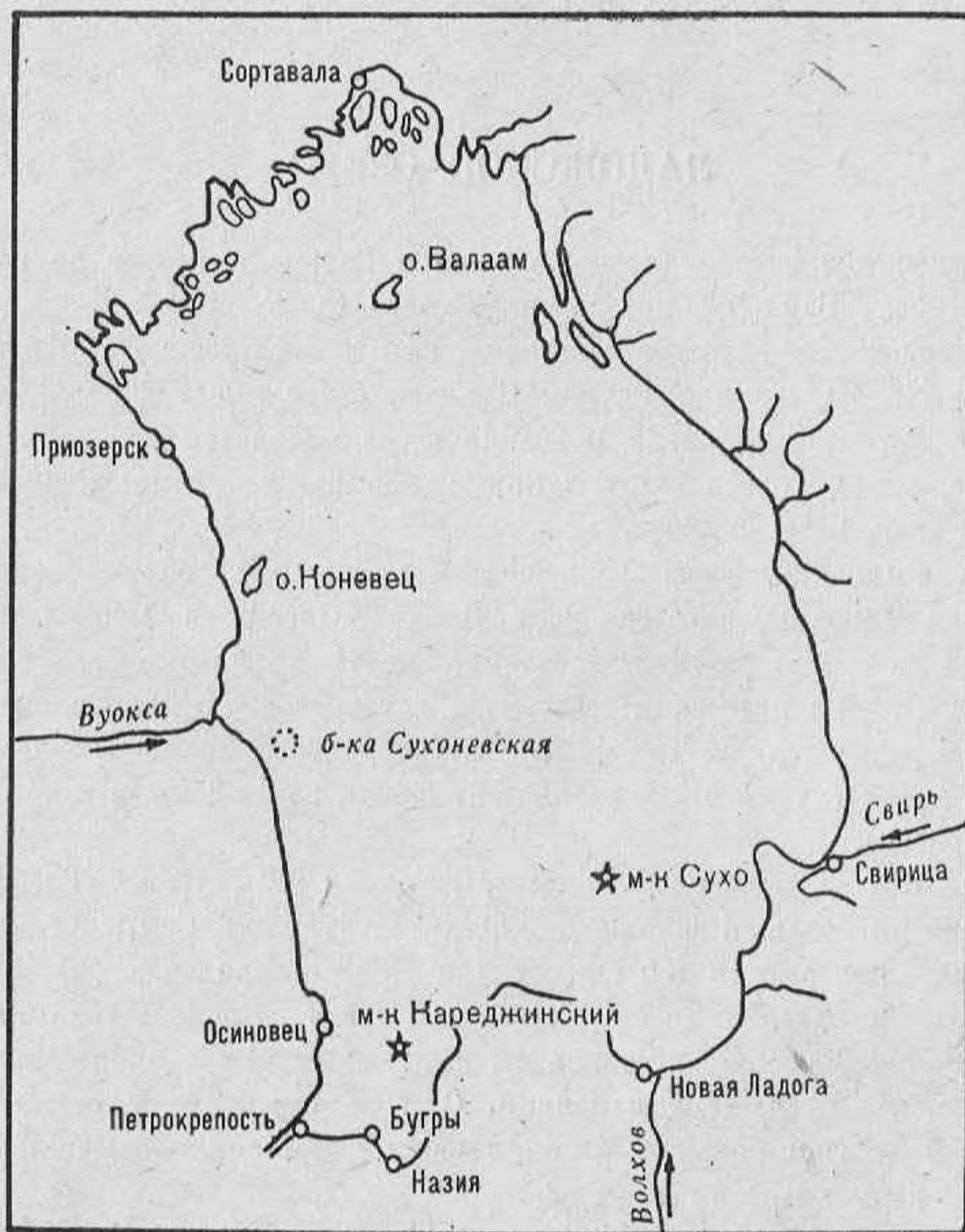


Рис. 5. Ладожское озеро.

также невелики, большей частью это поселки лесорубов, рыбаков и водников.

В озеро впадают три крупные реки — Свирь, Вуокса и Волхов, несколько десятков средних рек и более сотни малых. Реки Свирь, Вуокса и Волхов дают 84% воды, притекающей в озеро, осталь-



Рис. 6. Шлиссельбургская губа Ладожского озера.

ные 16% приходится на средние и малые реки. Вытекает из озера только река Нева.

Как отмечалось, свое начало река Нева берет в юго-западном углу Шлиссельбургской губы — самой большой на озере. Граница между губой и озером проходит по линии мыс Морьин Нос — мыс

Пайгач. Длина губы с севера на юг 24 км, с запада на восток 28 км, площадь губы 600 км².

Берега Шлиссельбургской губы малоизрезанные, низкие, отмельные. Почти вся губа усеяна многочисленными банками и рифами. Грунт дна различный — желтый и серый песок, ил, глина, местами камень. В губе имеются три небольшие группы островов — Зеленцы, Кареджи, Киревядь. Острова кареджской группы соединяются с берегом песчаной косой, которая то заливается водой, то обнажается.

ОБРАЗОВАНИЕ РЕКИ НЕВЫ

Нева (Нев, Нево) на языке сарматов — народностей, населявших юг нашей страны до III—IV вв., — означает залив или море. С финского языка это слово переводится как болото, трясина и вообще всякое топкое и заболоченное место. В старину река Нева и Ладожское озеро не имели отдельного наименования и у разных народностей назывались одним словом — либо Алдеа, Алдаген, Алдеск, Альдога, либо Нью, Нев, Нево. Раздельные наименования озера и реки встречаются впервые в официальных документах 1264 г.

История образования Ладожского озера и реки Невы сложна и до конца не выяснена. По современным представлениям, около 10 000—7500 лет назад на месте нынешнего Балтийского моря находился пресноводный замкнутый Анциловый бассейн, или Анциловое озеро. Водоем занимал лишь часть Балтийского моря, его восточный берег находился в районе Кронштадта. Уровень в Анциловом озере был ниже, чем в океане, и на 3—4 м ниже, чем в современном Балтийском море. Реки Невы тогда не существовало. На ее месте текли река Тосна, которая впадала по нынешнему Морскому каналу в Анциловое озеро за Кронштадтом, и река Мга, направлявшая свои воды в сторону Праладоги. Сама Праладога была обособленным озером и имела выход в Анциловый бассейн на севере Карельского перешейка по линии Приозерск—Выборг.

Приблизительно 7500 лет назад вследствие опускания суши произошло отделение Ютландского полуострова от южной Швеции и

образовались проливы Большой и Малый Бельты. Воды Северного моря хлынули через проливы в Анциловый бассейн, превратив его в море. Это море получило наименование Литоринового по названию населявшего его моллюска — обитателя прибрежных районов моря, сильно опресненных речными водами.

Литориновое море занимало бóльшую площадь, чем нынешнее Балтийское, и вдавалось в сушу узким проливом по Приневской низменности; уровень воды в нем был на 7—9 м выше современного. Ладожское озеро представляло тогда залив моря и соединялось с ним через широкий пролив на севере Карельского перешейка. В период существования Литоринового моря происходили два важных процесса — поднятие суши Фенно-Скандии и похолодание климата земного шара. Вследствие похолодания климата часть осадков, выпадавших в высокогорных районах и приполярных материковых областях, перестала возвращаться в океан и пошла на пополнение вечных снегов и льдов. Поступление воды в океан уменьшилось, и уровень в нем начал падать.

В результате поднятия суши и понижения уровня океана Литориновое море стало сокращаться, отступать, образовав в результате этой регрессии около 4000 лет назад Древне-Балтийское море. Уровень воды в этом море был на 4—6 м выше, чем в современном Балтийском. Берег Древне-Балтийского моря прослеживается в Ленинграде в виде невысокого пологого уступа, окаймляющего дугой островную часть города.

Поднятие суши происходило неравномерно. Северная часть Ладожского озера находилась в области более быстрого поднятия земной коры, чем южная часть. Вследствие этого протока на севере Карельского перешейка постепенно отмирала. Ладога превратилась в обособленное озеро и начала переполняться. Воды озера покрыли значительные участки суши на южном побережье, затопив торфяники, древесную растительность и стоянки доисторического человека. Наполнение озера продолжалось до тех пор, пока его воды не затопили всю долину реки Мги и не подошли к узкому перешейку, разделявшему реки Мгу и Тосну. Наконец воды озера, поднявшись более чем на 12 м и превысив уровень моря на 17—18 м, хлынули через водораздел. В результате этого прорыва около

4000—4500 лет назад и образовалась река Нева. В месте прорыва остались Ивановские пороги. Доисторический человек, несомненно, был свидетелем этого события. Спуск вод Ладожского озера после прорыва длился, очевидно, долго: для разработки русла Невы нужно было время.

Воды Ладожского озера подходили к месту прорыва по долине реки Мги, а после прорыва воспользовались уже готовой долиной реки Тосны. Таким образом, долина реки Невы не выработана ею самой, а составлена из двух чуждых друг другу долин рек Мги и Тосны.

Первоначально Нева впадала в Финский залив отступающего Литоринового, а затем Древне-Балтийского моря одним рукавом. Но море продолжало отступать, и из воды поднялись острова, бывшие до того мелями. Невские воды устремились в ложбины между островами. Так появилось несколько рукавов. В дальнейшем быстро спадающая после наводнений вода, увлекая за собой частицы грунта, образовала новые рукава и углубила уже имевшиеся. Текущая вода довершила работу. В результате возникло несколько десятков рукавов и протоков, из которых и состоит современная дельта реки Невы.

Обычно острова и отмели дельт больших рек обязаны своим происхождением отложению речного ила. Дельта же реки Невы представляет исключение. В невской воде очень мало ила, и его оседание не могло привести к образованию островов. Главная роль в появлении островов невской дельты принадлежит работе моря и речного потока.

Нева и ее дельта в очертаниях, близких к современным, сформировались сравнительно недавно — около 2500 лет назад, когда окончательно установилось нынешнее соотношение между уровнями воды Ладожского озера и Балтийского моря. Таким образом, Нева — молодая река. Неслучайно, по-видимому, и название ее — Нью, Нево, т. е. молодая, на языках европейских народов.

Описанная теория образования реки Невы не является единственной в научной литературе. Некоторые авторы придерживаются несколько иной точки зрения.

ИСТОК РЕКИ НЕВЫ

Река Нева начинается двумя рукавами, обтекая небольшой продолговатый остров Орешек, или Ореховый. На этом острове еще в начале XIV в. новгородцы соорудили крепость.

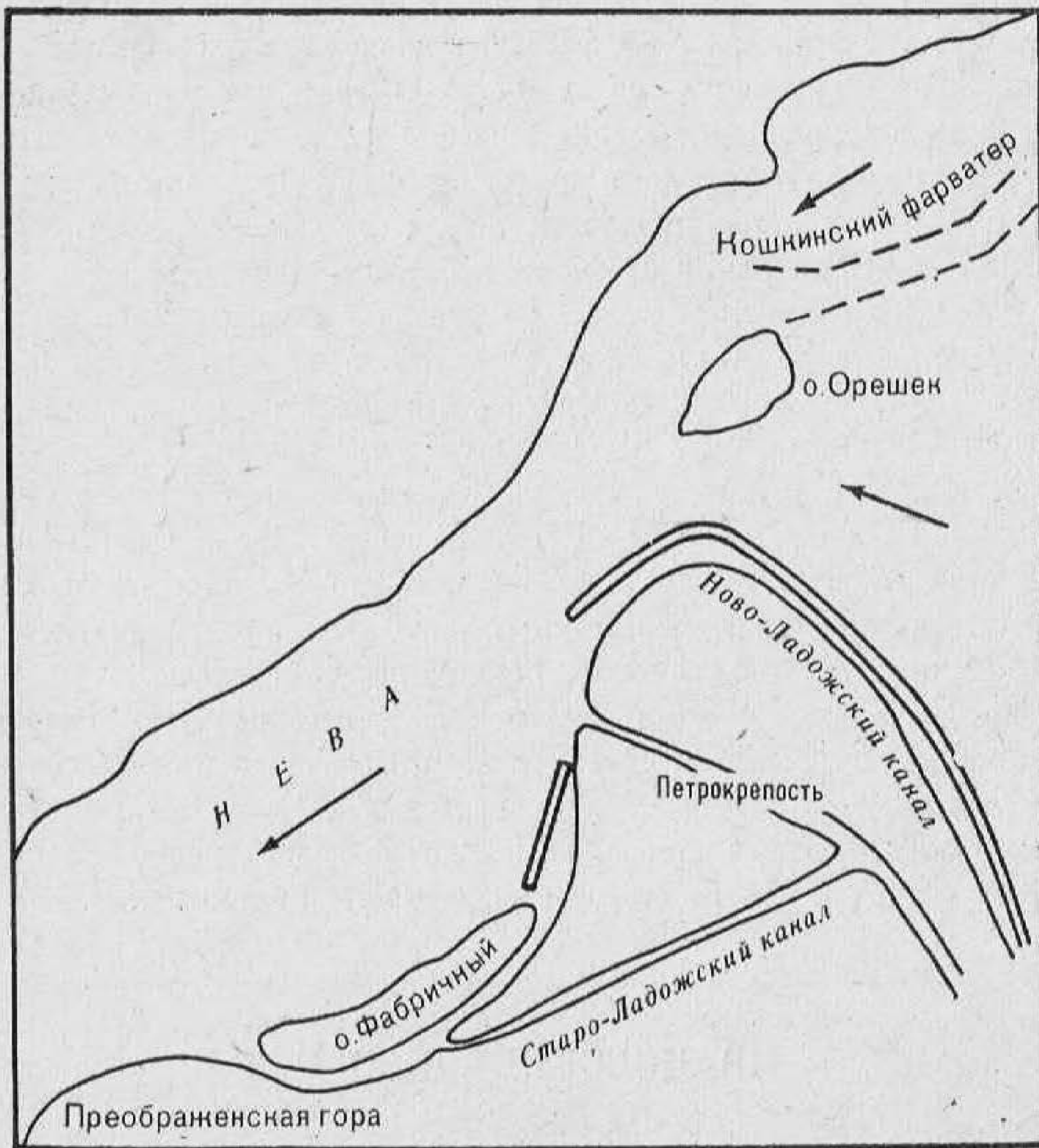


Рис. 7. Исток реки Невы.

Исток реки отделен от Шлиссельбургской губы широкой отмелью, представляющей собой сложную систему песчаных мелей и банок с рассеянными повсюду камнями и огромными валунами, обра-

зующими местами сплошные гряды. В плане отмель имеет вид суживающейся воронки с островом Орешек в вершине. Отмель перерождает губу с севера на юг. Глубина на отмели незначительна.

В 1902—1908 гг. для улучшения судоходных условий через отмель была сделана искусственная прорезь, названная Кошкинским фарватером. В пределах губы фарватер, длиной 8 км, состоит из четырех колен; начинается он у острова Орешек и оканчивается вблизи мыса Кошкин. Прокладка широкой подводной прорези через песчано-каменистую отмель в открытом озере, где так привольно гуляют волны и ветер, где часты дожди и туманы, потребовала немало сил и средств. Не обошлось и без человеческих жертв.

Поток воды на отмели всегда направлен в сторону Невы, но его течение становится заметным на глаз только на Кошкинском фарватере в 2—4 км от острова Орешек. При подходе к острову Орешек основной поток воды устремляется в правую протоку, но, наткнувшись на отмель у правого берега, поворачивает влево и прижимается к каменной дамбе, ограждающей вход в Ново-Ладожский канал. Здесь, у оголовка дамбы, поток оказывается сжатым, и скорость течения резко возрастает. А ниже русло реки расширяется, но здесь оно занято каменистой Шереметьевской отмелью.

Между верхним концом острова Фабричного и устьем Петровского канала имеется каменная дамба, ограждающая небольшую гавань для зимовки судов. Из двух протоков у острова Орешек судоходна только правая протока. Левая протока даже глубже, чем правая, но подход к ней со стороны озера прегражден отмелью.

ИВАНОВСКИЕ ПОРОГИ

Порогов в обычном понимании на реке Неве нет. Ивановскими же порогами называют двухкилометровый участок реки между впадением рек Тосны и Святки (в 43,7 и 45,7 км от устья соответственно). Начало Ивановских порогов — это быстрое течение, образованное резким сужением русла до 210 м у мыса Святки. Скорость те-

чения здесь весьма велика — до 4,0—4,5 м/сек. Такой скоростью течения обладают далеко не все горные реки.

Бурный поток воды, вырвавшийся из сужения, устремляется к правому берегу, но, встретив здесь каменистую отмель, круто поворачивает на юг и юго-запад к левому берегу и затем широко раз-

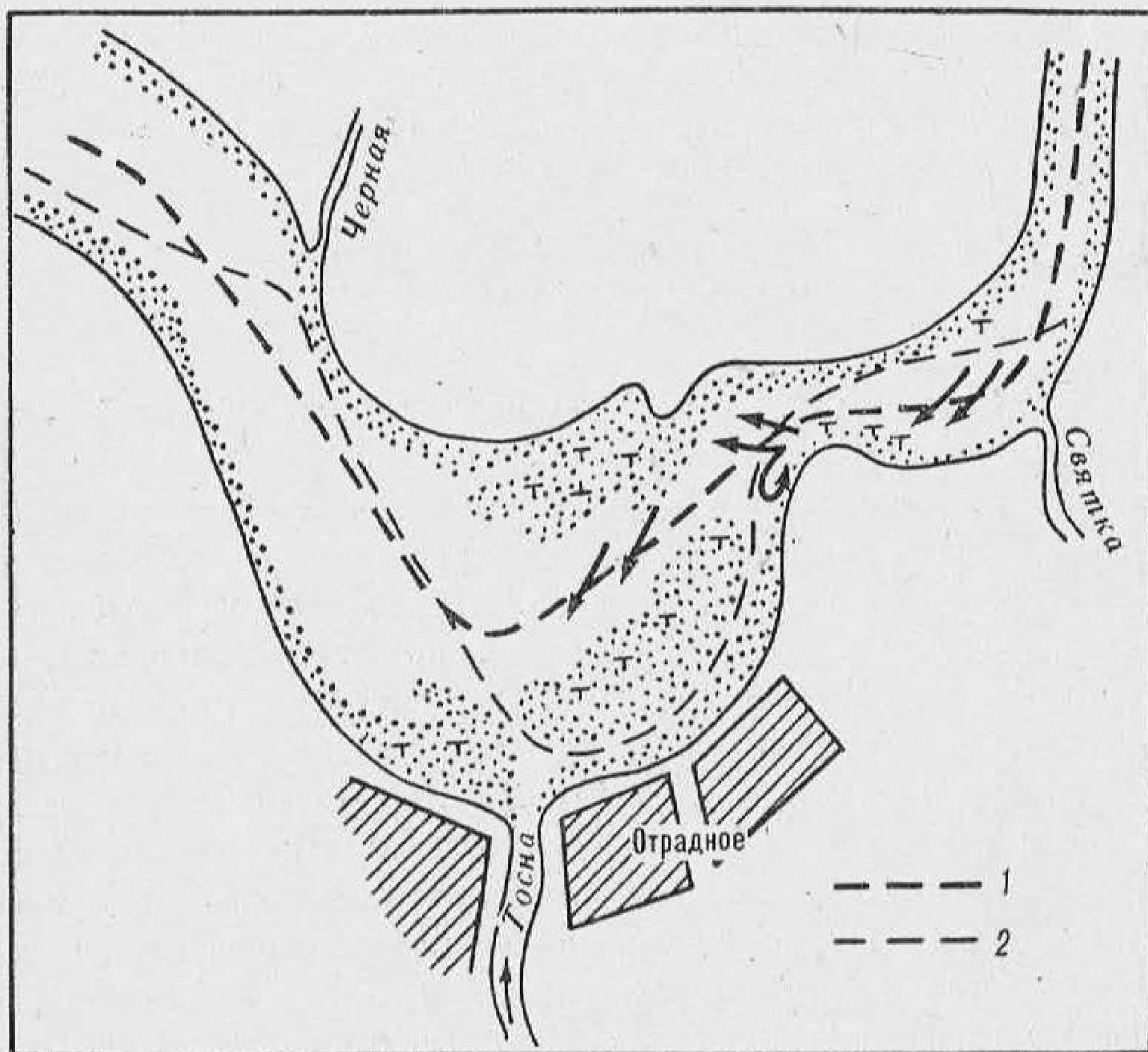


Рис. 8. Ивановские пороги на реке Неве.

1 — спусковой фарватер, 2 — взводный фарватер.

ливается (до 1000 м) у устья реки Тосны. Примерно посередине расширения находится обширная каменистая отмель — Ивановская луда, а к северу от нее, у правого берега, — Большепорожская луда. Основной поток воды разделяется на две ветви, огибая Ивановскую

луду. Правая ветвь предназначена для плавания всех судов, кроме мелких, в обоих направлениях, левая ветвь — для небольших судов, идущих вверх по реке. Правую ветвь называют спусковым фарватером, а левую — взводным.

Любопытно, что система течений в Ивановских порогах непостоянная. При больших и средних расходах воды поток почти полностью устремляется по правому, или спусковому, фарватеру, создавая тем самым в левой части реки тихоход. При малых расходах воды поток рассредоточивается по всей ширине реки.

ДЕЛЬТА РЕКИ НЕВЫ

В 15,1 км от устья реки Невы влево отходит Обводный канал. Через 7,4 км от реки отделяется вправо Большая Невка. Ниже по течению река разделяется на несколько больших рукавов, которые, в свою очередь, дробятся на малые. В ряде мест рукава соединены между собой каналами и протоками. В результате образуется множество рукавов, рек, проток, каналов и пр. Это дельта реки Невы.

Дельту реки Невы иногда называют «ложной» дельтой. Как уже говорилось, она возникла не вследствие оседания речного ила, как большинство дельт, а в результате работы текучих вод, а также сгонов и нагонов воды со стороны моря. Влияние моря особенно отчетливо видно во время больших нагонных наводнений, при которых из-за сильного волнения со дна моря поднимается ил, оседающий затем на отмелях у островов дельты. Это приводит к увеличению площади существующих островов. Кроме того, при наводнениях быстро спадающая вода углубляет мелкие протоки. Так, после наводнения 12 ноября 1726 г. была углублена небольшая болотная протока по правому берегу Малой Невы. Здесь образовался новый остров, названный Пеньковым Буяном.

В конце прошлого века после завершения строительства Морского торгового порта дельта Невы состояла из 48 рек и каналов, образующих 101 остров. С 1930 г. численность водотоков и островов быстро падает. К 1970 г. число водотоков сократилось до 45, а

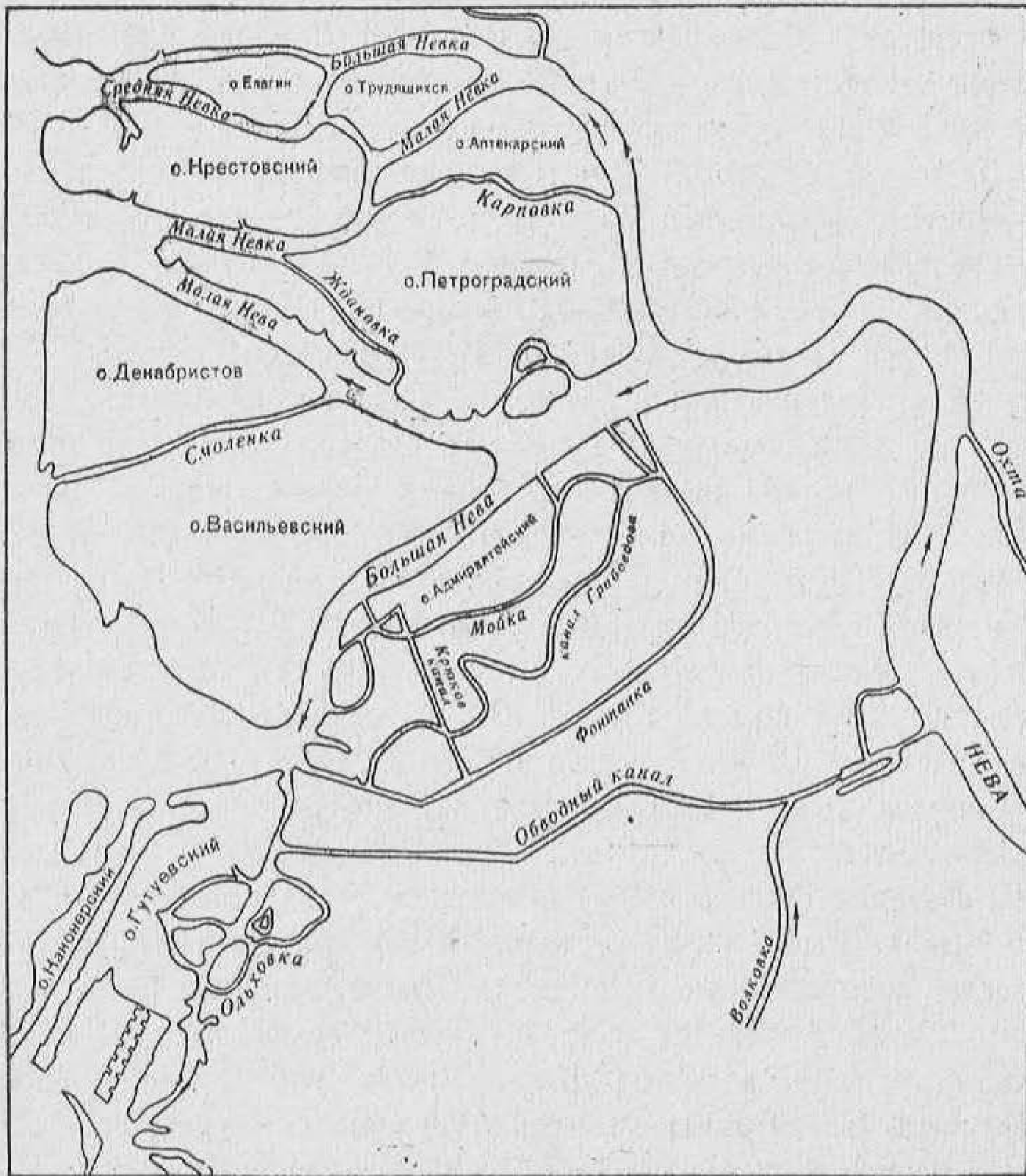


Рис. 9. Дельта реки Невы.

островов — до 42. Прекратила существование вследствие намыва грунта целая группа островов в устьях рек Малой Невы и Малой Невки, в том числе острова Вольный, Гоноропуло, Кошеварова, Жадимировского. В результате засыпки малых каналов и речек не стало и многих островов в юго-западной части дельты. В общей сложности за полтора столетия после памятного наводнения 1824 г. число островов в невской дельте сократилось более чем в три раза (со 147 до 42).

На островах невской дельты и прилегающей части Приневской низменности расположен Ленинград. Центр города находится на Адмиралтейском острове, омываемом Большой Невой и Мойкой. Группа из четырех островов — Аптекарского, Петровского, Заячьего и Петроградского — называется Петроградской стороной. Три острова в северной части дельты — Крестовский, Елагин, Трудящихся (б. Каменный) — имеют общее название Кировские острова.

Острова дельты разной величины и формы; все они плоские, низкие. Два острова имеют площадь более 500 га и семь островов — от 100 до 500 га. Самые крупные острова дельты — Васильевский (1050 га), Петроградский (570 га), Крестовский (420 га), Декабристов (б. Голодай) вместе с б. Вольным (410 га), Аптекарский, Гутуевский, Трудящихся, Елагин. Форма островов большей частью продолговатая, овальная, что в какой-то степени предохраняет их от размыва. Острова возвышаются над поверхностью воды в реке на 1,5—3,5 м.

Некоторые острова весьма живописны, а их стрелки (так в Ленинграде называют оконечности островов) представляют собой прекрасные архитектурные композиции. Тенистые парки, сады и песчаные пляжи Кировских островов стали излюбленными местами отдыха трудящихся города. Ныне Крестовский остров — основная спортивная база Ленинграда, остров Трудящихся — средоточие здравниц и домов отдыха, остров Елагин — место массового отдыха. Особенно красивы Кировские острова в ясные летние вечера, когда тихие воды прудов и каналов отражают розовый закат неба. С западных стрелок Петровского, Елагина и других островов дельты открывается величественная панорама Невского взморья.

Из 42 островов невской дельты сейчас имеют название только 29. Остальные острова не имели названий или почему-либо

Острова дельты реки Невы

Правая часть дельты	Левая часть дельты
Васильевский Декабристов (б. Голодай) Заячий (б. Крепостной) Кронверкский Петроградский Аптекарский Серный Петровский Крестовский Елагин Трудящихся (б. Каменный, делится каналами на три острова) Безымянный остров (у западной оконечности Петровского острова) Безымянный остров (на реке Малой Невке) Безымянный остров (на реке Малой Неве) Два безымянных острова в Гребном канале Два безымянных острова на реке Крестовке	Ново-Адмиралтейский Новая Голландия Адмиралтейский (делится каналами на четыре острова) Коломянский Казанский Спасский Покровский Монастырский Белая мель Канонерский Гутуевский Малый Резвый Березовый Екатерингофский Грязный Дамба Гребенка Кривая дамба Безымянный остров, омываемый реками Невой, Монастыркой, Фонтанкой, Екатерингофкой и Обводным каналом Матисов

утратили их. Современные названия островов имеют разное происхождение. Васильевский остров, например, получил название еще в конце XV в. по имени своего владельца — новгородского посадника Василия Селезня. Название Аптекарского острова пошло от «огорода» лекарственных растений, заложенного Петром I на территории нынешнего Ботанического сада. Некоторые острова носят наименование каких-либо зданий или сооружений — Адмиралтейский, Канонерский, Новая Голландия, Кронверкский и др. Такие

Сведения об основных водотоках дельты реки Невы

Название водотока	Участок	Длина, км	Ширина, м		Глубина, м	
			наименьшая	наибольшая	наименьшая	наибольшая
Большая Нева	От устья реки Фонтанки до моста Лейтенанта Шмидта	2,40	225	400	8,2	12,8
"	От моста Лейтенанта Шмидта до Дворцового моста	1,22	200	320	8,2	12,3
Малая Нева	То же	4,85	220	400	3,6	10,0
Екатерингофка	"	3,60	90	280	4,2	5,0
Ждановка	"	2,20	35	65	2,2	4,0
Смоленка	"	3,30	16	30	1,5	3,1
Большая Невка	От Невы до Малой Невки	3,70	190	360	6,2	8,3
"	От Малой Невки до Средней Невки	2,05	160	260	4,7	6,2
"	От Средней Невки до Невской губы	2,15	50	90	3,4	5,1
Средняя Невка	—	2,60	100	230	3,7	8,4
Малая Невка	—	4,90	120	300	3,6	6,8
Карповка	—	3,00	15	25	1,6	2,9
Крестовка	—	0,74	34	45	2,5	3,6
Фонтанка	—	6,70	35	70	2,6	3,5
Мойка	—	4,67	20	40	2,1	3,2
Канал Грибоедова	—	5,00	10	32	1,5	3,2
Лебяжий канал	—	0,65	9	12	0,7	2,0
Зимняя канавка	—	0,25	11	14	1,5	1,8
Ново-Адмиралтейский канал	—	0,27	8	11	1,0	2,0
Пряжка	—	1,32	20	33	1,0	2,9
Крюков канал	—	1,15	21	23	1,8	3,0
Канал Круштейна	—	0,38	9	14	1,5	2,7
Обводный канал	—	8,08	20	64	1,8	3,8

названия, как Кривая дамба, Белый, говорят о форме или других особенностях острова.

В XVIII и XIX столетиях острова невской дельты являлись административными единицами («частями») Петербурга, например острова Коломенский, Матисов, Спасский, Казанский, Покровский. С изменением административных границ названия этих островов почти вышли из употребления.

Еще раньше, в XVIII в., маленькие острова часто назывались Буянами — Масляный Буян, Сальный Буян, Сельдяной Буян, Винный Буян, Пеньковый Буян и пр. На таких островах устраивались амбары для различных товаров, здесь было удобно охранять их от краж и пожаров и грузить на суда и лодки. Большинство подобных островов после засыпки отделявших их протоков перестали существовать или превратились в полуострова.

Границей дельты сейчас служит река Большая Невка (с севера), Обводный канал (с юга), река Екатерингофка и Угольный мол (с юго-запада). Площадь дельты в этих границах 83 км², из них 60 км² приходится на острова, остальные 23 км² на водную поверхность.

Река Нева и ее продолжение — рукав Большая Нева делят дельту на две части: правую (северную) и левую (южную).

Перечень водотоков невской дельты помещен ниже, в табл. 4. Здесь лишь укажем наиболее крупные из них — реки Большая Нева, Малая Нева, Фонтанка, Екатерингофка, Большая, Средняя и Малая Невки; каналы Морской, Обводный, Грибоедова, Крюков. Сведения о длине, ширине и глубине основных водотоков дельты приведены в табл. 3.

В конце дельты Нева собирает свои воды в пять крупных потоков. Первый, самый северный поток есть продолжение Большой Невки и Средней Невки, второй — продолжение Малой Невки и Малой Невы, третий — Большая Нева, четвертый — Екатерингофка, пятый — Морской канал. Пятью этими потоками невские воды вливаются на бар реки.

БАР РЕКИ НЕВЫ

Бар реки Невы, или Невское взморье, представляет систему отмелей, разделенных между собой ложбинами (протоками), которые и называются фарватерами. Длина бара с запада на восток 3—5 км, ширина с севера на юг 13—15 км.

Бар Невы — это продолжение дельты, ее подводная, или морская, часть. Баровые же отмели отчасти являются продолжением надводных островов и отчасти самостоятельным образованием, возникшим благодаря оседанию морского и речного ила. Бар состоит из ряда отмелей и шести фарватеров между ними. Вот как расположены фарватеры с севера на юг: Елагинский, Петровский, Галерный, Корабельный, Гребной, Морской канал. Название фарватеров — Корабельный, Галерный, Гребной — когда-то говорило об их доступности для судов различной осадки. Из всех фарватеров наименее извилист Корабельный. Судоходство осуществляется в основном по Морскому каналу. Мелкосидящие суда ходят также Корабельным и Петровским фарватерами. Остальные фарватеры мелководны и почти не используются для судоходства.

Отмели Невского взморья сложены большей частью из мелко- и среднезернистых песков. Глубина на них — до 1,5—2,0 м, скорость течения едва заметна на глаз — менее 0,05 м/сек.

НЕВСКАЯ ГУБА

Пройдя бар, речные воды попадают в широкий, мелководный водоем с плоским дном — Невскую губу, или, как ее иногда в шутку называют моряки, Маркизову лужу. Это часть Финского залива, его крайний северо-восточный угол. С востока границей губы служит бар Невы, на западе граница проходит по линии Лисий Нос — Кронштадт — Ломоносов (б. Ораниенбаум). Длина губы 21 км, наибольшая ширина 15 км, площадь водного зеркала 329 км². Преобладающая глубина 3—5 м. Объем воды — 1,2 км³. Северный берег Невской губы низкий, заросший травой, кустарником и мелким лесом.



Рис. 10. Бар реки Невы,

Примерно в 2 км западнее устья реки Невы находится обширное озеро-болото, именуемое Лахтинским разливом; вход в него прегражден дамбой-дорогой. Южный берег от устья Невы до Стрельны также низкий; в прибрежной полосе много водолюбивой растительности. К западу от Стрельны он более высокий, почти на всем его протяжении чередуются леса и парки. Повсюду в прибойной зоне по берегам губы много камней и валунов.



Рис. 11. Вершина Финского залива.

С востока на запад Невскую губу пересекает Морской канал. Эта широкая и глубокая искусственная прорезь создана для прохода глубокоосидающих морских судов в порт. Начинается канал у устья Большой Невы и оканчивается на Малом Кронштадтском рейде у острова Котлин, его длина — 30 км. На протяжении 10 км канал защищен дамбами во избежание заиления.

С остальной частью Финского залива губа сообщается через два пролива у острова Котлин, именуемых Северными и Южными воротами. Ширина Северных ворот 9—10 км, глубина 2—5 м. В Юж-

ных воротах близко к острову Котлин пролегает ложбина шириной около 1 км и глубиной до 8 м, а к югу от нее расположена обширная Ораниенбаумская отмель с глубинами до 1—2 м. Основной поток невской воды (65%) направляется в Северные ворота.

ФИНСКИЙ ЗАЛИВ

Финский залив, или, как его называли в старину, Котлинское озеро, есть узкий водоем, глубоко вдающийся в сушу. На востоке залив оканчивается Невской губой, на западе сливается с открытыми районами Балтийского моря. Крайнюю западную часть залива

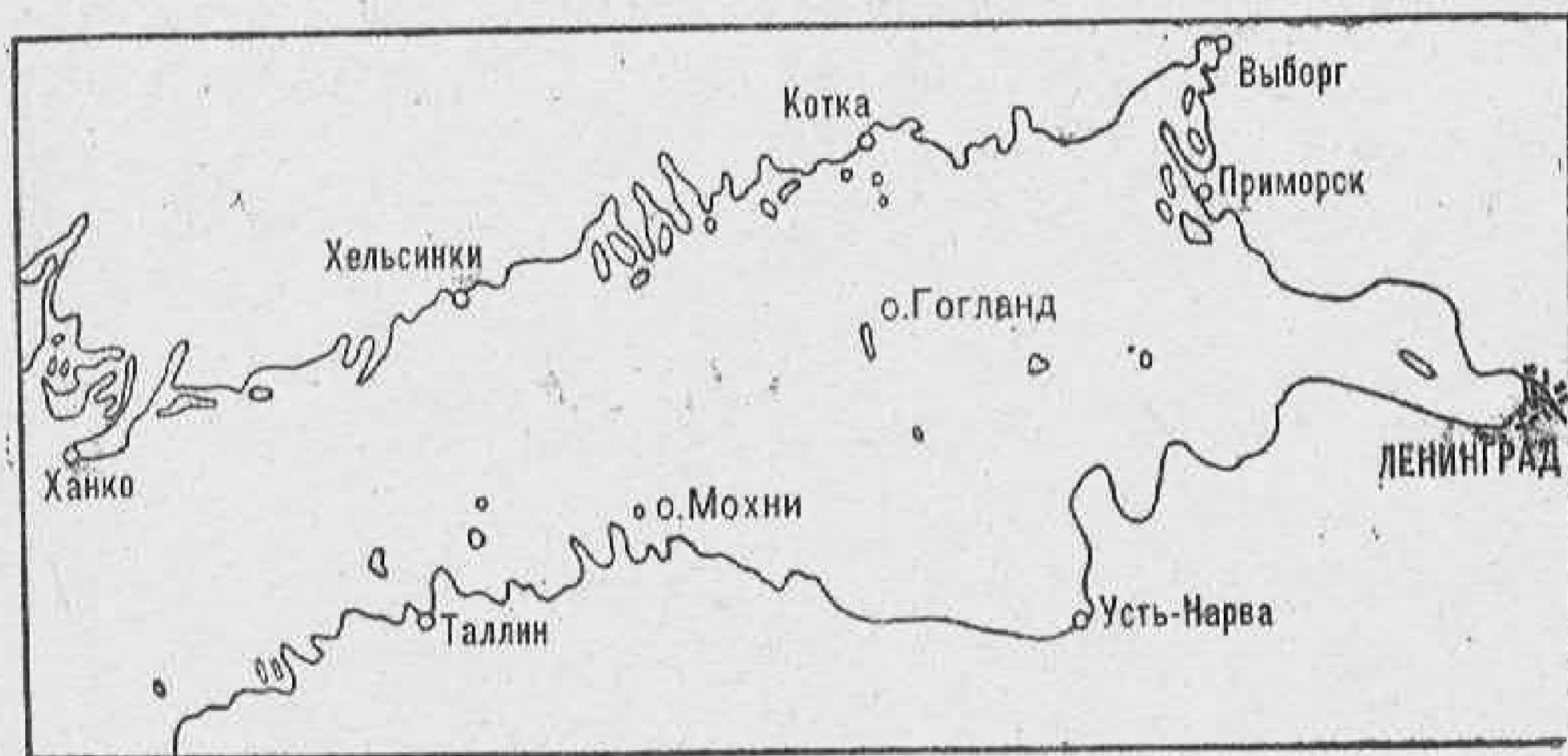


Рис. 12. Финский залив Балтийского моря.

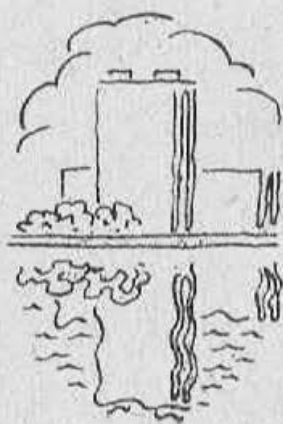
называют горлом, а крайнюю восточную — вершиной. На севере расположен глубоко вдающийся в сушу Выборгский залив, в южный берег врезаются Копорский и Нарвский заливы, а между ними Лужская губа.

Длина Финского залива от полуострова Ханко до Ленинграда 400 км, площадь водного зеркала 29 500 км². Ширина залива изменяется от 70—75 км в горле до 130 км в самой расширенной части (на меридиане острова Моцный); в вершине залива она умень-

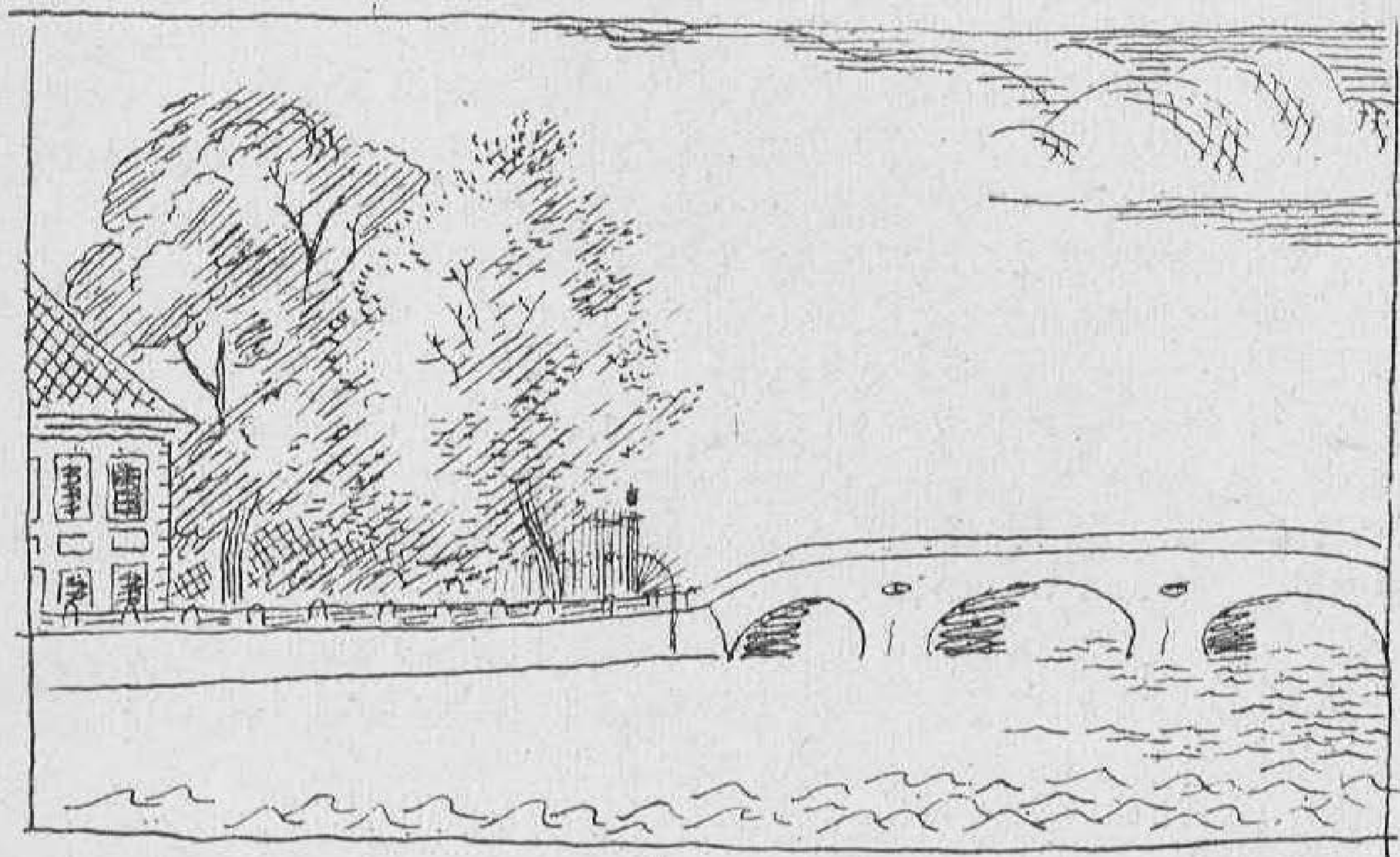
шается до 18—22 км, а в Невской губе — до 12—15 км. Залив изобилует мельями, банками и шхерами.

Профиль дна залива весьма прихотливый. По направлению от горла к вершине залива глубина в общем уменьшается. Особенно резкое уменьшение поперечного сечения залива происходит вблизи Усть-Нарвы, почему это место иногда называют Нарвской стенкой. Средняя глубина залива около 40 м, в отдельных впадинах глубина достигает 100 м.

В Финский залив впадает множество рек, всё вместе они собирают воду с территории в 420 000 км². Более $\frac{2}{3}$ всей поступающей воды дает река Нева. Большие массы невской воды опресняют морскую воду (соленость воды в заливе падает с запада на восток) и создают сравнительно устойчивое поверхностное течение, которое является как бы продолжением самой Невы. В свою очередь Финский залив оказывает мощное воздействие на устьевую часть реки Невы; об этом будет сказано ниже.



ВОДЫ ЛЕНИНГРАДА



ИСТОРИЯ РЕК ЛЕНИНГРАДА

Дельта реки Невы и прилегающая к ней местность, где ныне раскинулся величественный город, являет собой пример тех разительных изменений, которые человек вносит в природу. Оглядывая с высоты Исаакиевского собора панораму громадного города, нелегко себе представить, как выглядела местность в далеком прошлом. И все же дошедшие до нас новгородские писцовые книги, шведские карты, планы, составленные после основания города, и другие материалы дают возможность проследить за тем, как менялся облик местности, и за историей ее вод.

Территория современного Ленинграда издавна была заселена. Уже в IX в. она принадлежала Новгороду и носила название Водская пятина, местность справа по течению Невы именовалась Карельской землей, слева — Ижорской землей. В XIV—XV вв. вопреки существующему у многих на этот счет представлению здесь прожи-

вало довольно многочисленное для того времени население. Так, по новгородским описным книгам 1471—1478 гг. на Фомин-острове (Петроградском острове) имелось 30 дворов, на Васильевском острове — 24 двора, в устье реки Охты — 50 дворов и т. д. По описным книгам 1500 г. на территории нынешнего города насчитывалось более 1000 дворов с населением 5500 человек обоего пола. Наконец, по шведскому плану 1676 г. на этой территории находилось около 40 небольших селений. Одни селения носили шведские названия, другие — финские, третьи — русские. Из селений с русским названием отметим Первушино на месте Летнего сада, Спасское у Смольного, Палениха и Себрино вблизи Литейного моста, Усадицу и Калину на берегах Фонтанки. Селения были разбросаны среди лесов и болот. Жители их занимались охотой, рыбной ловлей, а также торговлей, которую Новгород, а затем шведы активно вели с народами Европы. Незначительные клочки земли использовались под огороды и пашни.

Перед русской армией, пришедшей сюда в 1702—1703 гг. во главе с Петром I, предстала болотистая местность, почти сплошь покрытая густым лесом. В лесах водились волки, медведи, рыси, лоси. А. С. Пушкин так описал эту местность в поэме «Медный всадник»:

По мшистым, топким берегам
Чернели избы здесь и там,
Приют убогого чухонца;
И лес, неведомый лучам
В тумане спрятанного солнца,
Кругом шумел.

О характере местности в то время дают представление шведские наименования земельных угодий на планах XVII в.: «Земля, смешанная с навозом», «Твердая земля» и др. Петроградский остров назывался Березовым, Васильевский — Лосиным, Аптекарский — Диким, остров Декабристов — Ивовым. Такие названия болот и урочищ, как Чертовое, Моховое, Сухое, Мокрое, упоминаемые в различных письменных источниках начала XVIII в., также говорят об облике местности. Целый район по правому берегу Малой Невы

у Тучкова моста и вдоль реки Ждановки (б. Болотный проток) в начале XVIII в. на картах значился под названием Мокруши. Глубокое и топкое болото находилось в районе Михайловского сада и Инженерной улицы. Непролазное болото было вблизи Гостиного двора между Думской улицей и Апраксиным переулком, а также на месте Технологического института. В 1705 г. около $\frac{1}{5}$ территории нынешнего Ленинграда было занято труднопроходимыми болотами. Наконец, о характере местности напоминают до сих пор сохранившиеся названия улиц: Боровая, Глухоозерная, Болотная, Торфяная, Полевая, Лесная, Глиняная.

До основания города на его территории было значительно больше рек, чем теперь. Густая сеть рек и ручьев пересекала местность в разных направлениях, образуя много островов и полуостровов среди болот. Так, в переписной книге 1500 г. упоминаются Белый остров в районе нынешнего Финляндского вокзала, Большой и Малый Галгеевы острова вблизи Мурзинки. Характерны и названия многих деревень, упоминаемых в той же книге: Остров, Островки, Черный остров, Еловый остров.

Густые леса и многочисленные болота способствовали обильному питанию рек, поддерживая в них высокую воду круглый год. Реки были более полноводны, чем теперь. Об этом, в частности, говорят такие факты. По берегам реки Славянки некогда проживало довольно многочисленное население: по-видимому, река была судоходна. Устье реки Охты в период существования шведской крепости Ниеншанц на месте Петрозавода было доступно для глубоководных судов; на левом берегу Охты находились причалы.

Такова была местность и ее речная сеть до основания Петербурга.

После основания Петербурга — 16 (27) мая 1703 г. — по указанию Петра I прежде всего были начаты работы по прокладке просек в лесу, называемых «перспективами», и строительству дорог. Этими работами, а также созданием военных и портовых сооружений занимались в основном первые 5—7 лет. Затем принялись за переустройство водных путей города, чему придавалось исключительное значение. Петр I мечтал создать город-порт, прорезанный многочисленными реками и каналами, удобными для плавания судов

и передвижения жителей. Иногда он называл Петербург Северной Венецией.

Первым был прорыт Крепостной канал во всю длину Заячьего острова для снабжения водой гарнизона Петропавловской крепости на случай осады и для транспортировки строительных материалов (впоследствии канал засыпали). Вскоре, в 1706 г., был прорыт канал-ров, именуемый сейчас Кронверкским протоком, вокруг временного военного укрепления напротив Петропавловской крепости. В 1711 г. были начаты работы по устройству нескольких каналов. К концу года на месте речки Лебединки почти закончили Лебяжий канал. Через несколько лет Мойка была углублена и соединена с Фонтанкой у Летнего сада. До этого она была узкой болотной речушкой, годной разве что для полоскания белья, почему и называлась Мья или Моя. К 1718 г. были прорыты, кроме Лебяжьего, еще два канала из Невы в Мойку: Красный (засыпан в 1765 г.) и Зимняя канавка. В 1717 г. из Невы в Мойку начали прокладывать четвертый канал, получивший название Крюкова по имени подрядчика Семена Крюкова. К 1720—1725 гг. сооружены Лиговский и Адмиралтейский каналы, почти устроен Гребной порт на Васильевском острове и т. д.

После смерти Петра I для Петербурга наступила пора запустения. Сооружение каналов и расчистка рек почти прекратились, а те, которые имелись, приходили в упадок. В 1727 г. полиция доносила Сенату: «...при Фонтанной и Мье речках и при каналах сваи, доски, брусья и щиты испортило и многие погнили, и землю водою вымывает, и от того каналы заносит ... от такой долговременной непочинки пришли оные каналы и речки в такую худобу, что занесло землею вполовину, отчего проход и мелким судам весьма с трудностью». Строительные работы возобновились только после 1740 г.

Река Фонтанка до 1712—1714 гг. именовалась Ериком или Безымянным Ериком. Она представляла собой болотную речку, которая образовывала в своем течении острова и заводи. В 1743—1752 гг. река была расчищена. В 1780—1789 гг. ее вторично расчистили и углубили, а берега одели в гранит. Новое название — Фонтанная речка — она получила от фонтанов, устроенных в разбитом на берегу Невы парке — Летнем саду. Фонтаны питались водой по трубе, выведенной из пруда-бассейна, находившегося на углу нынешних

Греческого проспекта и улицы Некрасова (сейчас здесь сквер), куда вода поступала самотеком по Лиговскому каналу.

В 1764—1790 гг. сооружался Екатерининский канал (ныне канал Грибоедова). На месте канала ранее протекала Глухая речка с почти стоячей, тинистой водой. За изгибы и повороты Глухую речку называли также Кривушей. В верховье она имела две ветви — Глухие протоки, которые брали начало между нынешними Конюшенной площадью и площадью Искусств. В высокую воду Глухая речка через свои протоки сообщалась с Мойкой и Фонтанкой. Небезынтересно, что канал строился в те годы, когда господствовала неверная теория, будто невские наводнения бывают оттого, что ветер препятствует течению воды в Неве. Это, в частности, нашло отражение в докладе инженер-капитана И. М. Голенищева-Кутузова, отца будущего фельдмаршала М. И. Кутузова, представившего «Прожект о проведении канала для предотвращения жителей столицы от гибельных последствий, причиняющихся от разливов Невы».

В 70-х годах XVIII в. были выполнены значительные работы по расчистке болот и углублению озер на острове Елагин. Вынутая земля использовалась для насыпки валов и дамб вдоль берега, защищающих прилегающую местность от затопления при подъемах воды в Неве. Дамбы сохранились до настоящего времени. Вскоре, в 1782—1787 гг., Крюков канал был продлен в южном направлении до реки Фонтанки (первоначально эта часть канала называлась Никольским каналом). В последующем часть Крюкова канала между Невой и Благовещенской площадью (ныне площадь Труда) была заключена в трубу и засыпана в связи с вступлением в строй нынешнего моста Лейтенанта Шмидта и благоустройством площади.

В 1769 г. приступили к прокладке канала со стороны реки Екатерингофки на восток, в направлении к реке Неве, по трассе Городского рва (в последующем Обводного канала). Основные работы по сооружению Обводного канала — самого большого в городе — были осуществлены многим позже, в 1805—1834 гг., главным образом под руководством видного ученого и инженера П. П. Базена. Канал сыграл исключительно важную роль для промышленного и жилищного строительства южных районов города, принявшего тогда широкий размах. В 50—60-х годах прошлого века по Обводному каналу

шли сплошные вереницы судов и барок с самыми разнообразными грузами. Зимой часто взламывали ледяной покров вручную, пешнями. Чтобы ослабить грузонапряженность на внутригородских водных путях, примерно в это же время был сооружен Введенский канал, соединявший реку Фонтанку с Обводным каналом (засыпан в 1967 г.), а напротив Александро-Невской лавры проводится ветвь от Обводного канала в бассейн для стоянки судов.

В конце XVIII в. река Мойка была очищена и углублена, берега ее одеты в гранит. К 1804 г. река Пряжка соединена с Невой коротким Сальнобуянским каналом.

При строительстве Морского торгового порта (1874—1885 гг.) были выполнены весьма крупные гидротехнические работы по прокладке каналов и расчистке рек в юго-западной части дельты Невы.

Особо следует сказать о сооружении Морского канала. Эта искусственная подводная прорезь, длиной 30 км, шириной 80—120 м и глубиной около 9 м, пересекает Невскую губу с востока на запад. Канал соединяет устье реки Невы с открытой частью Финского залива и имеет чрезвычайно важное значение для морского судоходства. До его создания большие торговые суда разгружались в Кронштадте. Строящиеся на верфях города военные корабли выводились в море без оснастки и только в Кронштадте вооружались окончательно. Чтобы предотвратить заиление, неизбежное на мелководье при сильном волнении, часть канала заключили в дамбы.

Таковы основные вехи истории развития гидрографической сети дореволюционного Петербурга.

Из значительных работ послереволюционного периода укажем на сооружение Гребного канала на Крестовском острове, прокладку новых русел для рек Смоленки и Волковки, устройство глубоких прудов в Московском и Приморском парках Победы, намыв острова Белая мель, сооружение подходного канала к Морскому пассажирскому вокзалу на западной стрелке Васильевского острова и, наконец, замык широкого мелководного пролива между островом Декабристов и островом Вольный и превращение этих островов в единый массив, на котором сейчас ведется интенсивное жилищное строительство.

Следует еще отметить, что в городе в разное время выполнялись работы по сооружению и расчистке многих других рек и каналов, о которых не упоминалось выше. Но одновременно некоторые каналы засыпались, а реки исчезали. Если в XVIII и XIX вв. количество водотоков непрерывно возрастало, то в XX в. число их стало убывать. Причины этого различны.

Некоторые каналы в самом начале создавались как временные, только для осушения местности. Таковы, например, Косой канал (начинался от Невы, вблизи Литейного моста, и шел к Фонтанке), Церковный канал, проложенный по Малой Садовой улице, Поперечный канал в Летнем саду.

Другие каналы, построенные вначале как постоянные, со временем утратили значение и были засыпаны. Вот некоторые примеры.

Для снабжения города чистой питьевой водой в 1718—1725 гг. сооружен Лиговский канал. Он начинался у деревни Горелово из речки Дудергофки, вытекающей из Дудергофских озер. Вода самоотеком шла по каналу в уже упоминавшийся пруд-бассейн на месте пересечения нынешних Греческого проспекта и улицы Некрасова, а затем к фонтанам Летнего сада. В пределах города Лиговский канал имел длину около 10 км, а всего его длина — 20 км. В середине XIX в. канал оказался сильно запущенным и превратился в свалку нечистот. На участке от улицы Некрасова до Обводного канала он был заключен в чугунную трубу и засыпан к 1891 г., а на участке между Обводным каналом и Забалканским (ныне Московским) проспектом — к 1910 г. Сейчас открытый участок сохранился лишь за рекой Красненькой к западу от Автово.

Для предохранения от пожаров и на случай нападения врагов еще при Петре I, в 1715—1720 гг., был прорыт Адмиралтейский канал, который шел вокруг Адмиралтейства и далее по нынешнему бульвару Профсоюзов, затем пересекал Крюков канал на теперешней площади Труда и впадал в реку Мойку. Канал окончательно засыпали к середине XIX в. Сохранился лишь небольшой участок между Крюковым каналом и Мойкой под названием канала Круштейна. Еще раньше, в 70-х годах XVIII в., были засыпаны каналы, проведенные от Невы к внутреннему двору Адмиралтейства. В целях безопасности был окружен глубокими рвами-каналами и Михайлов-

ский замок (ныне Инженерный). Вдоль замка параллельно Фонташке шел Церковный канал (засыпан в 1829 г.), вдоль Мойки — Воскресенский канал (заклочен в трубу и засыпан в 1879 г.).

Особенно примечательна история каналов на Васильевском острове, также задуманных вначале как постоянные. По идее Петра I, положенной в основу проектов Д. Трезини и А. Леблон (1715—1717 гг.), Васильевский остров должен был стать центром города. Остров разрезался каналами на прямоугольники. Главные каналы пересекали остров в длину и должны были служить для прохода морских судов от взморья до восточной стрелки. Сооружение этих каналов началось еще при Петре I, но велось с отступлением от плана и с ошибками. Это погубило начинание. Из-за отсутствия мостов, частых наводнений семилось на острове неохотно. Строительство новых каналов вскоре было прекращено. Вырытые же каналы впоследствии нашли целесообразным засыпать, потому что, как говорилось в указе Екатерины II в 1762 г., от них «бывает одна грязь и происходит дух вредительный здоровью». Каналы были окончательно засыпаны к 1765—1770 гг. Нынешние линии и проспекты Васильевского острова — это места бывших каналов или трасс каналов, намечавшихся к постройке.

Наконец, некоторые каналы были засыпаны из-за большой стоимости работ по возведению набережных или же с целью благоустройства территории. Из числа таких каналов, полностью или частично засыпанных в более позднее время, укажем Введенский канал вблизи Витебского вокзала, Межевой и Турухтанный каналы в районе Морского порта, Шкиперский проток на Васильевском острове, часть Крюкова канала между рекой Большой Невой и площадью Труда.

В связи с осушением местности и устройством канализации уменьшилось питание ряда естественных водотоков. Реки превратились в речки, речки в ручьи, а ручьи, заключенные в трубы, и вовсе перестали существовать. Не стало, например, речки Маленькой, протекавшей вблизи Главного почтамта, речки Тентелевки, впадавшей слева в реку Таракановку, речки Чернявки — правого притока реки Охты. По сравнению с 1700 г. на территории города сейчас на несколько десятков рек меньше.

В особенности резко сократилось число водоемов (озер, прудов). Небольшие озера, как правило, мелкие, со сложной многолопастной формой, затрудняли планировку и мешали строительству. Поэтому в разное время были, например, полностью засыпаны Глухое озеро вблизи Александро-Невского монастыря, группа прудов на островках Резвый, Гутуевский и Аптекарский, док внутри Адмиралтейства, пруд-бассейн за Аничковым дворцом.

Всего за время существования города было засыпано или заключено в трубы более 50 рек, речек, ручьев и проток и около 200 озер и прудов.

Поддержание рек и каналов города в исправном состоянии было нелегким делом. Берега часто обваливались. Вода загрязнялась нечистотами. Дно засорялось мусором и загромождалось затонувшими судами и лесом. Первоначально обязанность укрепления берегов рек и каналов сваями, досками или фашинами возлагалась на домовладельцев. Строжайшим образом запрещалось выбрасывать в реки и каналы мусор. Судам не разрешалось подходить вплотную к берегу. Выгруженные товары необходимо было убирать немедленно. За невыполнение распоряжений полагались большие штрафы. Особо провинившимся грозило тюремное заключение. Однако все эти меры не достигали цели. Со временем забота о поддержании и сохранении рек перешла к властям. Но коренным образом дело изменилось к лучшему лишь после возведения капитальных набережных и реконструкции всей системы канализации.

Без рек и каналов нельзя себе представить Ленинграда. В отличие от старых городов Европы Петербург не получил в наследство узких и кривых улиц средневековья. Город строился заново. Выдающиеся архитекторы Д. Трезини, П. М. Еропкин, И. К. Коробов и другие правильно оценили значение реки Невы как градостроительного фактора. Нева должна была, по их мнению, стать — и действительно стала — главной архитектурной осью города, а ее наиболее широкая часть у стрелки Васильевского острова — его центром. Очевидно, и лучевая система главных улиц и проспектов центральной части города (Невского проспекта, нынешних улицы Дзержинского, проспекта Майорова) была в какой-то мере подсказана градостроителям XVIII в. радиальным расположением левобе-

режных рукавов и протоков невской дельты — Мойки, Фонтанки, б. Глухой речки (ныне канал Грибоедова).

Одновременно с постройкой каналов, расчисткой и углублением рек велось сооружение набережных. В одних местах забивка свай в воду и подсыпка берегов землей приводила к сокращению ширины рек и каналов. В других местах, напротив, земля вынималась, и ширина водотока увеличивалась. Таким образом, берега рек выравнивались и спрямлялись. Большой частью современный берег продвинулся в сторону реки: у Летнего сада, например, на 50 м, у Зимнего дворца на 90 м, на стрелке Васильевского острова почти на 120 м, а в районе Пироговской набережной на 150—200 м.

Сейчас в Ленинграде около 120 км искусственных набережных, из них $\frac{2}{3}$ постоянного типа (гранитные, мощенные камнем и др.). Часть набережных охраняется государством как выдающиеся памятники архитектуры. Одеты в гранит и камень берега рек и каналов со спусками к воде, железными решетками и широкими тротуарами составляют одно из великолепных украшений Ленинграда.

Надо отметить, что сооружение дорогостоящих каналов и набережных, расчистка и углубление рек диктовались в первую очередь отнюдь не соображениями украшения города. В прошлом водные пути были самыми удобными, особенно в условиях болотистой местности. Только водным путем и можно было перевезти огромное количество леса, камня, песка и других материалов, необходимых для строительства города. Кроме того, прокладка каналов и углубление рек способствовали осушению территории. Вынутая при этом земля шла на подсыпку местности, что было важно для защиты от наводнений. Реки и каналы нужны были городу как источник водоснабжения. Наконец, сам город строился как крупный морской и речной порт, поэтому надо было обеспечить стоянку тысячам судов и плотов одновременно.

Важное значение рек и каналов для города всячески подчеркивалось. При Петре I каждый хозяин должен был иметь шлюпку или лодку. Сановникам нередко предписывалось являться во дворец только на шлюпках. О вскрытии реки жителей извещали тремя пушечными выстрелами, и царь, а в его отсутствие комендант города, первым садился в лодку и тем самым открывал навигацию.

О замерзании реки население извещалось барабанным боем, и придворный шут в паряде странника первым переправлялся через Неву в сопровождении почетного эскорта. Этот церемониал в несколько измененном виде сохранился и в XIX в.: первым через Неву переправлялся комендант Петропавловской крепости. Нередко события, происходившие на воде, становились одними из самых торжественных. Так, присутствуя в сентябре 1714 г. при спуске на воду нового корабля, Петр I обратился к собравшимся со словами, полными глубокого патриотического смысла: «Я предчувствую, — говорил Петр, — что русские, когда-нибудь, а может и при нашей жизни, пристыдят самые просвещенные народы своими успехами в науках, своею неутомимостью в трудах и имя свое вознесут на верх славы». Царь пользовался всяким случаем, чтобы подать личный пример. Так, во время сильного наводнения в ноябре 1721 г. он вышел на одномачтовом парусном судне на покрытый водой луг «... и изволил тешиться лавированием». Весть о том разнеслась по городу: стихии можно противопоставить волю человека!

Значение рек подчеркивалось и архитекторами. Мощные пятиметровые аллегорические фигуры у подножия ростральных колонн на восточной стрелке Васильевского острова символизируют четыре русские реки — Волгу, Днепр, Волхов и Неву.

До осушения местности природные условия в городе были весьма неблагоприятные. «Когда один только день идет дождь, — писал немецкий дипломат Гюссен в 1711 г., — то уже нигде нет прохода и на всяком шагу вязнешь в грязи». По вечерам с многочисленных болот и урочищ поднимался туман, делая воздух сырым и холодным. В довершение всего случались частые наводнения.

Реконструкция водной сети, осушение и поднятие местности потребовали титанических усилий. Все делалось вручную, на пронизывающем холодном ветру, под дождем, в условиях нездоровой болотистой местности. Часто приходилось работать по колена в грязи, по пояс в воде. Строители подвергались нещадной эксплуатации, терпели произвол начальства. Недаром в народной песне петровского времени говорилось о Петербурге:

Богатырь его устроил,
Тошь костями забутил.

Только благодаря великому трудолюбию русского народа и неукротимой воле Петра I были преодолены все препятствия, и на берегах Невы возник величественный город, воспетый гением А. С. Пушкина:

Прошло сто лет, и юный град,
Полночных стран краса и диво,
Из тьмы лесов, из топи блат
Вознесся пышно, горделиво...

В наши дни реки и каналы города утратили свое былое значение. Тем не менее они занимают определенное место в системе внутригородского транспорта. Они служат приемником для сточных вод — промышленных, бытовых, дождевых, снеговых. В их русла выведены сотни труб для забора воды.

Многочисленные реки и каналы по-прежнему украшают город, придавая ему своеобразный вид.

Сейчас в Ленинграде на территории свыше 600 км², включенной в черту города в соответствии с генеральным планом его развития до 1980—1985 гг. (с учетом акватории Невской губы к востоку от линии Ольгино—Стрельна), протекает 86 разнообразных водотоков — рек, речек, ручьев, каналов, протоков. Их перечень дан в табл. 4. Суммарная протяженность водотоков (в том числе Морского канала в пределах города) составляет 282 км, или 0,6 погонных километров на каждый квадратный километр суши. Чтобы связать в единое целое отдельные части города, для нужд транспорта понадобилось возвести на его водотоках более 400 мостов и мостиков самых разнообразных типов.

Заметим еще, что приведенные в табл. 4 названия водотоков стали общепринятыми лишь в последние три-четыре десятилетия. В XIX в. было весьма распространено название рек — Черная. Еще раньше, в XVII—XVIII вв., в ходу были такие наименования рек, как Ерик — Черный Ерик, Сухой Ерик, Безымянный Ерик, а также Глухая речка. В 1770—1780 гг. в Петербурге имелось шесть Черных речек, пять Ериков и четыре Глухие речки.

Помимо рек, каналов и других водотоков, в Ленинграде сейчас насчитывается около 100 водоемов — озер, прудов и искусственных

Водотоки Ленинграда

Название водотока	Название водотока
Водотоки системы реки Невы и Обводного канала	
Река Нева	Кронверкский пролив
Река Монастырка	Кронверкский проток
Обводный канал	Протока в саду им. Дзержинского
Рукав Спартак	
Водотоки системы рек Большой Невы и Малой Невы	
Река Большая Нева	Река Смоленка
Река Малая Нева	Река Ждановка
Шкиперский канал	
Водотоки системы реки Большой Невки	
Река Большая Невка	Река Чухонка
Река Средняя Невка	Гребной канал
Река Малая Невка	Большой канал острова Трудящихся
Река Карповка	Малый канал острова Трудящихся
Река Крестовка	Протока Петровского острова
	Каналы острова Елагин
Водотоки системы реки Фонтанки	
Река Фонтанка	Ново-Адмиралтейский канал
Река Мойка	Крюков канал
Канал Грибоедова	Река Пряжка
Лебяжий канал	Сальнобуянский канал
Зимняя канавка	Канал Круштейна
Каналы острова Новая Голландия	Рукав реки Фонтанки
Водотоки системы Екатерингофки и Морского канала	
Река Екатерингофка	Река Ольховка
Морской канал	Бумажный канал

Название водотока	Название водотока
Река Емельяновка Река Таракановка Внутренний канал	Новый канал Сельдяной канал Река Пекеза
Водотоки, впадающие в Неву справа, и их притоки	
Ручей Утка Река Охта (Большая Охта) Река Оккервиль Река Черная Река Ржевка Канал в Озерках Река Жерновка Река Лапка	Муринский ручей Капралов ручей (Капральный) Река Лубья (Луппа) Безымянный ручей Ручей Генеральный Ручей Горелый Черная речка Гнилой ручей
Водотоки, впадающие в Неву слева, и их притоки	
Река Славянка Река Кузьминка Река Мурзинка	Река Волковка Волковский канал
Водотоки, впадающие в Невскую губу с севера, и их притоки	
Лахтинский разлив Река Каменка Река Сторожиловка Река Черная	Ручей Хайзовый Река Глухарка Река Юнтоловка Безымянный ручей
Водотоки, впадающие в Невскую губу с юга, и их притоки	
Река Красненькая Лиговский канал Река Дачная Река Большая Койеровка Река Малая Койеровка Река Новая	Река Ивановка Река Сосновка (Озеровка) Река Кикенка Река Итоловка Матисов канал Река Дудергофка

бассейнов. Наиболее крупные водоемы находятся в юго-западной части дельты на территории Морского торгового порта — это Гутуевский ковш, Восточный и Барочный бассейны, Угольная гавань. Из других водоемов укажем Гребной порт на Васильевском острове, бассейн Обводного канала, Охтинский пруд, группу озер-прудов на острове Елагин и в Озерках.

Воды Ленинграда, как видим, весьма разнообразны. Их можно разделить на следующие группы:

- Невская губа и Лахтинский разлив;
- естественные реки и рукава дельты (Большая Нева, Малая Нева, Карповка и др.);
- канализированные реки дельты (Фонтанка, Мойка, Пряжка и др.);
- искусственные каналы (Обводный, Крюков, Круштейна и др.);
- реки, впадающие в Неву и Невскую губу, а также их притоки (Охта, Славянка, Дачная и др.);
- озера, пруды и искусственные водоемы.

По обилию вод Ленинград занимает одно из первых мест в мире. Почти пятая часть его территории — около 110 км² — занята водой.

НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ КЛИМАТА ЛЕНИНГРАДА

Остановимся далее на некоторых особенностях климата Ленинграда, имеющих прямое отношение к режиму водоемов и водотоков города. С учетом этих особенностей строятся и эксплуатируются различные водоотводящие сооружения (в частности, канализация), планируется уборка снега с улиц и площадей и пр.

Климат в Ленинграде умеренно холодный, с избыточным увлажнением. Весна большей частью затяжная: теплая погода чередуется с холодной; бывает, что снег выпадает в конце апреля и даже в мае. Лето короткое, относительно прохладное. Осенью погода облачная, с затяжными дождями и сильными ветрами; в течение довольно длительного предзимнего периода отмечается частая смена

тепла и холода, неоднократное установление и сход снежного покрова. Зима умеренно холодная; первая ее половина сравнительно мягкая, неустойчивая, вторая половина более холодная.

Основные количественные характеристики климата Ленинграда содержатся в книге Покровской Т. В. и Бычковой А. Т. «Климат Ленинграда и его окрестностей» (Л., Гидрометеиздат, 1967). Ниже приводится ряд других сведений о климате:

— длительность теплого периода года, считая от устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0° весной до перехода к отрицательной температуре осенью, составляет в среднем 222 дня. Причем, средняя дата перехода через 0° весной — 3 IV, осенью — 12 XI;

— длительность холодного периода года колеблется от 2,0—2,5 месяца (например, зимы 1924-25 и 1960-61 гг.) до 5,0—5,5 месяца (зимы 1941-42 и 1965-66 гг.). Средняя дата последнего мороза весной и первого осенью соответственно 5 V и 3 X;

— наибольшая наблюденная скорость ветра 35—38 м/сек., а при порывах до 40—50 м/сек.;

— туманы бывают в течение всего года, но чаще всего осенью и зимой. Наблюдаются они преимущественно в первой половине дня (до 12 часов); средняя длительность тумана около 3 часов. На берегах Невской губы туманов заметно больше; еще больше туманов — на 20—30% — над водной поверхностью.

Более подробно остановимся на режиме выпадения атмосферных осадков, что необходимо знать при устройстве различных каналов, траншей и труб для отвода дождевой воды, при планировании снегоуборочных работ и т. д. Если общее количество осадков принять за 100%, то на твердые осадки (снег, град, иней) придется 70%, а на жидкие (дождь, ливень) — 30%.

В течение холодного периода года в среднем бывает 61 день с твердыми осадками, но в отдельные годы это число уменьшается до 20—25 или же возрастает до 90—100 дней.

Суммарная толщина слоя свежеснежавшего снега за зимний период обычно около 200 см. Часть этого снега растаивает при оттепелях и испаряется. В защищенных же местах, где снег хорошо сохраняется, например, в парках, садах, в начале марта снежный

Таблица 5

Слой осадков (мм) заданной повторяемости за различные интервалы времени

Интервал времени	Повторяемость 1 раз/ <i>N</i> лет							
	1/100	1/20	1/5	1/2	1/100	1/20	1/5	1/2
	Низменная часть Ленинграда				Возвышенная часть Ленинграда			
05 мин.	15,8	11,6	8,2	6,2	17,9	13,1	9,3	7,0
10 мин.	23,6	17,2	12,2	9,3	26,6	19,4	13,8	10,5
30 мин.	37,0	26,5	19,5	14,2	42,0	30,0	22,0	15,8
1 час	44,3	32,4	23,0	16,4	50,2	36,4	25,9	18,4
6 час.	62,0	45,5	32,5	23,8	71,0	52,0	36,8	27,0
12 час.	72,2	52,9	37,6	27,8	82,0	59,8	42,5	31,4
1 сут.	84,0	60,8	43,4	32,4	94,0	68,9	48,5	36,8
2 сут.	98,0	72,2	51,0	38,0	111	81,2	57,5	43,0

Примечания. 1. Слой осадков в 1 мм соответствует 10 м³ воды на 1 га, или 1000 м³ на 1 км². 2. Интенсивность выпадения осадков 1 мм/мин. соответствует 167 л/сек. на 1 га, или 16,7 м³/сек. на 1 км².

покров достигает наибольшей высоты (обычно 30—35 см), запас воды в нем 75—85 мм. Примерно 1 раз в 10 лет снежный покров в защищенных местах превышает 50 см.

Число дней со снежным покровом в среднем 166, из них с устойчивым покровом — 113. Средняя дата появления снежного покрова — 1 XI, полного схода — 15 IV.

За последние 50 лет наибольший суточный максимум осадков в зимний период (25—30 мм) отмечался зимой 1954-55 г. За один снегопад — если пренебречь перерывами менее 8—12 часов — может выпасть 35—40 мм осадков (35—40 кг снега на 1 м²).

Ливни никогда одновременно не покрывают всей территории города. Обложные дожди, летние и осенние, обычно покрывают весь город. Что же касается коротких летних дождей, то нередки случаи, когда они отмечаются лишь в отдельных районах города,

Если выпадение жидких осадков с перерывом менее часа условно считать за один дождь, то окажется, что в среднем ежегодно наблюдается 163 дождя, а дней, когда они бывают, всего 133.

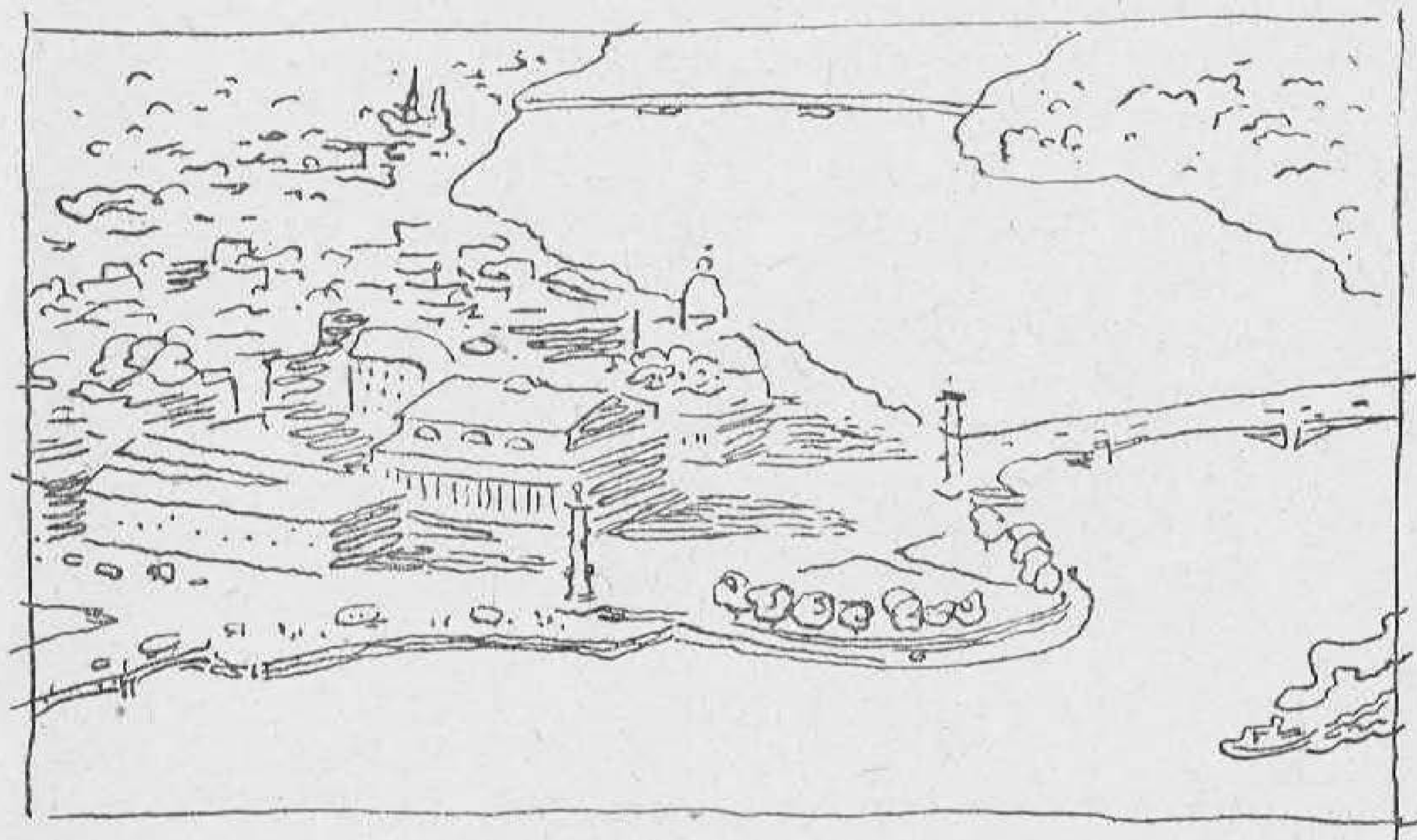
Слой осадков за один дождь колеблется в широких пределах: от 0,01—0,05 до 70—80 мм в центральной низменной части города и до 80—90 мм в возвышенной его части.

По наблюдениям и расчетам нам сейчас известно, какой слой осадков и с какой повторяемостью может выпадать за тот или иной интервал времени (табл. 5). Разделив слой осадков на длительность интервала, получим среднюю интенсивность выпадения осадков. Заметим, что самая большая интенсивность выпадения осадков за пятиминутный интервал достигала 2,5—2,8 мм/мин., а за одноминутный интервал — 4,5—5,0 мм/мин. При такой интенсивности осадков дождь уже не в переносном, а в буквальном смысле «льет как из ведра».

За последние 70 лет самым сильным был августовский дождь 1935 г. Слой осадков в различных пунктах города составил от 65 до 90 мм. На территории города (в его современных границах) обрушилось громадное количество воды — около 35 млн. м³. Многие улицы, как при наводнении, были затоплены слоем воды до 30—35 см. Пруды в парках и садах до краев наполнились водой.



ВОДОНОСНОСТЬ РЕКИ НЕВЫ



ПРИТОК ВОДЫ В ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО

Поступление воды в водоем (озеро, водохранилище, море) принято называть притоком и выражать в единицах объема (км^3) или в виде слоя воды на поверхности водоема (мм). В Ладожское озеро впадают три крупные реки — Свирь, Вуокса и Волхов. Они почти одинаковы по водоносности и все вместе приносят в озеро в средний по водности год $64,6 \text{ км}^3$ воды; остальные реки дают $12,4 \text{ км}^3$ воды. Кроме того, в озеро поступает $8,8 \text{ км}^3$ воды в виде осадков, выпадающих на его водное зеркало. В сумме приток составляет $85,8 \text{ км}^3/\text{год}$. Вся эта вода расходуется так: $79,8 \text{ км}^3/\text{год}$ на сток в Неву, $6,0 \text{ км}^3/\text{год}$ на испарение с водной поверхности. Как можно видеть, потери на испарение невелики (около 7%), и это отличает Ладожское озеро от многих других крупных водоемов страны.

Количество воды, поступающее в озеро, колеблется от года к году. Если приток в средний по водности год (период с 1859 по 1970 г.) принять за 100%, то приток за самый многоводный год (1899) составит 150%, а за самый маловодный (1940) — 55%. Колебания эти сравнительно невелики.

Поступление воды в озеро в весенний период, когда уровень его достигает наивысшей отметки, обычно происходит в такой последовательности. В середине апреля больше всего воды дают средние и малые реки (Олонка, Видлица, Сясь и др.), в первой половине мая — река Волхов, в конце мая — Свирь, в июне — Вуокса. Гидрологи должны учитывать эту последовательность, прогнозируя весеннее наполнение Ладоги.

СТОК РЕКИ НЕВЫ

Одним из важнейших показателей мощности реки является ее водоносность. Под водоносностью реки понимается количество воды, которое протекает в ней за определенный промежуток времени — год, месяц или секунду. Количество воды, протекающее за год, называется годовым стоком, за месяц — месячным стоком; количество же воды, протекающее за одну секунду, называется расходом воды (измеряется в м³/сек.).

Расход воды в Неве впервые был измерен инженером Дестремом летом 1825 г. в связи с разработкой проекта защиты Петербурга от наводнений. Это было одно из первых в России определений расхода воды в реке. Дестрем определил, что расход в Неве составляет 115 700 кубических футов в 1 секунду (3280 м³/сек.). Несмотря на несовершенство применявшегося способа измерения (с помощью поплавков), результат, полученный Дестремом, согласуется с современными данными.

Более или менее систематические измерения расходов воды в Неве начались с 1900 г. Сейчас в разных пунктах уже произведено свыше 1500 измерений, из них около половины — между истоком и

дельтой, остальные — в рукавах и каналах дельты и на фарватерах взморья.

Наблюдения и подсчеты показывают, что в среднем Нева еже-секундно проносит $2530 \text{ м}^3/\text{сек.}$, или $79,8 \text{ км}^3/\text{год.}$ Причем величина расхода воды находится в прямой зависимости от уровня Ладожского озера. Зависимость эта объясняется довольно просто. Чем выше уровень Ладоги, тем больше воды переливается через песчано-каменистую отмель в истоке. Так, при очень низком уровне Ладоги толщина переливающегося слоя воды составляет $0,5\text{—}1,5 \text{ м.}$, а при очень высоком — $3,5\text{—}4,5 \text{ м}$ (исключая узкую прорезь Кошкинского фарватера).

Если всю воду, которую река проносит за год, распределить равномерно по ее бассейну, то получается слой воды в 284 мм. Учитывая, что на поверхность бассейна в виде дождя и снега выпадает в среднем 550 мм в год, получим, что сток Невы составляет 52% от выпавших осадков. Остальные 48% осадков испаряются и уносятся воздушными потоками за пределы бассейна.

Нева очень полноводная река. По количеству протекающей воды она занимает пятое место среди рек Европейской территории СССР после Волги, Печоры, Камы и Северной Двины. Нева проносит столько же воды, сколько реки Днепр и Дон вместе взятые, несмотря на то, что они собирают воду с территории в три раза большей. Невской воды могло бы хватить для снабжения едва ли не всех городов и рабочих поселков страны.

Водность Невы колеблется от года к году, хотя и не очень сильно. За 112 лет (с 1859 по 1970 г.) самым многоводным был 1924 г.: в этом году в реке протекло 116 км^3 воды, а самым мало-водным — 1940 г.: сток в этом году составил $42,2 \text{ км}^3$.

Водность Невы колеблется и в течение года. Максимальный расход воды в году обычно бывает в середине июня, когда уровень Ладожского озера достигает наивысшего положения. Минимальный годовой расход приходится большей частью на начало декабря в момент замерзания реки. В это время русло реки в истоке забито льдом, и из озера в реку поступает мало воды. И все же колебания расхода воды в течение года сравнительно невелики. Так, в среднем максимальный годовой расход воды в 1,7 раза превышает мини-

мальный, тогда как на других крупных равнинных реках — в 30—50 раз. Характерные расходы воды за многолетний период помещены в табл. 6.

Добавим, что за время, когда река свободна от льда, протекает $\frac{2}{3}$ всей воды.

Таблица 6

Характерные расходы воды реки Невы за многолетний период (1859—1970 гг.)

Характерный расход воды	Наименьший		Средний	Наибольший	
	м ³ /сек.	год		м ³ /сек.	год
Средний годовой	1340	1940	2530	3670	1924
Максимальный годовой	2090	1940	3440	4750	1924
Минимальный в период отсутствия льда	1250	1940	2550	3740	1879
Минимальный в период наличия льда	687	1939-40	1970	2740	1903-04

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА РЕКИ НЕВЫ ПО РУКАВАМ И КАНАЛАМ ЕЕ ДЕЛЬТЫ

С величиной расхода воды в реке приходится считаться во многих случаях — при заборе воды для нужд водоснабжения, спуске сточных вод, сооружении мостов, выправлении берега и пр.

Масса воды, текущая в Неве (100%), распределяется по главным рукавам дельты следующим образом. До стрелки Васильевского острова влево, в Обводный канал и Фонтанку, направляется около 2% воды, а вправо, в Большую Невку, — 19%. Остальная масса воды распределяется между Большой Невой (60%) и Малой Невой (19%). Поток воды, направляющийся в Большую Невку у Елагина и

Средние многолетние расходы воды

Водоток (пункт)	Расход воды, м ³ /сек.
Водотоки системы реки Невы и Обводного канала	
Река Нева (Новосаратовский)	2530
Обводный канал (в истоке)	15,0
Водотоки системы рек Большой Невы и Малой Невы	
Река Большая Нева (у стрелки Васильевского острова)	1520
Река Малая Нева (у стрелки Васильевского острова)	490
Река Смоленка (в истоке)	5,0
Река Ждановка (в истоке)	14,0
Водотоки системы реки Большой Невки	
Река Большая Невка (в истоке)	480
Река Большая Невка (после отделения реки Малой Невки)	245
Река Большая Невка (после отделения реки Средней Невки)	101
Река Малая Невка (в истоке)	235
Река Малая Невка (между реками Крестовкой и Карповкой)	225
Река Малая Невка (ниже впадения реки Ждановки)	239
Река Средняя Невка (в истоке)	144
Река Средняя Невка (ниже впадения реки Крестовки)	154
Река Карповка (в истоке)	2,0
Река Крестовка (в истоке)	10,0
Водотоки системы реки Фонтанки	
Река Фонтанка (в истоке)	34,0
Река Фонтанка (после отделения реки Мойки)	24,0
Река Фонтанка (выше Крюкова канала)	23,0
Река Фонтанка (между Крюковым каналом и каналом Грибоедова)	22,0
Река Мойка (между Лебяжьим каналом и каналом Грибоедова)	8,3
Река Мойка (между каналом Грибоедова и Зимней канавкой)	8,9
Река Мойка (между Зимней канавкой и Ново-Адмиралтейским каналом)	10,3
Река Мойка (между Ново-Адмиралтейским каналом и рекой Пряжкой)	11,3
Канал Грибоедова (выше Крюкова канала)	3,1
Канал Грибоедова (ниже Крюкова канала)	3,4

Водоток (пункт)	Расход воды, м ³ /сек.
Лебяжий канал (в устье)	1,4
Зимняя канавка (в устье)	2,0
Ново-Адмиралтейский канал (в устье)	1,0
Крюков канал (между рекой Фонтанкой и каналом Грибоедова)	1,0
Крюков канал (между каналом Грибоедова и рекой Мойкой)	0,6
Река Пряжка (в устье)	4,0
Канал Круштейна (в истоке)	0,05
Водотоки системы реки Екатерингофки и Морского канала	
Река Екатерингофка (выше Обводного канала)	15,0
Река Екатерингофка (ниже Обводного канала)	30,0
Морской канал (в истоке)	400
Невская губа	
Елагинский фарватер (в начале фарватера)	230
Петровский фарватер (в начале фарватера)	580
Гребной фарватер (в начале фарватера)	200
Галерный фарватер (в начале фарватера)	330
Корабельный фарватер (в начале фарватера)	760
Морской канал (выше Золотых ворот)	430
Северные ворота (у острова Котлин)	1640
Южные ворота (у острова Котлин)	890
Реки, впадающие в Неву и Невскую губу, и их притоки	
Река Славянка (в устье)	1,8
Река Кузьминка (в устье)	0,9
Река Мурзинка (в устье)	0,2
Ручей Утка (в устье)	0,1
Река Охта (в устье)	6,9
Река Лубья (в устье)	1,6
Река Волковка (в устье)	0,9
Черная речка (в устье)	0,1

Крестовского островов, делится на три потока — Малую Невку (9%), Среднюю Невку (6%) и Большую Невку (4%). Таким образом, Большая Невка, отделив от себя Малую и Среднюю Невки, становится наименьшей из трех Невок.

В табл. 7 приводятся значения средних многолетних расходов воды по многим водотокам на территории Ленинграда.

Вообще говоря, распределение расхода воды реки Невы по рукавам и каналам дельты, а также по фарватерам взморья не остается постоянным и зависит от многих факторов — величины расхода воды в самой Неве, силы и направления ветра, толщины ледяного покрова, засорения и расчисток каналов и пр. Перечисленные факторы заметно влияют на минимальные годовые расходы воды и почти не влияют на средние годовые и максимальные расходы. Пользуясь этим последним обстоятельством, можно в случае необходимости довольно просто установить приближенные значения максимальных и минимальных годовых расходов по любому водотоку, составив пропорцию по данным табл. 6 и 7.

Два слова о расходе воды и хозяйственном использовании реки Невы.

В верхней половине Нева используется главным образом как водный путь. Глубина реки здесь непосредственно связана с расходом воды. Чем больше расход воды, тем выше уровень, и, следовательно, тем больше глубина. Но вместе с увеличением расхода воды возрастает и скорость течения, особенно в Ивановских порогах, а это создает немалые трудности для судоходства.

В нижнем течении в пределах Ленинграда река Нева используется в самых разнообразных целях: как источник водоснабжения, путь сообщения по льду, приемник сточных вод и пр. Поэтому влияние расхода воды на хозяйственную жизнь города оказывается довольно сложным, а именно:

— чем больше расход воды в Неве, тем больше опасность образования мощного зажора льда при замерзании реки. Зажор вызывает подъем воды и подтопление прибрежных районов в восточной части города;

— с увеличением расхода воды возрастает количество внутриводного льда, который большими массами появляется в реке в на-

чале зимы. Это создает затруднения в работе многочисленных водозаборов;

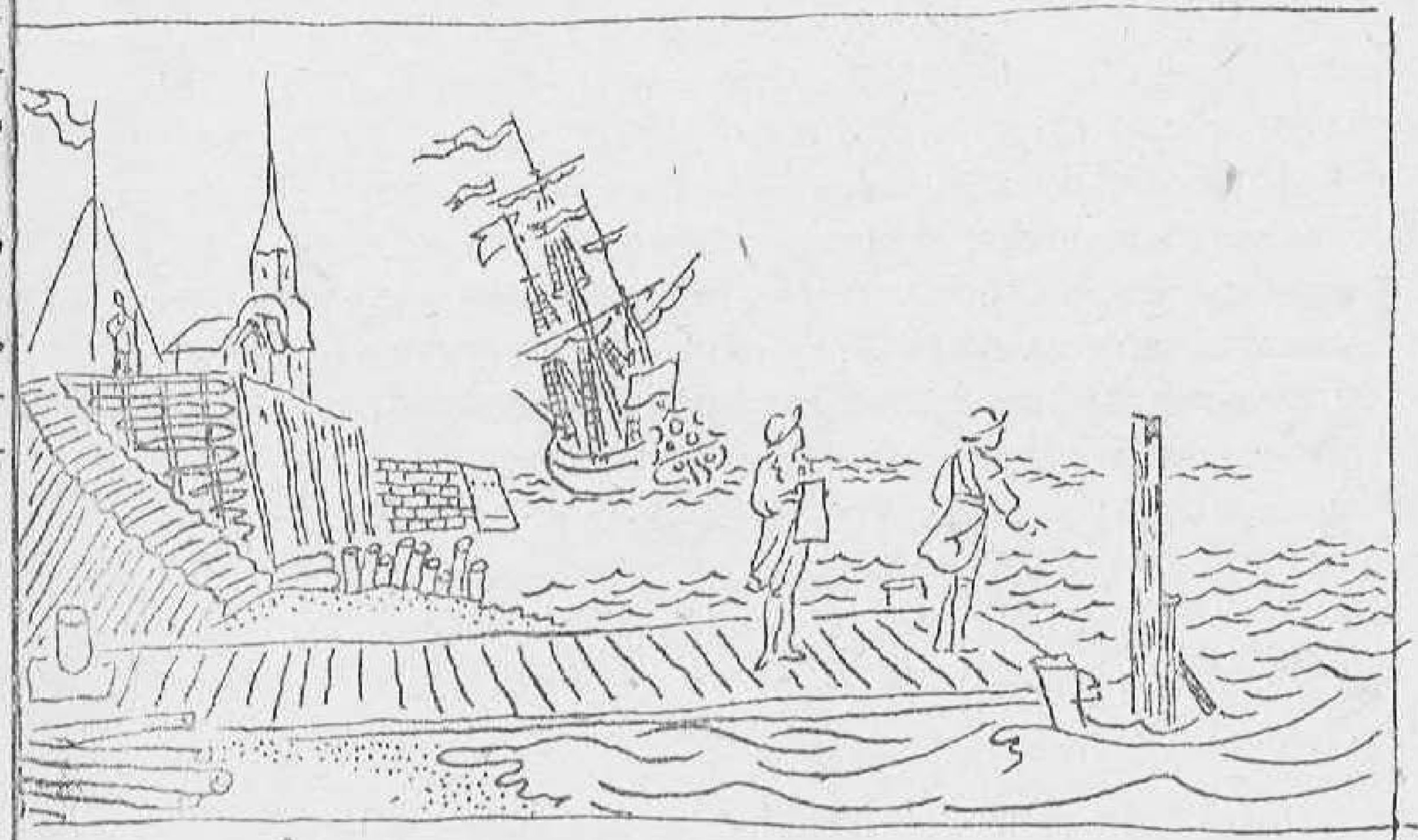
— в маловодные годы скорость течения воды в рукавах и каналах дельты резко падает. Многие небольшие реки и каналы приходят в антисанитарное состояние, что, в частности, имело место летом 1939 и 1940 гг.;

— в маловодные годы ледяной покров на Неве очень торосистый, и это создает неудобства для пешеходов и транспорта на льду;

— с уменьшением расхода воды в Неве расширяется площадь застойных (водоворотных) зон в Невской губе. Сокращается водообмен между Невской губой и Финским заливом. Это ведет к ухудшению санитарного состояния губы, особенно в зимний период.



УРОВНИ ВОДЫ



Уровень воды — это высота поверхности воды в реке, озере или море над избранной условной горизонтальной плоскостью. Для удобства сравнения в качестве такой плоскости часто избирается среднее положение поверхности Балтийского моря у города Кронштадта. Тогда говорят, что уровень дан в абсолютных отметках, и пишут, например, 3,00 м БС — т. е. уровень воды составляет 3,00 м в Балтийской системе.

Уровень воды есть главнейшая характеристика режима реки, которая интересует всех, кто так или иначе связан с рекой. Ни одно сооружение на реке и вблизи нее не может быть возведено без тщательного учета данных о режиме колебания уровня воды. Пренебрежение этим приводит к весьма печальным последствиям.

Систематические измерения уровня воды в Неве начаты по указанию Петра I в 1715 г. Этим было положено начало регулярным водомерным наблюдениям в России. Первое время наблюдения велись у Петропавловской крепости по футштоку — металлической

рейке с дюймовыми делениями, прикрепленной к кусту свай. В последующем они были перенесены к западному павильону Адмиралтейства. Здесь, кроме футштока, имелось специальное устройство в виде блока с перекинутой цепью и поплавком. Остатки этого старинного водомерного устройства сохранялись до 1956 г.

Осенью 1877 г. на правом берегу Большой Невы, у 22-й линии Васильевского острова, напротив здания Горного института, был оборудован водомерный пост, снабженный специальным прибором — самописцем уровня. Пост «Горный институт» работает со дня его основания почти без перерывов и является основным, или опорным, для всей Невы в пределах Ленинграда. С 1831 г. систематические наблюдения над уровнем (1—3 раза в сутки) начали вести в ряде других пунктов на Неве (город Петрокрепость, село Ивановское, фабрика им. Нюгина и др.). Длительное время производятся наблюдения и над уровнями воды Невской губы (с 1844 г.) и Ладожского озера (с 1859 г.).

УРОВЕНЬ ВОДЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

Различают два вида колебаний уровня Ладожского озера: 1) общее повышение (или понижение) всей поверхности озера, 2) кратковременное повышение поверхности озера в одном месте компенсируется соответствующим понижением в другом месте и наоборот. Первый вид колебаний уровня связан с изменением объема воды в озере, второй — с воздействием ветра на водную поверхность. Дадим вначале характеристику первого вида колебаний уровня как наиболее важного.

Огромные размеры Ладожского озера и равномерное поступление воды в него служат основными причинами того, что уровень озера колеблется плавно, медленно, а главное — в небольших пределах. В течение последних 110 лет размах колебаний уровня составил всего 3,16 м: от 3,48 м БС (февраль 1942 г.) до 6,64 м БС (июнь 1924 г.). Месячные изменения уровня обычно составляют ± 5 —10 см.

Легко понять, что ход уровня воды в озере зависит от соотношения притока воды в озеро и стока ее в реку Неву. Если приток больше, чем сток, то уровень озера повышается, если меньше — то понижается. Сложность этого явления заключается в том, что сама величина стока воды в Неву, или расход воды, непосредственно зависит от уровня воды (чем выше уровень озера, тем больше расход воды в реке). Подсчеты и наблюдения показывают, что если, например, приток в озеро составляет $15,0 \text{ км}^3$ в месяц, то при начальном уровне $3,70 \text{ м БС}$ происходит подъем уровня за месяц на 55 см , а при начальном уровне $6,50 \text{ м БС}$ — всего на 14 см . Таким образом, при одном и том же притоке воды в озеро может иметь место совершенно разный подъем уровня. Более того, в одном случае может происходить подъем, в другом — спад. Все зависит от начального уровня и величины притока.

Большим значением начального положения уровня объясняются многие весьма существенные особенности водного режима Ладожского озера.

Так, при одинаковом весеннем притоке в одном году озеро наполняется до высокого уровня, в другом — до низкого. Например, в 1890 и 1939 гг. приток в озеро за весенний период (апрель—июнь) был одинаковым — 22 км^3 . Однако весной 1890 г. озеро наполнилось до уровня $4,90 \text{ м БС}$, а весной 1939 г. — только до уровня $4,22 \text{ м БС}$. Объясняется это тем, что весеннее наполнение в 1890 г. началось с более высокого уровня, чем в 1939 г.

Если весной Ладога наполняется до высокого уровня, то, какими бы засушливыми ни оказались лето и осень, уровень озера все равно остается высоким. Приведем пример. Весной 1955 г. озеро наполнилось до уровня $6,0 \text{ м БС}$, и вода затопила Свирицу, Сясьские Рядки и другие населенные пункты на побережье. Наступившие лето и осень оказались засушливыми. В августе и сентябре реки, впадающие в озеро (Олонка, Видлица, Сясь и др.), сильно обмелели, на них обсохло много древесины, судоходство местами прекратилось. В это же самое время населенные пункты на побережье озера, затопленные еще весной, так и находились в воде.

Очень высокое стояние уровня Ладожского озера может наступать только тогда, когда бывает два-три многоводных года подряд.

Очень же низкое стояние уровня, как, например, в 1940 г., наблюдается лишь после трех-четырех маловодных лет подряд.

Причины колебаний уровня озера давно интересовали ученых. В годы с очень низким стоянием уровня озера резко падала глубина в Приладожских каналах и на отмелях в истоке Невы. Судоходство испытывало чрезвычайные трудности. Многие суда оставались зимовать на каналах или терпели аварии. А в очень многоводные годы, как, например, в 1879 и 1924, прибрежные селения долгие месяцы стояли затопленными.

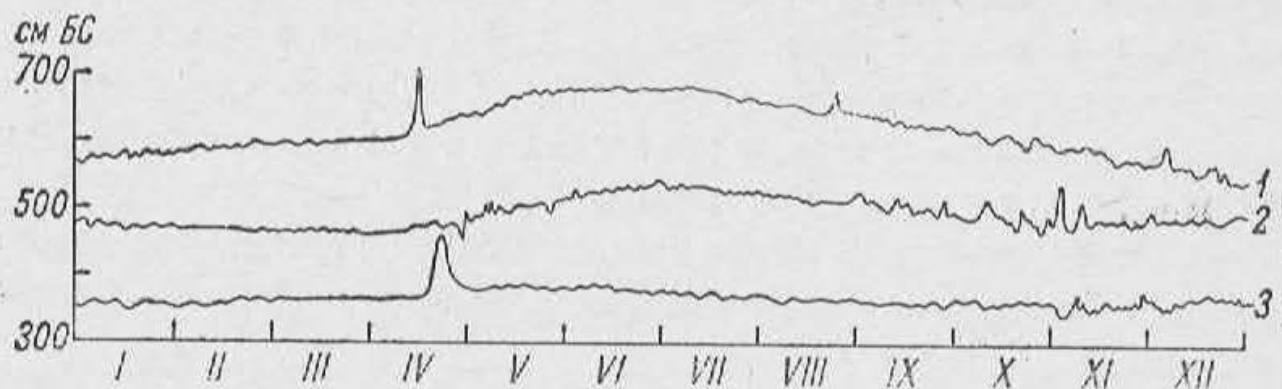


Рис. 13. Колебания ежедневных уровней воды Ладожского озера у с. Сясьские Рядки за характерные годы.
1 — 1924 г. (самый многоводный); 2 — 1927 г. (средний по водности); 3 — 1940 г. (самый маловодный).

В 1766 г. академик Эйлер сделал на заседании Академии наук доклад «Рассуждение о подъеме и падении воды в Ладожском озере». Причину колебаний уровня озера Эйлер видел в изменении величин притока и испарения с водной поверхности. Это был не вполне правильный вывод. Испарение с поверхности озера весьма стабильно и почти не влияет на колебания уровня озера. Эйлер не учел стока реки Невы, считая его постоянным. При обсуждении доклада Эйлера выдвигались и другие предположения — опускание дна озера, уход воды подземным путем в море и пр. Действительная же причина колебаний уровня, как мы уже видели, заключается в изменении соотношения между притоком воды в озеро и стоком ее в Неву.

Приведем далее некоторые итоговые данные о режиме колебания уровня Ладожского озера, обусловленного изменением объема воды в чаше озера.

Средний многолетний уровень озера — 4,87 м БС, наивысший уровень — 6,64 м БС, наинизший — 3,48 м БС. Обычно в течение года уровень колеблется в диапазоне 0,4—0,7 м. Весенний подъем уровня большей частью начинается в середине апреля и продолжается до середины июня. В течение лета и осени уровень постепенно падает. В зимний период он сохраняется обычно неизменным. Бывают, однако, исключения. После малоснежной зимы в случае дождливых лета и осени уровень озера поднимается до конца года (1902, 1928, 1942 гг.). Величина весеннего подъема уровня в среднем составляет 48 см, в годы с очень малым подъемом (1940, 1954) — 5—10 см, в годы с очень большим подъемом (1899, 1867, 1922) — 95—110 см.

Другой вид колебаний уровня воды Ладожского озера, как отмечалось, связан с воздействием ветра на водную поверхность и характерен своей кратковременностью и резкостью. Ветровые нагоны и стоны воды разной продолжительности и величины следуют на озере друг за другом непрерывно. Нагон воды в одном месте озера всегда компенсируется стоном в другом.

Для реки Невы имеют значение стонно-нагонные колебания уровня не во всем озере, а лишь в Шлиссельбургской губе. Наблюдениями и расчетами установлено, что здесь в губе 1 раз в 50 лет могут происходить нагоны или стоны воды в 100—120 см. Приведенные величины не являются, по-видимому, предельными. Об этом говорят случаи очень больших нагонов воды, зарегистрированные в других частях озера (например, у острова Валаам и мыса Стороженского), а также весьма любопытная запись, обнаруженная в одной старинной рукописи «Явление во граде Орешке»: «Лета 7102 (1594 г. — *Р. Н.*) году на Неве реке восета буря сильно зело и воду раздеше надвое и много время стояла и в те поры человек прошел между воды посуху и вси удивилися о сем чудеси». Очевидно, во время бури 1594 г. падение уровня воды в Шлиссельбургской губе было настолько значительным, что излив воды из озера почти прекратился. Следует, впрочем, осторожно относиться к достоверности приведенной записи. По всей вероятности, человек перешел реку не «посуху», а вброд. Уровень же Ладоги должен был быть в этом случае очень низким — таким, как в 1940 г., и даже несколько ниже.

В нынешних условиях буря 1594 г. не могла бы привести к почти полному прекращению стока воды из озера. После того как через отмель прорыли Кошкинский фарватер (1902—1908 гг.), порог излива воды из озера стал на 2,0—2,5 м ниже.

УРОВНИ ВОДЫ РЕКИ НЕВЫ

Своеобразие и сложность режима колебаний уровня воды в реке Неве поражают даже опытного гидролога. Расход воды, стеснение русла ледяным покровом, заторы и зажоры льда, нагоны и стоны воды в Шлиссельбургской губе и в Невской губе — вот далеко не-

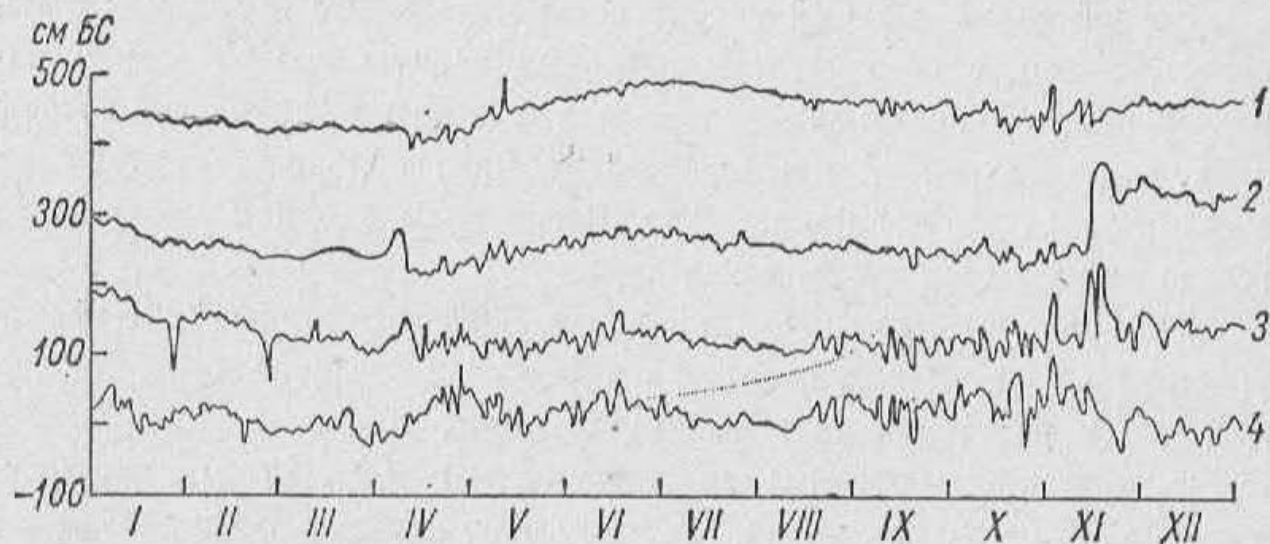


Рис. 14. Колебания ежедневных уровней воды в различных пунктах реки Невы за средний по водности 1927 г.
1 — г. Петрокрепость; 2 — с. Ивановское; 3 — пос. Усть-Славянка;
4 — Горный ин-т.

полный перечень факторов, которые в различных сочетаниях воздействуют на уровни воды в реке.

Расход воды и уровень реки Невы. Всякое изменение уровня воды в Шлиссельбургской губе Ладожского озера — связано ли оно с колебанием объема воды во всем озере или с местным ветровым нагоном — стоном — влечет за собой изменение расхода воды в Неве. В этом и состоит основное влияние Ладоги на уровень реки Невы. В истоке реки оно является преобладающим,

здесь уровень воды в реке целиком следует за уровнем воды в озере. По направлению от истока к устью влияние озера на уровень Невы ослабевает. В пределах же дельты, где площадь поперечного сечения русла в 7—10 раз больше, чем на остальной реке, уровень воды практически уже не зависит от расхода воды.

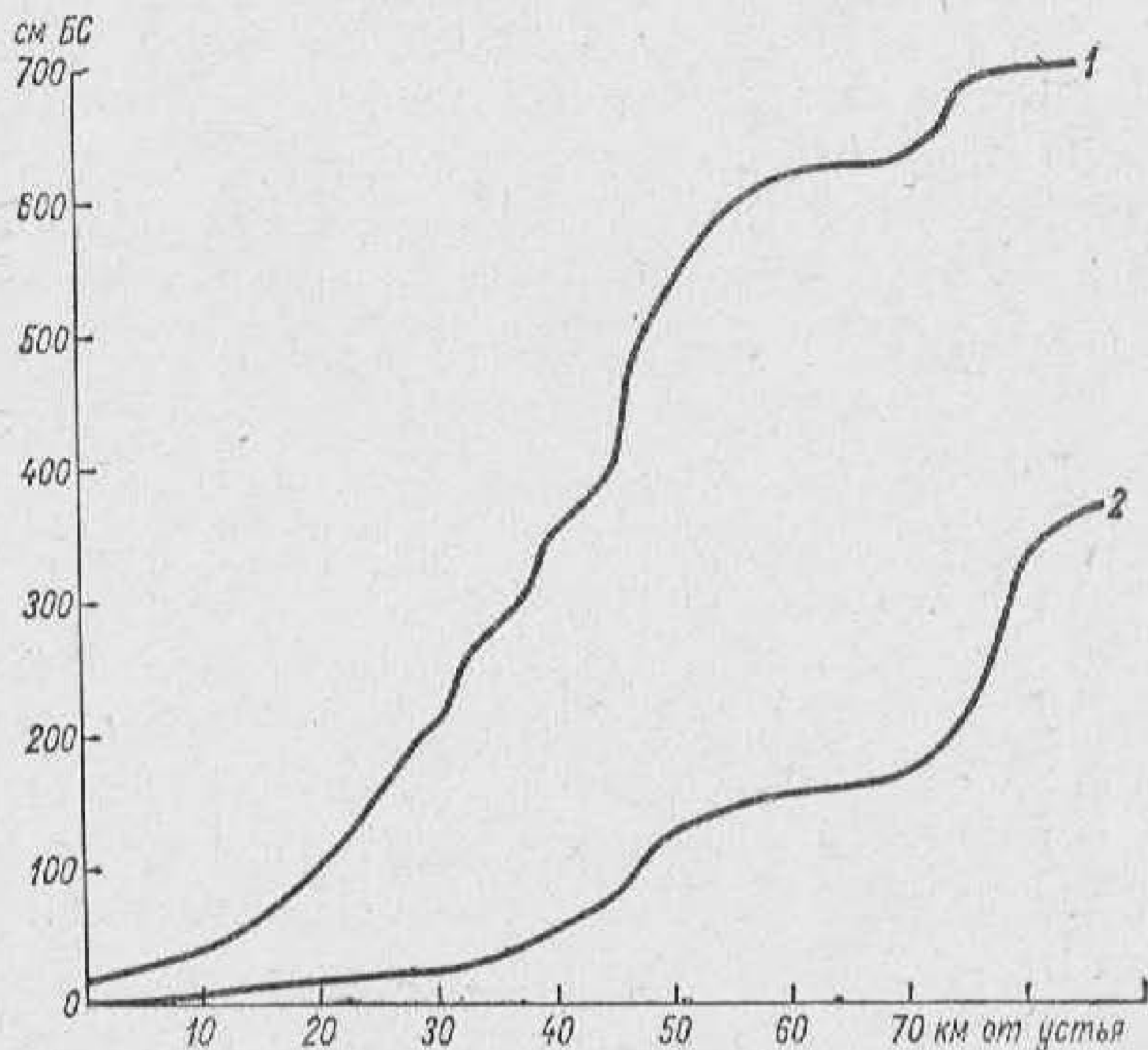


Рис. 15. Продольные профили водной поверхности реки Невы и Шлиссельбургской губы при наибольшем и наименьшем расходах воды (Q) в период открытого русла.

1 — при $Q = 4750 \text{ м}^3/\text{сек.}$ (15 VI 1924 г.); 2 — при $Q = 1250 \text{ м}^3/\text{сек.}$ (2 X 1940 г.)

Наглядное представление о влиянии расхода воды на уровни реки Невы дает рис. 15, на котором показано положение водной поверхности в реке, или продольные профили, при наибольшем ($4750 \text{ м}^3/\text{сек.}$) и наименьшем ($1250 \text{ м}^3/\text{сек.}$) наблюдаемых расходах воды.

Нагоны и стоны воды и уровни реки Невы. Если в истоке реки решающее влияние на уровень Невы оказывает

Ладожское озеро, то в устье эта роль принадлежит Балтийскому морю, уровень которого постоянно изменяется. Как в Ладожском озере, так и здесь, в море, различают два рода колебаний уровня.

Первый род колебаний вызывается изменением объема водных масс моря, или иначе говоря, колебаниями величины его наполнения, которая изменяется, главным образом, в результате продолжительного воздействия ветра на водную поверхность. Устойчивые северные и северо-восточные ветры выгоняют часть воды из Балтийского моря через Датские проливы в Северное море. При этом понижается уровень всего Балтийского моря, а вслед за ним падает уровень Невской губы. Устойчивые южные и юго-западные ветры вызывают обратный эффект.

В меньшей степени уровень наполнения моря зависит от величины стока впадающих в него рек, осадков, испарения с водного зеркала и других причин. Средний многолетний уровень моря принимают равным -10 см БС. Обычно в первой половине года уровень моря бывает ниже среднего годового, во второй половине — выше. В период с 1901 по 1939 г. самый низкий уровень моря был равен -70 см (1 II 1937 г.), самый высокий $+54$ см (4 I 1922 г.). Общий размах колебаний, таким образом, составил 144 см.

Второй род колебаний вызывается денивеляцией, т. е. нарушением горизонтального положения поверхности моря, возникающей чаще всего под воздействием движущихся циклонов — мощных атмосферных вихрей с пониженным давлением в центре. В зависимости от энергии циклона, скорости и направления его движения в Балтийском море формируются или длинная волна — своего рода водяной вал небольшой высоты и чрезвычайно большой длины, которая распространяется в направлении движения самого циклона, или стоячие колебания, называемые сейшей. Воздушные потоки в циклоне увлекают за собой водные массы, отчего в одной части моря уровень повышается, в другой — понижается. После прекращения действия ветра или набегания длинных волн в вершину Финского залива водные массы залива, стремясь прийти в равновесное положение, совершают затухающие сейшеобразные колебания.

Любые колебания водных масс моря и в особенности Финского залива передаются в Невскую губу, значительно усиливаются в ней

из-за ее мелководности и распространяются вверх по реке Неве, постепенно затухая.

Добавим к сказанному, что в Невской губе, хотя она и находится в глубине материка, вдали от океана, наблюдаются приливы и отливы, относящиеся ко второму роду колебаний уровня. Величина

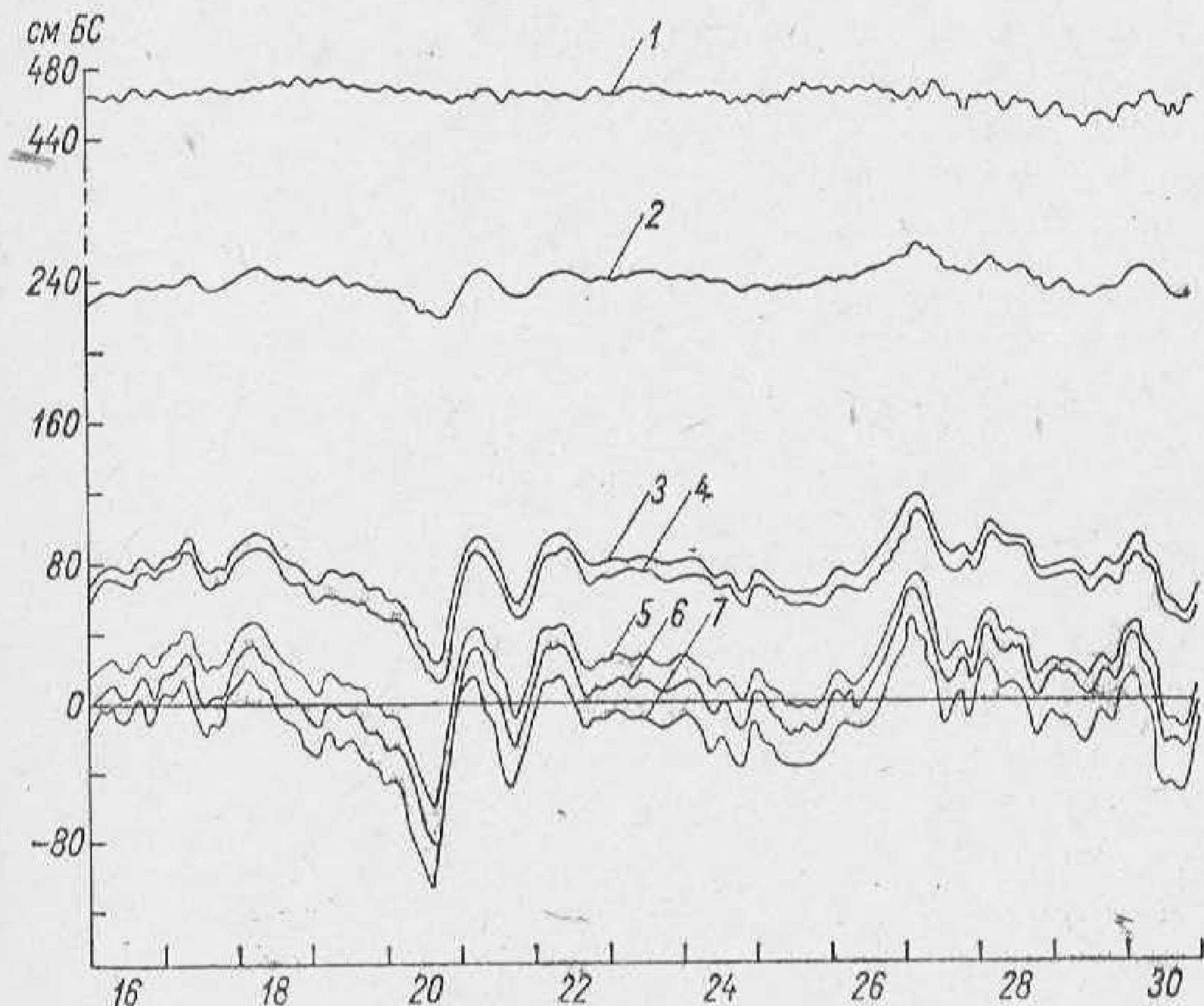


Рис. 16. Колебания ежечасных уровней воды в различных пунктах реки Невы за вторую половину ноября 1966 г.

1 — г. Петрокрепость; 2 — с. Ивановское; 3 — пос. Новосаратовское; 4 — з-д «Большевик»; 5 — Охтинский мост; 6 — Горный ин-т; 7 — Невская устьевая станция.

их, однако, незначительна: обычно 2—4 см и в редких случаях 15—20 см. Заметного влияния на уровень воды в Неве они не оказывают.

Всякий подъем уровня воды в Невской губе, обусловленный воздействием ветра и атмосферного давления на водные массы моря,

называют нагоном воды, а всякий спад уровня, вызванный этими же причинами, — сгоном. Сгонно-нагонные колебания уровня воды самой различной длительности и величины следуют в Невской губе и в дельте Невы друг за другом почти непрерывно, что очень наглядно видно на рис. 16. Объясняется это тем, что собственно Балтийское море и Финский залив лежат на пути движения циклонов, которые зарождаются в Северной Атлантике и, подчиняясь закономерностям циркуляции атмосферы, следуют, как правило, с запада на восток. Финский залив поэтому иногда называют «дорогой циклонов».

В среднем в течение года в устье Невы случается 70—80 нагонов и 45—55 сгонов, сопровождающихся соответственно подъемом и спадом уровня более 30 см над ординаром. Почти в половине всех дней в году наивысший и наимизший уровень воды за сутки отличается от среднего суточного уровня более чем на ± 15 см. Максимальная интенсивность подъема уровня воды при очень больших нагонах 80—100 см/час, а спада уровня при больших сгонах 40—50 см/час.

Ледяной покров и уровни реки Невы. В зимнее время на уровни реки Невы оказывает влияние также и ледяной покров. С одной стороны, при замерзании Шлиссельбургской губы и появлении здесь ледяного покрова уменьшается толщина слоя воды, переливающейся через отмель в истоке реки, а также скорость течения этой воды из-за трения о нижнюю поверхность льда. Это ведет к уменьшению расхода воды, а следовательно, и к снижению уровней воды в Неве. С другой стороны, стеснение самого русла Невы льдом приводит к повышению ее уровня.

В конечном счете влияние ледяного покрова на уровни воды реки Невы сводится к следующему. После замерзания реки уровни воды в ней повышаются (за исключением истока и устья). В одних пунктах реки это повышение небольшое, в других довольно значительное. В целом же продольный профиль водной поверхности реки заметно выравнивается, хотя общий перепад между истоком и устьем не изменяется. Ледяной покров погашает резкие колебания уровня при нагонах и сгонах воды, особенно в нижней части реки.

Заторы и зажоры льда и уровни реки Невы,

Перечень основных факторов, влияющих на уровень реки Невы, будет неполным, если не упомянуть о заторах и зажорах льда. Этому вопросу ниже посвящен специальный раздел. Здесь лишь укажем, что подъем уровня воды из-за стеснения русла реки рыхлым и битым льдом при зажоре достигает иногда 3,0—3,3 м, что для Невы немало.

Некоторые выводы. Нева в Ленинграде поражает наблюдателя своим высоким уровнем. Русло реки почти до краев наполнено водой. Низко висят над рекой мосты. Впечатление такое, что на реке сейчас половодье и что вот-вот вода, поднявшись еще немного, затопит окружающую местность. Однако этого не происходит. Уровень воды в реке, за редким исключением, колеблется в небольших пределах.

Колебания уровня воды в реке прежде всего характеризуются средними и крайними значениями. Средний многолетний уровень воды в нижней части реки Невы, где колебания носят в основном стогно-нагонный характер, принято в Ленинграде называть ординаром (табл. 8). Ординар — важная характеристика: по отношению к нему оценивается высота подъема воды при наводнениях и вообще при нагонах и сгонах воды.

Итак, на Неве применяются два способа исчисления уровня: над поверхностью моря (этот уровень называется абсолютным) и над ординаром (иногда его называют условным). Чтобы от абсолютного значения уровня перейти к уровню над ординаром, надо от первого отнять значение ординара. Наоборот, чтобы по уровню над ординаром получить абсолютный уровень, надо к первому прибавить значение ординара.

В дельте реки Невы и в Невской губе преобладающую часть времени уровень держится близко к ординару (например, в пределах ± 20 см он держится около 55% времени). Чем больше отклонение уровня от ординара, тем реже он наблюдается и тем меньше длительность его стояния. Характерно еще то, что в сторону высоких значений уровня размах колебаний в 2—3 раза больше, чем в сторону низких. Зато низкие уровни более устойчивы. Так, например, суровой зимой 1941-42 г. уровень ниже — 50 см от ординара держался в течение двух месяцев подряд.

Средний многолетний уровень воды
(ординар)

Водный объект	Пункты	Расстояние от устья реки Невы, км	Уровень, см БС
Ладожское озеро	Осиновец, Кобона	80,0	487
Река Нева	Петрокрепость	73,0	429
"	Черная речка	69,1	395
"	Красные сосны	61,1	344
"	Лобаново	55,0	330
"	Островки	50,2	319
"	Оранжерейка	48,7	314
"	Ивановское	45,0	244
"	Усть-Ижора	35,0	158
"	Невский лесопарк	29,5	112
"	Усть-Славянка	28,6	106
"	Новосаратовский	27,2	94
"	Уткина заводь	23,0	72
"	Фабрика им. Ногина	17,5	47
"	Устье реки Охты	12,4	30
"	Литейный мост	7,8	18
"	Горный институт	2,8	11
"	Невская устьевая станция	0,0	3
Невская губа	Стрельна, Ольгино	7,0	2
"	Кронштадт	26,0	-1

Сгонно-пагонные колебания уровня воды достигают наибольшей амплитуды на баре Невы. По мере продвижения вверх по реке эти колебания уменьшаются, но в том же направлении возрастает размах колебаний за счет расхода воды. Ивановские пороги служат границей, где эти два вида колебаний примерно одинаковы. Поэтому-то реку Неву разделяют на две части: верхнюю — от истока до Ивановских порогов, где преобладает влияние Ладожского озера, и нижнюю — от Ивановских порогов до устья, где в основном ска-

Максимальные годовые уровни воды (см БС) Ладожского озера, реки Невы и Невской губы различной повторяемости (1 раз/N лет)

Пункты	При максимальных годовых расходах воды				При зазорах льда				При наибольших в году нагонах воды			
	1/1000	1/100	1/20	1/2	1/1000	1/100	1/20	1/2	1/1000	1/100	1/20	1/2
	Осиновец, Кобона	751	693	650	543	635	600	557	470	552	552	552
Петрокрепость	710	656	613	502	630	595	555	455	550	548	542	522
Черная речка	687	632	587	478	628	590	550	448	547	513	502	487
Красные сосны	675	617	574	463	623	582	543	432	543	502	490	471
Лобаново	648	594	554	453	619	575	530	417	539	491	472	452
Островки	606	543	520	404	608	552	505	382	533	477	448	410
Оранжерейка	572	524	486	381	600	547	495	370	531	472	441	396
Ивановское	465	412	382	298	582	520	467	335	522	458	421	354
Усть-Ижора	328	285	251	180	547	487	425	285	495	403	346	262
Невский лесопарк	241	212	180	126	516	450	387	245	484	378	315	237
Усть-Славянка	226	195	175	120	510	440	382	231	482	375	310	234
Новосаратовский	205	178	158	112	504	437	377	227	480	369	306	226
Уткина заводь	168	144	128	85	487	425	365	210	472	454	288	210
Фабрика им. Ногина	97	83	73	50	370	315	267	150	467	338	270	194
Устье реки Охты	59	52	47	37	243	195	155	75	466	331	262	183
Литейный мост	46	38	35	24	107	85	62	32	465	326	261	176
Горный институт	31	26	22	15	40	30	20	10	465	325	260	173
Невская устьевая станция	19	14	11	8	25	18	11	5	443	309	246	164
Стрельна, Ольгино	14	8	10	7	14	10	8	4	413	297	237	160
Кронштадт	7	6	5	4	0	0	0	0	385	280	212	143

Примечание. Для станции Осиновец, Кобона уровень Ладожского озера дан без учета нагонов и стонов воды.

Минимальные годовые уровни воды (см БС) Ладожского озера, реки Невы и Невской губы различной повторяемости (1 раз/ N лет)

Пункты	При минимальных летних расходах воды				При наибольших в году сгонах воды			
	1/1000	1/100	1/20	1/2	1/1000	1/100	1/20	1/2
Осиновец, Кобона	334	356	374	448	440	440	440	440
Петрокрепость	167	226	272	385	377	377	377	377
Черная речка	152	206	250	370	352	355	362	362
Красные сосны	132	183	230	342	318	328	335	335
Лобаново	117	166	213	311	260	270	283	292
Островки	105	155	200	305	185	209	224	254
Оранжерейка	100	146	195	292	162	187	208	232
Ивановское	73	106	140	207	114	130	140	167
Усть-Ижора	34	53	70	116	6	25	37	67
Невский лесопарк	19	33	45	78	-49	-30	-18	17
Усть-Славянка	16	29	42	72	-57	-40	-23	10
Новосаратовский	15	27	37	69	-66	-46	-32	-2
Уткина заводь	12	20	29	50	-88	-70	-55	-18
Фабрика им. Ногина	7	12	16	31	-112	-93	-76	-41
Устье реки Охты	4	10	14	26	-128	-107	-95	-55
Литейный мост	3	4	6	14	-140	-120	-104	-67
Горный институт	2	3	4	7	-153	-132	-116	-77
Невская устьевая станция	1	2	3	4	-176	-151	-131	-86
Стрельна, Ольгино	1	2	2	3	-183	-162	-142	-108
Кронштадт	0	0	0	0	-171	-148	-132	-97

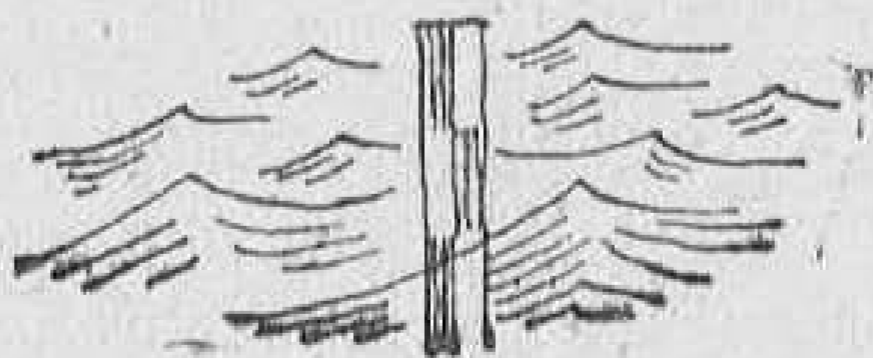
зывается влияние Финского залива. Несмотря на разнообразие обуславливающих факторов, многолетняя амплитуда колебаний уровня воды по всей реке Неве почти одинакова — около 5 м, что в 2—3 раза меньше, чем на других крупных равнинных реках.

В заключение приведем ряд весьма важных характеристик максимальных и минимальных уровней воды.

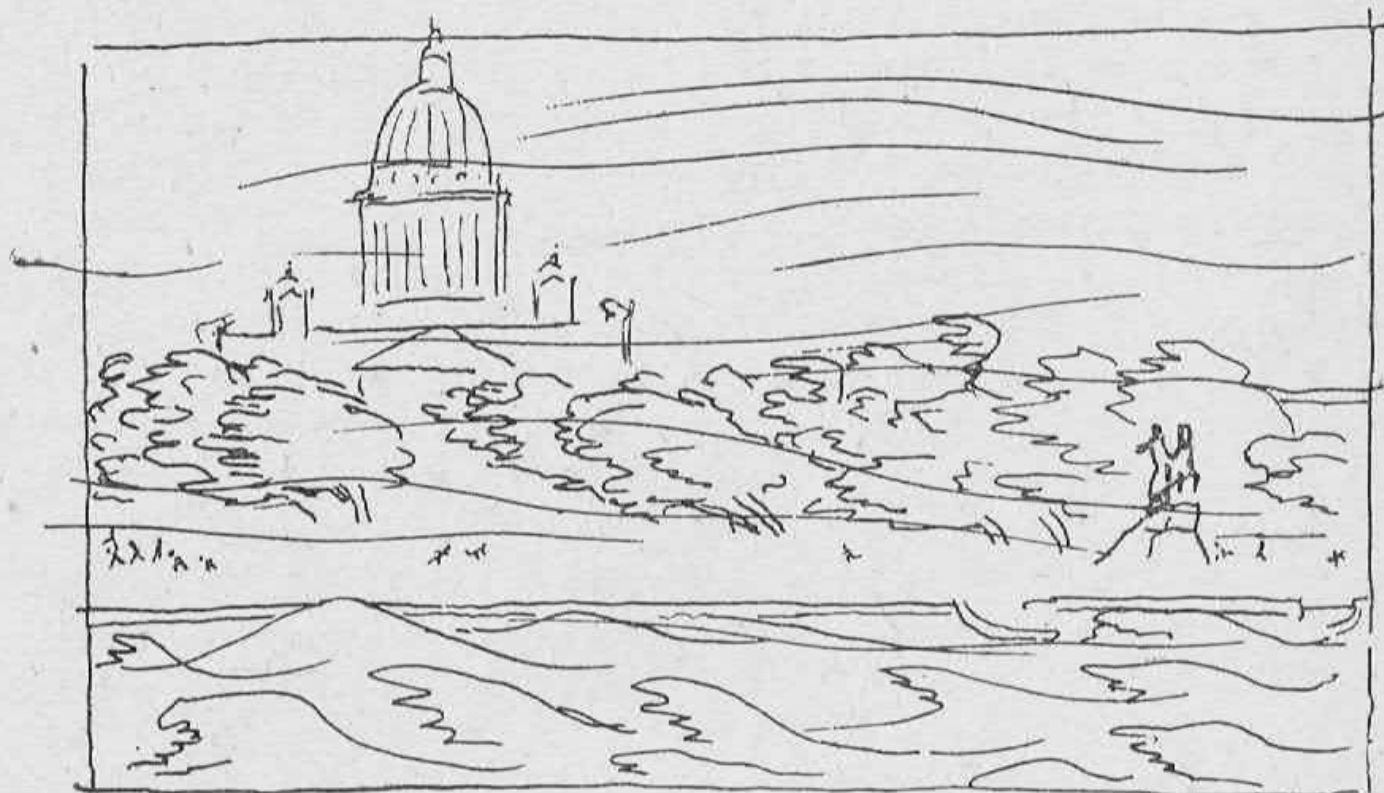
В каждом пункте реки Невы надо различать максимальные годовые уровни воды трех видов: 1) вследствие наступления наибольшего в году расхода воды (как правило, в июне), 2) при зажоре льда в период замерзания реки (большой частью в декабре), 3) при наибольшем в году нагоне воды (обычно в октябре—ноябре). Соответствующие значения максимальных уровней воды различной повторяемости указаны в табл. 9. Важно, что на нижнем, среднем и верхнем участках реки Невы причины происхождения наивысших уровней воды редкой повторяемости различны, но на каждом участке причина всегда одна и та же. Так, на нижнем 20-километровом участке реки, от устья до Володарского моста, самыми высокими для данной повторяемости оказываются нагонные максимальные уровни. На участке Володарский мост — Островки (20—50 км от устья) зажорные максимумы превышают все другие максимумы. Наконец, от Островков до Ладожского озера (50—74 км от устья) наступление самых высоких уровней связано с прохождением очень больших расходов воды.

Необходимо еще считаться с неодинаковой длительностью стояния высоких уровней воды. Так, продолжительность стояния уровней, близких к максимуму, если последний обусловлен расходом воды, исчисляется неделями, если зажором льда — то сутками, если нагоном воды — то часами.

В каждом пункте реки Невы можно различить и минимальные годовые уровни двойного рода (табл. 10): 1) при наступлении минимального летнего расхода воды, 2) при наибольшем в году сгоне воды. Примечательная особенность реки Невы состоит в том, что в многоводные годы велика вероятность того, что все три максимума окажутся очень высокими, т. е. будут обладать редкой повторяемостью. В какой-то мере это верно и для двух видов минимальных уровней в маловодные годы.



НАВОДНЕНИЯ В УСТЬЕ РЕКИ НЕВЫ



Каждый, кто наблюдает за Невой, знает, что вода в реке то поднимается, то спадает. Ветровые нагоны и сгоны воды самой различной величины и продолжительности чередуются непрерывно. Но если небольшие подъемы воды проходят незамеченными, то очень большие подъемы принимают характер стихийного бедствия — наводнения — и надолго остаются в памяти народа.

ПАМЯТНЫЕ НАВОДНЕНИЯ

Прошло лишь три месяца со дня основания Петербурга, как случилось наводнение. В ночь с 30 на 31 августа 1703 г.¹ вода в реке поднялась более чем на 200 см и разнесла часть леса и других

¹ Здесь и в дальнейшем все даты по новому стилю.

строительных материалов, приготовленных для сооружения Петропавловской крепости. Территория лагеря русских войск на границе нынешних Петроградской и Выборгской сторон надолго превратилась в болото. Начальник гарнизона А. И. Репнин доносил Петру I, находившемуся в Лодейном поле на строительстве кораблей: «Зело, государь, у нас жестока погода с моря и набивает в нашем месте, где я стою с полками, воды аж до моего станишки; ночесь в Преображенском полку в полночь у харчевщиков многих сонных людей и рухлядь их помочило...» С тех пор за 270 лет Нева свыше 300 раз совершала набеги на город.

Особенно грозным было наводнение 18 ноября 1824 г., которое А. С. Пушкин отразил в поэме «Медный всадник»:

Погода пуще свирепела,
Нева вздувалась и ревела,
Котлом клопоча и клубясь,
И вдруг, как зверь, остервенясь,
На город кинулась она.....

Рассмотрим, как проходило это наводнение. День 17 ноября, предшествовавший наводнению, был дождливый. С самого утра дул юго-западный ветер, сырой и пронизывающий. К вечеру усилился ветер, и вода в Неве сильно повысилась. В 10 часов вечера на освещенной набережной у Адмиралтейства и Зимнего дворца стояли толпы людей, наблюдая за разбушевавшейся рекой. Ночью разразилась буря, сильные порывы ветра сотрясали крыши домов, в окна стучали крупные капли дождя. Всю ночь раздавались пушечные выстрелы, предупреждавшие население города об угрозе наводнения. Однако жители отвыкли от наводнений и мало обращали на них внимания.

К концу ночи ветер ослабел, но в 7 часов утра снова начал усиливаться. К 8—9 часам утра 18 ноября вода поднялась на 130 см выше ординара. Ветер все усиливался и вскоре опять перешел в бурю. Около 10 часов утра вода вышла из берегов, хлынула через подземные трубы и широко разлилась по улицам. Кареты и дрожки, которые вначале свободно разъезжали по воде, начали всплывать, люди укрывались в домах. В полдень уже было затоплено $\frac{2}{3}$ города.

Вода все продолжала прибывать. Реки и каналы слились с водами, покрывающими улицы. Дворцовая площадь вместе с Невой представляли одно разбушевавшееся озеро.

В середине дня по улицам текли гонимые ветром бурлящие потоки воды, носились баржи, плоты, крыши домов, вырванные с корнем деревья. «Все изломанное в щепки несло, влеклось неудержимым, неотразимым стремлением... Невский проспект превращен был в бурный пролив», — отмечает очевидец наводнения А. С. Грибоедов. Приезжие крестьяне и жители, застигнутые на улицах врасплох, лезли в окна домов, цеплялись за карнизы и балконы, взбирались на деревья. На самой Неве сильный западный ветер гнал против течения в сторону Охты стога с сеном и целые дома.

В самом бедственном положении оказалось население, жившее в Галерной гавани, в районе Калинкина моста и по берегам Екатерингофки. Глубина воды здесь превышала рост человека и достигала крыш одноэтажных домов. Носившиеся по воде неуправляемые тяжелые суда врезались в деревянные дома и мгновенно их разрушали.

Напор воды и сила ветра были громадны. Два тяжелых плашкоута сели на паранет против Летнего сада. В Миллионную улицу (ныне улица Халтурина) через боковой переулок, выходящий на Неву, внесло огромную баржу. Все плавучие мосты на Неве были сорваны. Стены многих капитальных зданий рухнули.

Между 2 и 3 часами дня вода достигла наибольшей высоты — 410 см над ординаром у Горного института (421 см БС), а затем стала быстро спадать, гораздо быстрее, чем поднималась. В 7 часов вечера по тротуарам и дорогам во многих местах уже можно было передвигаться. Наступившая темная ноябрьская ночь скрыла от глаз картину разрушения, не позволяя оценить обстановку. К концу ночи река вошла в берега. Следующий день, 18 ноября, выдался теплый, солнечный. Но вскоре наступили морозы, и это усугубило бедственное положение населения, так как многие остались без крова, а в уцелевших домах развалились печи, в подвалах стояла вода, дрова отсырели. Нева оставалась беспокойной до середины зимы 1824-25 г. За это время она еще несколько раз выходила из берегов.

Наводнение 1824 г. принесло городу большой ущерб. Эконом Смольного монастыря С. И. Аллер так описывал последствия наводнения: «На другой день Галерная гавань представила вид ужаснейших разрушений; там большие суда и гальоты лежали во множестве по улицам и дворам; в некоторых местах, где были ряды домов, сделались площади, поперек улиц стояли и лежали снесенные дома и крыши; разными обломками и домашнею утварью была большая часть улицы так завалена, что почти не было возможности пройти... По всем линиям разбросаны были заборы, палисады, мостки... В иных местах сделалась такая перемена, что трудно было узнать и самую знакомую улицу, даже место жительства своего».

Убытки от наводнения были огромными. Совершенно разрушено 324 дома, повреждено 3257 разных строений (всего в городе насчитывалось тогда 7500 домов), погибло 3600 голов скота, испорчено 900 тысяч пудов муки и т. д. Общие убытки достигли весьма значительной для того времени суммы — 15—20 млн. рублей. Погибло 208 человек (по другим данным, 569 человек). Долгое время в городе свирепствовали простудные заболевания. Местные власти вынуждены были оказать помощь пострадавшему населению. Тысячам людей были выданы денежные пособия, на улицах раздавались хлеб и теплая одежда.

Наводнение 1824 г. долгое время именовалось в городе «потопом». До сих пор на некоторых зданиях города сохранились метки этого наводнения.

Вторым по высоте подъема (369 см над ординаром, или 380 см БС) было наводнение 23 сентября 1924 г.

Пахло в воздухе морем и солью,
Ветер, злясь, обнимал острова,
Как тигрица, в гранитной неволе
В берегах бушевала Нева.
Наливались водою каналы,
Волны с плеском ползли на гранит... —

писал в стихотворении «23 сентября» поэт-рабочий Груздев.

Утром 23 сентября 1924 г. дул свежий юго-восточный ветер. Вода в Неве спала и была несколько ниже ординара. К 9 часам утра

ветер сменил направление на юго-западное и начал усиливаться, в 10 часов утра скорость его достигла 23 м/сек. Одновременно с этим начала подниматься вода, вначале медленно, а затем очень быстро.



Рис. 17. Территория Ленинграда, затопленная в наводнение 23 сентября 1924 г. (подъем воды 369 см над ординаром).

В 13 часов 20 минут с верхов Петропавловской крепости раздались первые тревожные выстрелы. В готовность были приведены войска гарнизона и военные корабли, на предприятиях спешно создавались чрезвычайные тройки. К 13 часам 40 минутам вода

в Неве поднялась только на 160 см выше ординара и не выходила еще из берегов, но ветер в это время продолжал усиливаться и перешел в жестокий шторм со скоростью до 30—32 м/сек. В продолжение двух последующих часов ветер несколько стих, а уровень воды почти не менялся. В 15 часов 30 минут при ослабленном ветре подъем возобновился, и через полчаса вода вышла из берегов. Немедленно были приняты практические меры по борьбе с наводнением. К 16 часам 30 минутам ветер снова усилился и перешел в ураган со скоростью 34—36 м/сек., а при порывах — до 40—42 м/сек.; уровень воды при этом достиг 240 см над ординаром и продолжал повышаться. Стало очевидным, что наводнение обещает быть весьма грозным. Загудели тревожные гудки на заводах и фабриках, часто гремели пушки с верков Петропавловской крепости и стоявших на рейде военных кораблей — так население города широко оповещалось об угрозе наводнения.

Громадной силы ветер с корнем вырывал вековые деревья, валил телеграфные столбы, выбрасывал на берег баржи и срывал крыши домов. В нескольких местах наблюдались смерчи — явление весьма редкое для северных широт. Один из них пронесся над рекой Мойкой. Столб воды эллиптической формы, сделав три-четыре оборота, с шумом разбился о Синий мост и набережную.

Стихия — вода и ветер — разыгралась так, что повсюду стоял треск и шум. Вскоре погас электрический свет, прервалась телефонная связь, из-за короткого замыкания кое-где возникли пожары.

После 16 часов 30 минут ветер начал ослабевать, но подъем воды продолжался до 19 часов 15 минут. Скорость ветра к этому времени уменьшилась до 30 м/сек. Ветер такой силы уже не мог сдержать поднявшуюся воду, и она стала стремительно спадать. Между 21 и 22 часами вода уже вошла в берега, и к полуночи уровни понизились до 90—100 см над ординаром. Утро следующего дня выдалось чудесное: светило солнце, дул теплый, ласковый ветерок, и трудно было себе представить, что накануне так неистово бушевали ветер и вода.

Во время этого наводнения 65—70 км² площади города оказалось под водой. Частично или полностью были также затоплены населенные пункты на побережье Невской губы — Лахта, Лисий Нос, Се-

строрецк, Стрельна, Ломоносов, а также Кронштадт. Самые высокие места находились под водой менее получаса, самые низкие 6—7 часов. Глубина затопления местами достигала 2,0—2,5 м. Убытки от наводнения были значительные: разрушено 2 млн. м² мостовых, под канализацией образовалось 3000 провалов, снесено 19 мостов, повреждено свыше 5000 домов, выброшено на берег более 100 судов и барж. Пятнадцать тысяч семейств было вынуждено временно покинуть свои квартиры. Человеческие жертвы были минимальны.

Несмотря на сходство обстоятельств, относительный урон, который наводнение 1924 г. причинило хозяйству города, был намного меньше, чем от наводнения 1824 г. В этом сказались также и различие социальных условий. Паника, беспомощность властей в 1824 г. — и дисциплинированность, организованность, твердый порядок в 1924 г. Если в 1824 г. жизнь города вошла в нормальную колею лишь спустя многие месяцы и даже годы после наводнения, то в 1924 г. на следующий же день население вышло на уборку улиц, начали ремонтироваться здания. Ленинграду немедленно была оказана помощь — пришли продовольствие, денежные средства, насосы и двигатели для откачки воды и т. д. Через неделю уже полностью работали 78 из 105 крупных предприятий, пострадавших от наводнения.

Третьим по размерам было наводнение 21 сентября 1777 г. (подъем 310 см над ординаром, или 321 см БС).

Накануне наводнения день был облачный, накрапывал дождь, дул юго-западный ветер. К полуночи ветер усилился и подул с моря, с запада. Однако вода в Неве не повышалась. Ночью разразилась буря. Вода в реке стала быстро подниматься и между 4 и 5 часами утра вышла из берегов. Дальнейший подъем воды происходил еще скорее, и в короткое время город оказался залитым. К 6 часам утра вода достигла наибольшей высоты — 310 см над ординаром. Затем ветер отошел к северо-западу, и вода начала быстро спадать. В 9—10 часов утра затопленные места уже освободились от воды, а к середине дня уровень в Неве был близок к ординару.

Наводнение застигло город врасплох темной осенней ночью. Жестокая буря и быстрый подъем воды усугубили положение. Вследствие этого, а также из-за неорганизованности населения наводне-

ние 1777 г., несмотря на кратковременность, принесло городу огромный ущерб.

Как и при других катастрофических наводнениях, немало бед натворил ветер. Екатерина II в своих заметках так описывала бурю в ночь с 20 на 21 сентября: «...с той минуты понеслось в воздухе все, что угодно: черепицы, железные листы, стекла, вода, град, снег». Множество заборов и оград было опрокинуто, покосились небольшие деревянные дома. Большой урон понес военно-морской флот в Кронштадте. Владелец одной из дач на Петергофской дороге вскоре сообщил через газету о продаже двух тысяч мачтовых деревьев, поваленных бурей. Ветер и вода разрушили фонтаны в Летнем саду, которые затем уже не были восстановлены. Вода смыла острог, находившийся на взморье, вместе с 300 заключенными.

Четвертое по величине наводнение случилось вечером 15 октября 1955 г. Подъем воды составил 282 см над ординаром (293 см БС).

Утром 15 октября была тихая облачная погода, ничего, казалось бы, не предвещало угрозы наводнения. В 10 часов утра подул легкий юго-восточный ветерок, к 15 часам ветер стал сильнее. Вода в Неве спадала по мере того, как свежел ветер. Ветер все крепчал и стал отходить на юг и далее на юго-запад. Спад воды в Неве прекратился, и начался подъем. Через 3,5 часа после начала подъема, к 19 часам, уровень воды в реке уже повысился до 180 см над ординаром; местами вода начала выходить из берегов. Тем временем ветер усиливался и в момент максимума (21 час) стал крепким и очень крепким (14—18 м/сек., а при порывах — до 23—24 м/сек.). После 21 часа начался быстрый спад воды; одновременно слабел ветер. Между 22 и 23 часами вода уже повсюду вошла в берега. К исходу дня уровень понизился до 120 см над ординаром. Всю ночь и утро следующего дня стояла высокая вода.

По чистой случайности 15 октября английские моряки с гостившего в Ленинграде авианосца «Трайамф» днем смотрели балет «Медный всадник», где на сцене изображается картина наводнения, а вечером увидели сами все воочию.

Во время наводнения 1955 г. было затоплено 34 км² территории города, преимущественно садов, парков и малонаселенных районов.

В отличие от других очень больших наводнений это не сопровождалось штормовым ветром. Наводнение было заблаговременно предсказано Бюро погоды. Оперативно действовала чрезвычайная комиссия по борьбе с наводнениями. Благодаря всему этому ущерб, нанесенный хозяйству города, был сравнительно небольшим.

Все другие наводнения за время существования Петербурга-Ленинграда носили менее катастрофический характер, но также приносили городу немалый урон. После одного из таких наводнений (23 октября 1729 г., подъем воды над ординаром 226 см) серьезно встал вопрос о переводе столицы в Москву. Требования о переводе столицы выдвигались неоднократно и в дальнейшем после крупных наводнений.

ПОВТОРЯЕМОСТЬ НАВОДНЕНИЙ

Выясним вначале, каким должен быть подъем воды в Неве, чтобы он вызвал наводнение. В первые годы существования Петербурга подъем воды в 130—150 см над ординаром уже представлял опасность. В конце XVIII — начале XIX вв. угроза возникала лишь при подъеме 150—170 см. Сейчас такие подъемы проходят для города почти незамеченными.

Случавшиеся в прошлом частые наводнения служили поводом для самых мрачных предсказаний будущего города. «Петербургху быть пусту», «И будет великий потоп» — подобные зловещие слухи не раз ползли по городу. Они охотно поддерживались в высших сферах противниками петровских реформ, особенно же темной городской беднотой. В 1720 г. в городе объявился «пророк», вещавший всем и всюду, что 23 сентября нахлынет большая вода с моря выше метки, сделанной кем-то на большом одиночном дереве у Троицкой пристани. Чтобы пресечь возникшую панику, Петр I вывел на шумную многолюдную Троицкую площадь роту солдат Преображенского полка. Дерево срубили, а виновника слухов избили плетью и привязали к пню. Наводнения в том году не случилось, и «пророк» не зря был наказан.

Следует различать подтопление и затопление. При подтоплении вода проникает в подвалы зданий и различные понижения через канализацию; улицы и дворы при этом не заливаются. При затоплении же местность покрывается слоем воды той или иной высоты.

В настоящее время подтопление происходит при подъеме воды в 170—180 см над ординаром у Горного института. Затопление парков, садов и других малонаселенных районов начинается при подъеме в 180—200 см, а отдельных жилых кварталов — в 200—210 см. Условно можно выделить такие градации наводнений: небольшое — подъем воды 170—200 см над ординаром, среднее — 200—250, большое — 250—300, катастрофическое — более 300 см.

Таким образом, сейчас наводнением считается более высокий подъем воды, чем прежде. Объясняется это заметным повышением местности города вследствие подсыпки территории землей, вынутой при рытье каналов и углублении рек, выгрузки балласта с кораблей, прибывавших в Петербург, мощения улиц и площадей, а затем их асфальтирования и пр.

Подсыпка территории является весьма эффективным средством защиты от наводнений. Это учитывалось с самого начала создания города. Еще при Петре I в 1714 г. был издан указ, согласно которому каждая подвода, въезжающая в город, была обязана сдать на заставе 3 камня весом 5 фунтов и более. Каждому приходящему в город судну вменялось в обязанность привозить в зависимости от грузоподъемности судна от 10 до 30 камней весом не менее 10 фунтов каждый. В случае невыполнения указа взимался штраф по 1 гривне за каждый недовезенный камень. Груды камней высились у застав и на пристанях. Указ действовал свыше 60 лет.

Другой важной мерой защиты города от наводнений было возведение зданий на достаточно высоких отметках. Впервые эта мера была официально рекомендована еще в петровское время. После наводнения 16 ноября 1721 г. (подъем 254 см над ординаром) вышел указ: заметить высокий уровень во всех частях города и полы в новостроящихся зданиях делать на один фут (30 см) выше этого уровня. Указ выполнялся плохо и в последующем издавался еще несколько раз.

В настоящее время все сооружения возводятся с учетом наблюдавшихся высоких уровней воды. В частности, жилые кварталы в районах новостроек на северном и южном берегах Невской губы закладываются на отметках 3,0—3,2 м БС, что гарантирует их от затопления при средних и больших наводнениях.

Зависимость между уровнем воды в устье реки Невы и площадью затопления Ленинграда (в границах 1980—1985 гг.) представлена на рис. 18. С повышением

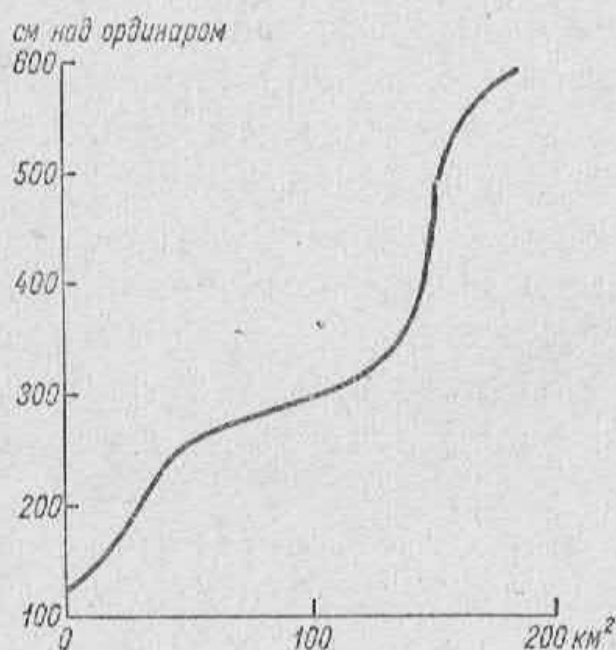


Рис. 18. Зависимость размеров площади затопления Ленинграда (в будущих границах 1980—1985 гг.) от высоты подъема над ординаром у Горного ин-та.

уровня воды в реке площадь затопления города возрастает вначале медленно, а с выходом воды на дно Приневской низменности — довольно быстро. Далее с подходом воды к береговой террасе Древне-Балтийского моря — высота ее 4—6 м над уровнем моря — площадь затопления почти не увеличивается, даже если бы уровень воды продолжал подниматься.

Границей затопления при сильных наводнениях служит берег Древне-Балтийского моря, но граница эта не полностью совпадает с ним, так как за 270 лет человек немало потру-

дился над изменением рельефа местности. Эта граница проходит вдоль южного берега Невской губы через Петродворец, Стрельну и Лигово, далее по Таллинскому шоссе к Дачному и Автово, затем параллельно железной дороге к Балтийскому вокзалу, потом вдоль Обводного канала до пересечения с Витебской линией железной дороги, отсюда к реке Фонтанке у Чернышова переулка, далее вдоль левого берега реки Фонтанки до улицы Белинского и затем к Литейному мосту. На правом берегу реки Невы граница проходит от Литейного моста по проспекту Карла Маркса до Флюгова переулка, затем к станции Ланской, Удельному парку,

к Коломягам. Поворачивая на запад, граница затопления тянется вдоль северного берега Невской губы, то прижимаясь к самому берегу, то удаляясь от него, через Ольгино, Лисий Нос и Сестрорецк. Таким образом, при очень больших наводнениях Балтийское море возвращается в свои прежние берега, которые оно покинуло около 2500 лет назад.

Последовательность затопления отдельных частей города определяется их высотным положением. В первую очередь затапливаются районы вблизи Невской губы. Фронт затопления продвигается с запада на восток, а также в обе стороны от реки или канала; его очертание в плане сложное. Прежде всего через канализационные выходы заливаются подвальные помещения. Потом затапливаются дворы, которые во многих местах ниже, чем улицы и площади. Далее заливаются первые этажи зданий, затем мостовые и, наконец, тротуары. При катастрофических наводнениях полностью или почти полностью (от 70 до 100%) затапливаются 6 из 14 районов города, отдельными частями — 7 районов, вовсе не затапливается 1 район — Московский.

Обратимся к статистическим данным о наводнениях.

Благодаря кропотливому труду ряда исследователей (Крафта, Каратыгина, Мордухай-Болтовского) мы теперь располагаем сведениями о всех наводнениях за время существования Петербурга-Ленинграда. За прошедшие 269 лет (1703—1971 гг.) всего наблюдалось 225 подъемов воды более 150 см над ординаром у Горного института (см. приложение). Распределение их по величине и месяцам года приведено в табл. 11.

Значительные подъемы воды чаще всего происходят осенью. На период с сентября по декабрь приходится 81% всех случаев. Весной и летом больших подъемов (более 250 см) не бывает. Зимой, хотя и изредка, но все же случаются большие подъемы. Приведем некоторые примеры. В середине зимы 1821-22 г. при подъеме 243 см над ординаром лед на Неве взломало и разнесло по затопленной части города. Во время другого зимнего подъема в 214 см, случившегося 3 января 1925 г., на западной оконечности некоторых островов невиской дельты (Васильевского, Крестовского, Елагина и др.) были вы-

Количество подъемов воды в устье реки Невы у Горного института
за 1703—1971 гг.

Подъем над ординаром, см	I	II	III	IV	V	VI
150—200	6	3	4	1	4	5
201—250	4	1			1	
251—300						
301—350						
351—400						
401—410						
Итого	10	4	4	1	5	5

Продолжение

Подъем над ординаром, см	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Всего
150—200	1	10	21	48	42	26	171
201—250		4	5	11	12	5	43
251—300			2	2	4		8
301—350			1				1
351—400			1				1
401—410					1		1
Итого	1	14	30	61	59	31	225

брошены на берег огромные массы льда; высота навалов достигала местами 3—4 м; лед здесь таял до начала июня.

Все подъемы воды более 250 см над ординаром, сопровождающиеся большими (250—300 см) и катастрофическими (более 300 см) наводнениями, перечислены в табл. 12; здесь же приведен и случай наводнения 1691 г.

Как уже знает читатель, самый большой подъем воды наблюдался в 1824 г. (410 см над ординаром). А может ли быть еще больший подъем? Наука дает на этот вопрос положительный ответ. До

Наводнения в устье реки Невы с подъемом воды более 250 см над ординаром у Горного института за 281 год (с 1691 по 1971 г.)

Дата		Подъем, см	Дата		Подъем, см
год	число		год	число	
1824	18 XI	410	1723	13 X	261
1924	23 IX	369	1726	12 XI	259
1691	—	329	1736	21 IX	>250
1777	21 IX	310	1903	25 XI	258
1955	15 X	282	1721	16 XI	254
1752	2 XI	269	1706	20 IX	251

сих пор при всех известных наводнениях не было сочетания всех неблагоприятных условий одновременно. Расчеты показывают, что с повторяемостью примерно 1 раз в 10 000 лет можно ожидать следующие величины подъемов воды: у Горного института — 535 см, у Невской устьевой станции — 515 см, у Кронштадта — 455 см. На возможность чрезвычайно больших подъемов указывают также записи, которые встречаются в старинных летописях и других исторических документах. В них имеются упоминания о катастрофических наводнениях, которые были в Невской дельте в 1300 и 1541 гг. В частности, о наводнении 1541 г. говорится: «А у Васька с братией на устье Невы у моря обжи пусты, не паханы, не кошены, дворы и землю море взяло и песком засыпало». Неслучайно, наверное, и то, что Великий Новгород, владевший неврскими берегами в продолжение шести столетий, никогда не предпринимал попытки основать в устье Невы город или крепость.

Второе по величине наводнение случилось в 1924 г. — ровно через 100 лет после первого. Из этого единственного факта иногда делают неверный вывод, будто катастрофические наводнения в Ленинграде повторяются через каждые 100 лет. В действительности же никакой периодичности наводнений не замечается. Так, известны периоды в 8—12 и даже 19 лет (1803—1821 гг.), когда не было

зарегистрировано ни одного наводнения, и в то же время были 5—8-летние периоды с весьма частыми наводнениями (например, 1723—1729, 1927—1935 гг.). Более того, в отдельные годы отмечалось по нескольку наводнений. Если — в соответствии с современными условиями — принять за наводнение подъем воды в устье Невы у Горного института более 180 см над ординаром (повторяемость такого подъема — 1 раз в 3 года), то за период с 1703 по 1971 г. (всего 269 лет) будем иметь следующую картину: не было наводнений в 203-х годах, 1 или 2 наводнения — в 62-х годах, от 3 до 5 наводнений — в 4-х годах (1752, 1863, 1874 и 1948). Рекордным был 1752 г., в который произошло 5 наводнений. Не было случая, чтобы в течение одного календарного года наблюдалось 2 или более наводнений с подъемом воды свыше 230 см над ординаром.

Наглядно представить себе подъем воды при катастрофических наводнениях можно по специальному столбу-обелиску из гранитных блоков розового цвета, установленному в 1971 г. на реке Мойке у Синего моста.

ХОД УРОВНЯ ВОДЫ ПРИ НАВОДНЕНИЯХ

Ход уровня воды при наводнениях имеет подчас не меньшее значение, чем величина максимального уровня. В первую очередь это относится к тем объектам (подвальным помещениям, шахтам, колодцам), которые подтапливаются. При одинаковом подъеме воды в случае непродолжительного стояния высокого уровня данный объект не будет затоплен, а в случае продолжительного стояния — окажется затопленным.

Анализ непрерывных записей хода уровней показывает, что одинаковых наводнений не бывает. Одно наводнение — растянутое по времени и низкое, другое — короткое и высокое. В одних случаях после подъема следует спад и переход к уровню, близкому к ординару, в других отмечается неоднократное чередование подъема и спада уровня. И все же можно подметить некоторые общие черты, присущие большим наводнениям.

В среднем время спада уровня в 1,1—1,3 раза превышает время подъема. Чем больше нагон воды, тем дольше стоят высокие уровни. Общая длительность периода от начала подъема до конца спада чаще всего составляет 25—35 часов, наибольшая — 70—80 часов.

Таблица 13

Длительность непрерывного стояния высокого уровня (в часах) при различных подъемах воды (1903—1971 гг.)

Максимальный уровень при подъеме (см над ординаром)	Река Нева — Горный институт			Невская губа — город Кронштадт		
	наименьшая	средняя	наибольшая	наибольшая	средняя	наименьшая
Выше 100 см над ординаром						
150	1,0	6,0	23,0	1,5	7,5	25,5
180	2,0	8,0	25,0	2,5	10,0	28,0
200	3,0	9,0	27,0	3,5	11,5	29,5
250	5,0	12,0	30,0	5,5	15,0	33,0
Выше 150 см над ординаром						
180	1,0	3,0	10,0	1,5	5,0	12,5
200	2,0	4,0	12,0	2,5	6,0	14,0
250	4,0	6,0	13,0	4,5	9,0	17,5

Началу подъема воды при наводнениях почти всегда предшествует спад на 10—20 см от ординара. Бывают, однако, случаи более значительного спада. Так, наводнению 14 ноября 1895 г. (подъем 226 см над ординаром) предшествовал спад в 78 см от ординара, наводнению 29 августа 1890 г. (подъем 244 см) — спад в 57 см.

При больших нагонах воды в устье реки Невы (более 200 см над ординаром) максимальная интенсивность подъема обычно составляет 35—50 см/час., но бывает, что уровень повышается со скоростью 80—100 см/час. Для Невской губы соответствующие цифры таковы: 30—40 и 70—90 см/час. После достижения пика уровня вода спадает с несколько меньшей интенсивностью, чем поднималась,

Максимальный уровень воды при наводнениях наступает в разных частях города неодновременно. Так, при наводнении 15 октября 1955 г. наивысший уровень у Горного института (2,8 км от устья) наблюдался в 19 часов, а у завода «Большевик» — в 19 часов 35 минут. В течение почти получаса (от 19 часов до 19 часов 35 минут) уровень воды у Горного института понижался, а у завода «Большевик» еще продолжал повышаться. Однако, если рассматривать только затопляемую зону вниз от Литейного моста, то разница во времени наступления максимального уровня не превышает 10 минут.

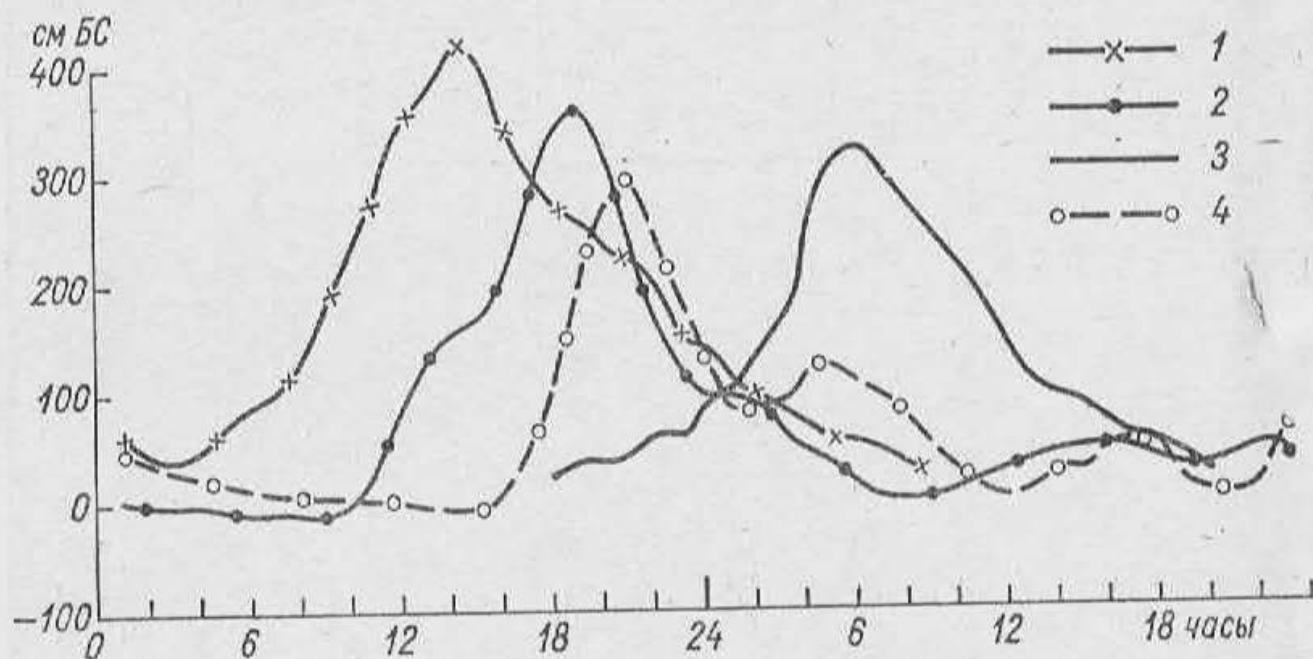
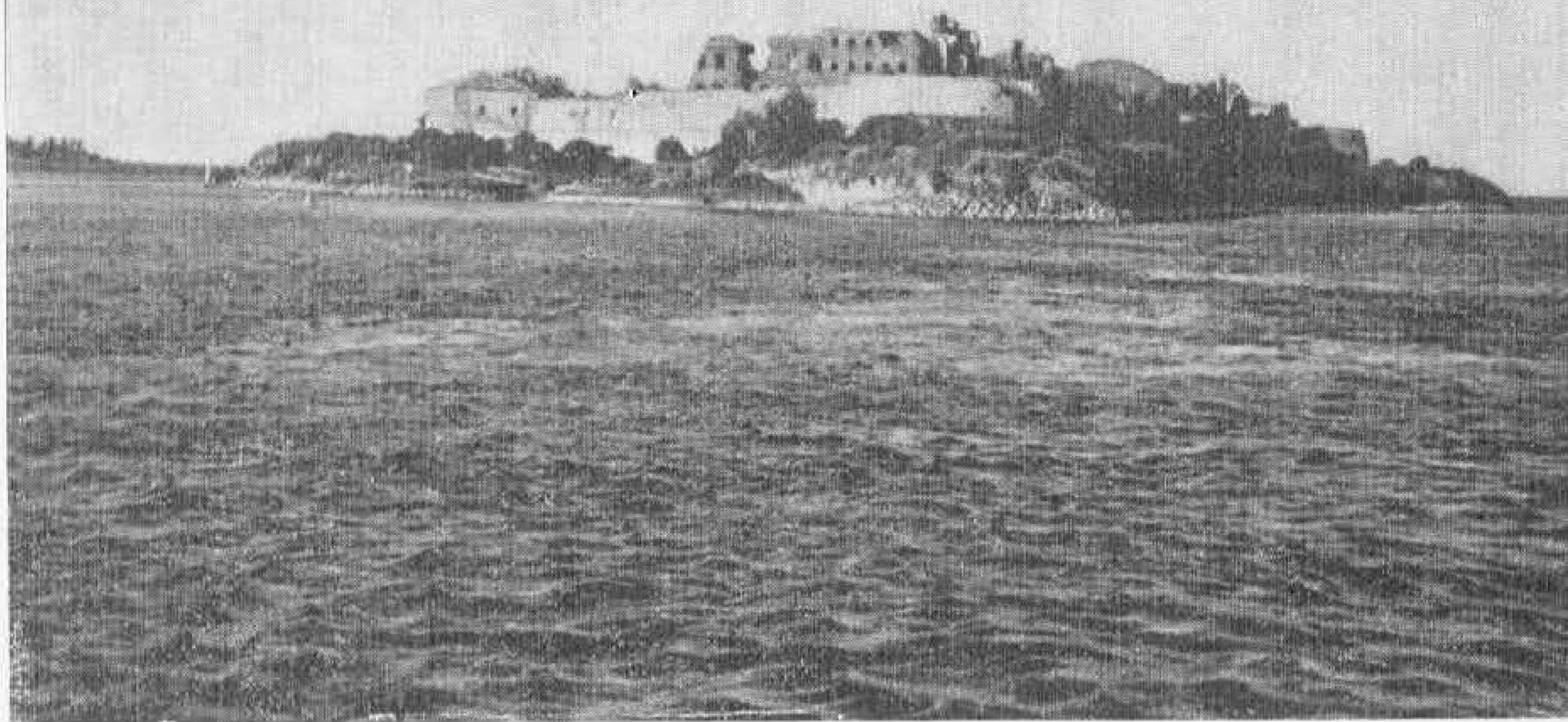


Рис. 19. Ход уровня воды реки Невы у Горного ин-та в период самых больших наводнений в Петербурге-Ленинграде.
 1 — 18—19 XI 1824 г.; 2 — 23—24 IX 1924 г.; 3 — 20—21 IX 1777 г.;
 4 — 15—16 X 1955 г.

Водная поверхность в затопленной зоне не представляет собой горизонтальной плоскости. В один и тот же момент в разных частях этой зоны уровень воды неодинаковый. В центре зоны на самой реке при подъеме уровень выше, чем на периферии, а при спаде, наоборот, ниже. Разность обычно составляет 4—6 см, а при очень интенсивном подъеме 8—12 см. Объясняется это тем, что продви-



**Вид на исток реки Невы
и Шлиссельбургскую крепость.**



Река Большая Нева.



Стрелка Васильевского острова.



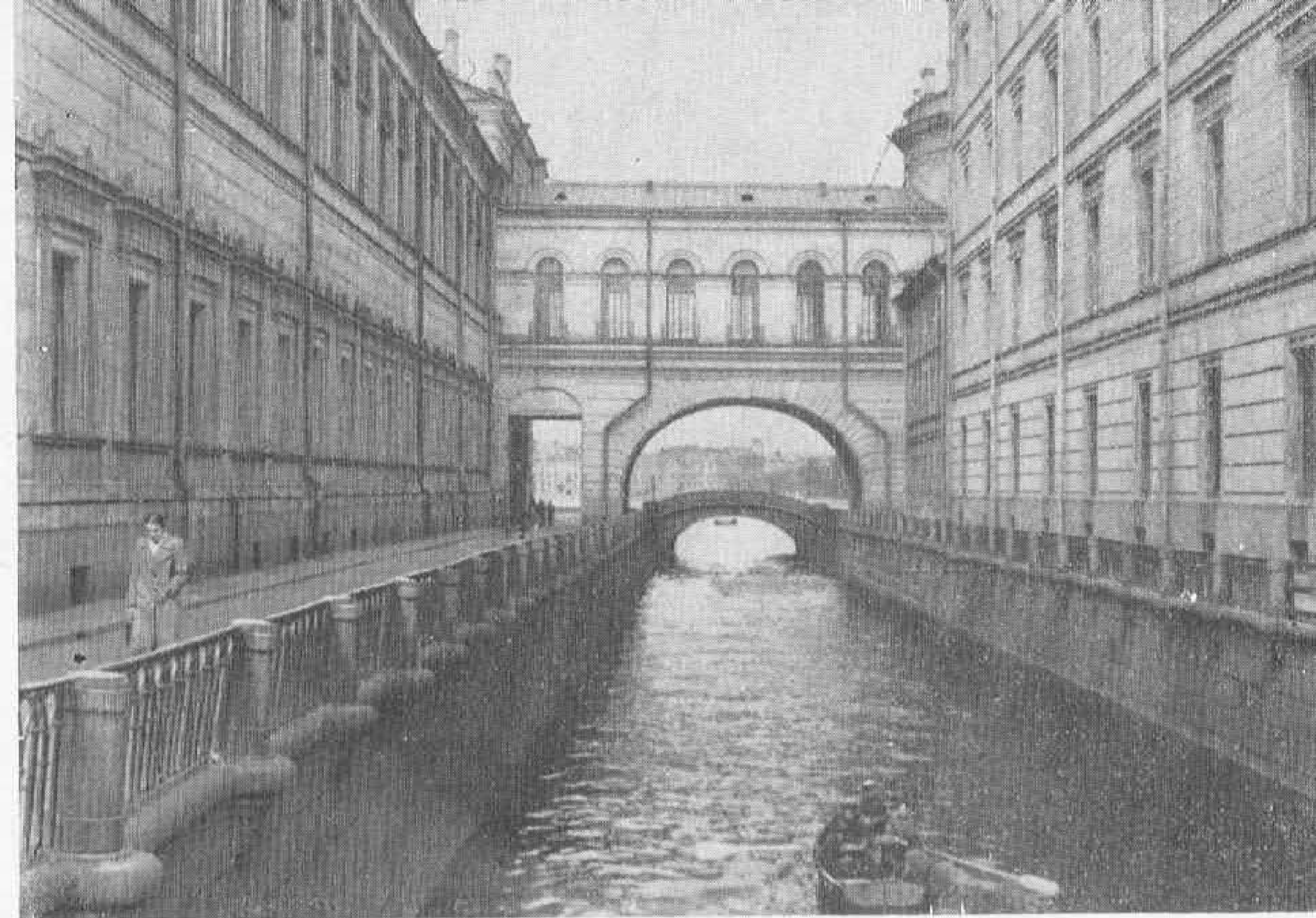
Река Фонтанка.

Капал Грибоедова.





Река Мойка.



Зимняя канавка.



Лебжкий канал.



**Наводнение в Петербурге
18 ноября 1824 г.
(подъем воды 410 см над ордина-
ром). Вид на Карусельную
(ныне Театральная) площадь.**



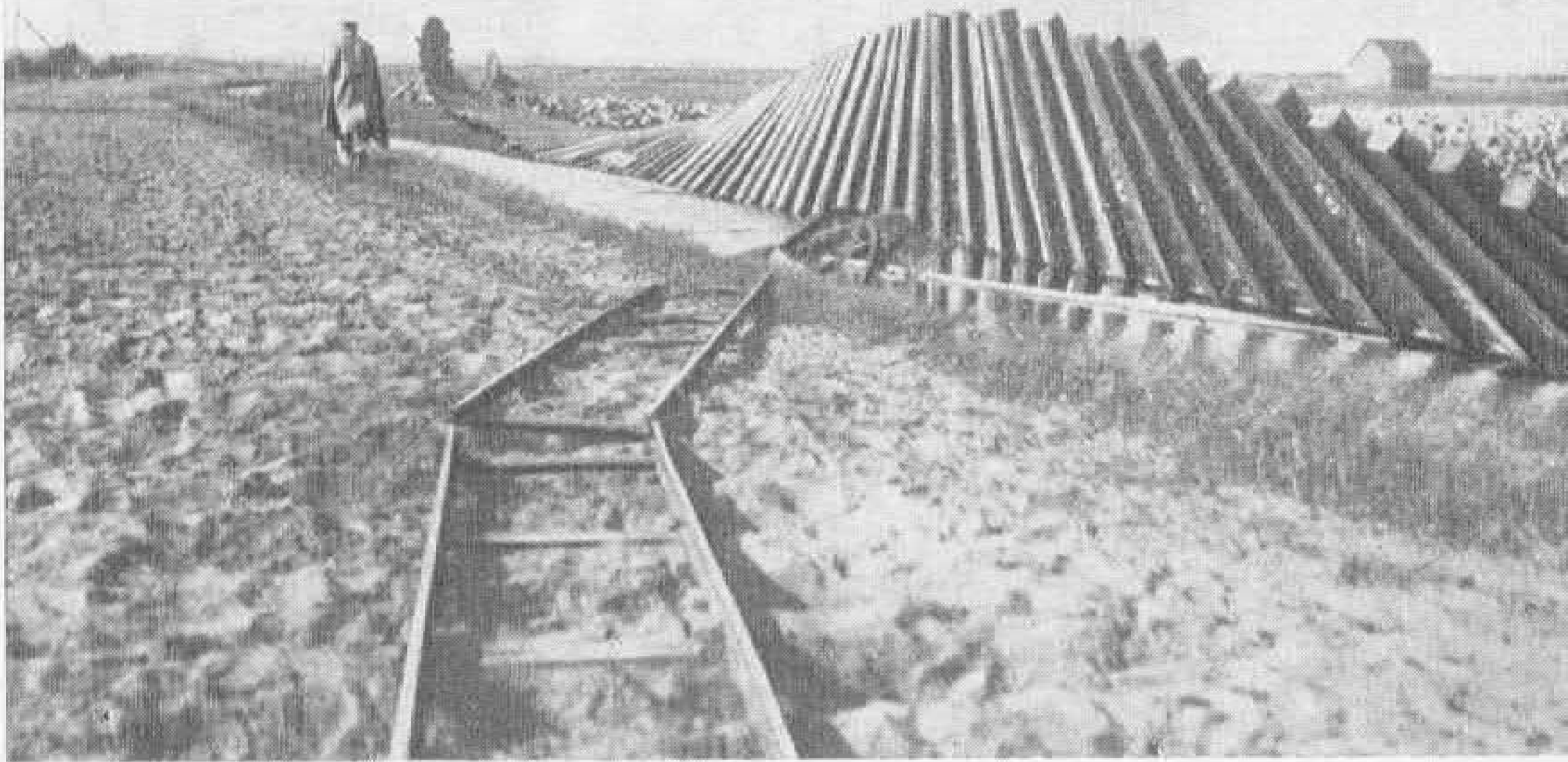
Передвижение на лодках
по улицам Васильевского острова
во время наводнения 23 сентября
1924 г. (подъем воды 369 см
над ординаром).



Невский проспект у Гостиного двора
после наводнения 1924 г.



Владимирская улица
после наводнения 1924 г.



Участок железной дороги вблизи
Лахты после наводнения 1924 г.



Улица Большая Подъяческая
во время наводнения 25 ноября
1903 г. (подъем воды 258 см
над ординаром).



Улица Садовая у бывшего
Никольского рынка во время
наводнения 25 ноября 1903 г.





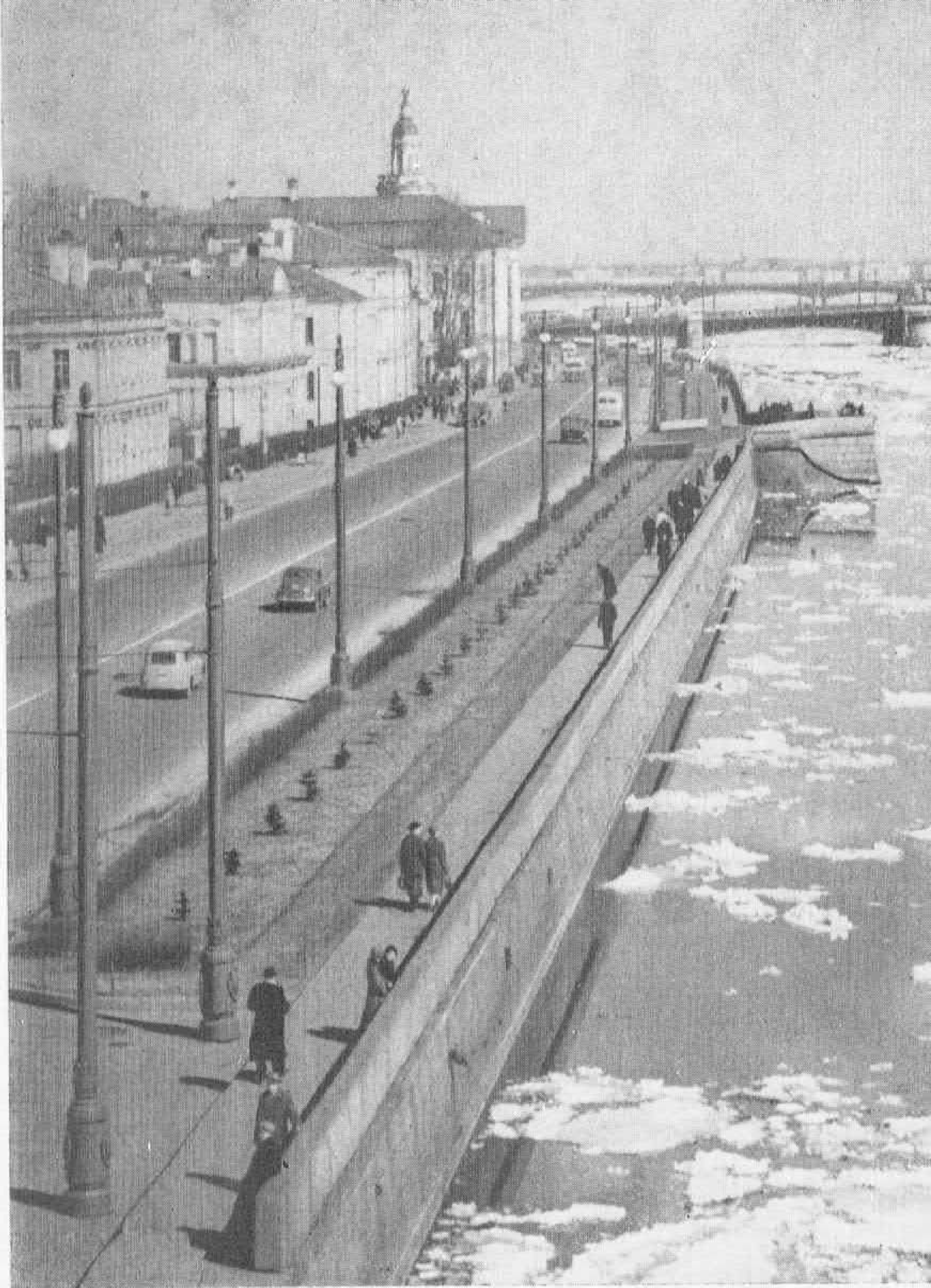
**У причалов Морского пассажирского
вокзала во время наводнения
18 октября 1967 г. (подъем воды
233 см над ординаром).**

**На певкой набережной во время
высокой воды.**



**Река Нева у Горного института
во время наводнения 18 октября
1967 г. незадолго до максимума.**

Весенний ледоход на реке Нева.





Поверхность реки Невы в месте
зажора льда (вблизи Финляндского
моста) зимой 1928-29 г.



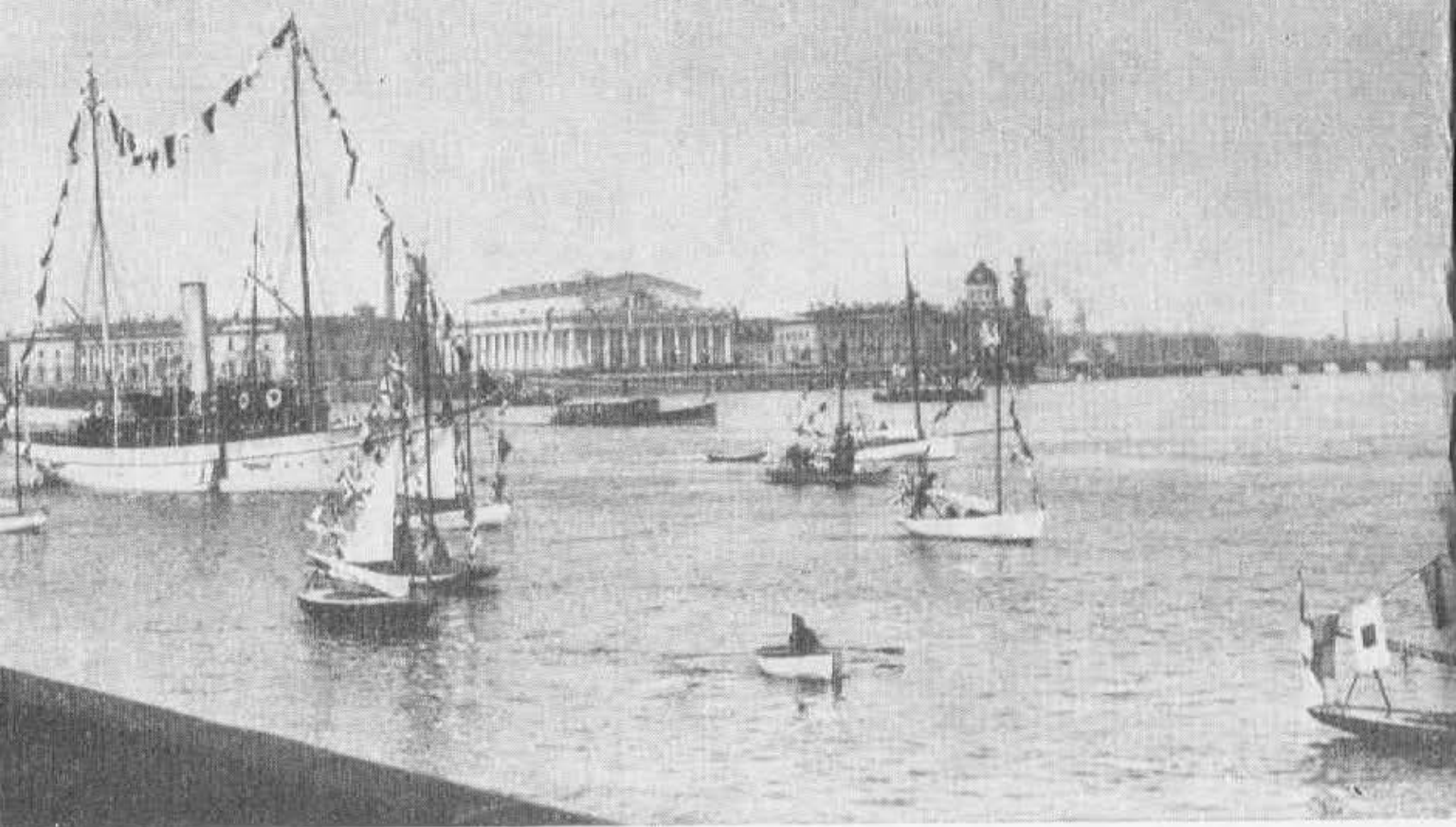
Навалы льда на берегу реки Невы
у мыловаренного завода во время
подвижки льда 26 декабря 1935 г.



Разводка мостов ночью.



**Трамвайный путь, проложенный
по льду реки Невы.**



**Река Нева у стрелки Васильевского
острова в дни праздников
(снимок сделан в 1908 г.)**

гающаяся длинная волна встречает на реке меньшее сопротивление, чем в застроенных прибрежных районах. Наличие перепада между центральной и краевой частями зоны должно приводить к току воды в направлении перепада. И действительно, при наводнении 1955 г. можно было видеть, как вода из Большой и Малой Невы в определенный момент с довольно значительной скоростью текла по линиям Васильевского острова в сторону Большого и Среднего проспектов. очевидцы рассказывают, что и при наводнении 1924 г. было отчетливо видно, как два вала воды, катившиеся со стороны Большой и Малой Невы, встретились около Среднего проспекта.

ПРИЧИНЫ НАВОДНЕНИЙ

Частые наводнения в строящейся столице, естественно, заставили ее жителей задуматься о причинах столь опасного явления. Житейский опыт и повседневные наблюдения подсказывали: причина наводнений — ветер, дующий с моря. Такой ветер нагоняет морскую воду в устье Невы. Однако дальнейшее сопоставление фактов поколебало это, в общем-то верное, представление.

В самом деле, спрашивали одни, почему зимой, когда Финский залив покрыт льдом и ветер не может воздействовать на водную поверхность, все же бывают наводнения?

Почему, задавали вопрос другие, иногда бывают значительные подъемы воды при ветрах восточных румбов? Ведь при этих ветрах вода должна спадать, а не подниматься!

Почему, интересовались третьи, не все штормовые ветры западного направления вызывают подъем воды?

В поисках объяснения некоторые ученые выдвинули предположение, что наводнение бывает в тех случаях, когда нагон воды с моря совпадает с приливом в новолуние или полнолуние. Последующие исследования, однако, не подтвердили этого. Высказывались также догадки, что катастрофические наводнения случаются в годы противостояния Марса, но и от них пришлось отказаться.

В середине XVIII в. наряду с ветровой теорией появилось мнение, что наводнение создается самой Невой. Ветер, дующий с моря, говорили некоторые исследователи, подпирает Неву и создает затруднения для стока ее вод. Не находя выхода, невольская вода затопляет окружающую местность.

Из этой теории вытекал практический вывод: надо облегчать сток невольским водам, т. е. рыть каналы, углублять и расчищать реки. Такой вывод совпадал с интересами строительства города, и описанная стоковая теория надолго стала господствующей. Дело доходило до курьезов. После катастрофического наводнения 1777 г. (подъем 310 см над ординаром) Екатерина II пригласила к себе ряд видных специалистов и попросила их высказать свое мнение о причинах наводнения. Нашлись «знатоки», которые уверяли, что если бы Екатерининский канал (ныне канал Грибоедова) не был так заставлен судами, то наводнение было бы намного меньше. Начальник петербургской полиции получил выговор за то, что «суда стояли столь неправильно, что они помешали невольской воде выйти в море».

В первой половине XIX в. появились некоторые данные о расходе воды реки Невы. Это позволило выполнить простейшие расчеты и убедиться, что роль задержания невольских вод ветром переоценена. В самом деле, примем расход воды близким к среднему, т. е. 2500 м³/сек. За один час река проносит $2500 \times 3600 = 9\,000\,000$ м³ воды. При уровне воды у Горного института 300 см над ординаром площадь затопления в пределах дельты составляет 50 км², или 50 000 000 м². При полном прекращении стока уровень воды на затопленной территории может повыситься на величину $9\,000\,000 : 50\,000\,000 = 0,18$ м. В действительности же при больших наводнениях, когда отмечалось обратное течение и могло иметь место полное прекращение стока, за 1 час уровень воды повышается на 0,6—0,8 м и более. Следует, впрочем, заметить, что на поверхности реки обратное течение устанавливается в редких случаях — при западном ветре, достигающем силы жестокого шторма. В глубине же потока на главных рукавах дельты обратного течения, по-видимому, никогда не бывает, а если и бывает, то непродолжительное время.

Природа окружила тайной механизм невольских наводнений, и долгое время все усилия ученых понять его оставались тщетными. Пер-

вый обнадеживающий сдвиг появился в конце прошлого столетия, когда начали составляться синоптические карты, отражающие состояние погоды на обширных пространствах, и были организованы более частые наблюдения за уровнем воды в ряде пунктов Балтийского моря. Постепенно, шаг за шагом благодаря усилиям многих ученых (М. А. Рыкачева, С. Д. Грибоедова, К. П. Турыгина, Н. И. Бельского, Ю. Д. Михайлова, Н. А. Лабзовского, А. И. Фрейдзона и др.) картина более или менее прояснилась.

По современным воззрениям, природа невских наводнений вкратце такова. Подчиняясь общим законам циркуляции атмосферы на земном шаре, области с низким давлением воздуха — так называемые циклоны — перемещаются обычно с запада на восток. Циклон — этот мощный атмосферный вихрь — несет с собой неустойчивую, ветреную погоду. Ветровые потоки в циклоне направлены против часовой стрелки и к его центру. Чаще всего в южной половине циклона находится сектор с относительно теплым воздухом. Линия раздела между теплым и холодным воздухом в циклоне называется атмосферным фронтом, или просто фронтом. Ветер в циклоне достигает наибольшей силы в полосе фронта.

Циклоны, пересекающие Балтийское море, выводят из равновесия его водные массы и чаще всего формируют особого рода длинную волну. Высота такой волны в центральных районах моря обычно не превышает нескольких десятков сантиметров, а ее длина сравнима с длиной самого моря.

Циклоны перемещаются над Балтийским морем по разным траекториям. Особое значение в формировании наводнения имеют те из них, которые пересекают море с юго-запада на северо-восток, т. е. в том направлении, в котором вытянуто само море. В этом случае циклоны увлекают длинную волну в Финский залив. Профиль волны здесь, у горла залива, становится довольно четко выраженным, чему в немалой мере благоприятствуют и господствующие в это самое время в периферии циклона над Финским заливом восточные ветры. У горла залива как бы возникает вспученность за счет воды, согнанной сюда из открытых районов Балтики и отчасти из центральных районов Финского залива.

Первоначальная высота длинной волны в горле Финского залива обычно 40—60 см, скорость ее распространения 40—60 км/час. При продвижении по широкой и глубокой части залива высота и скорость волны мало меняются. С подходом к вершине залива высота

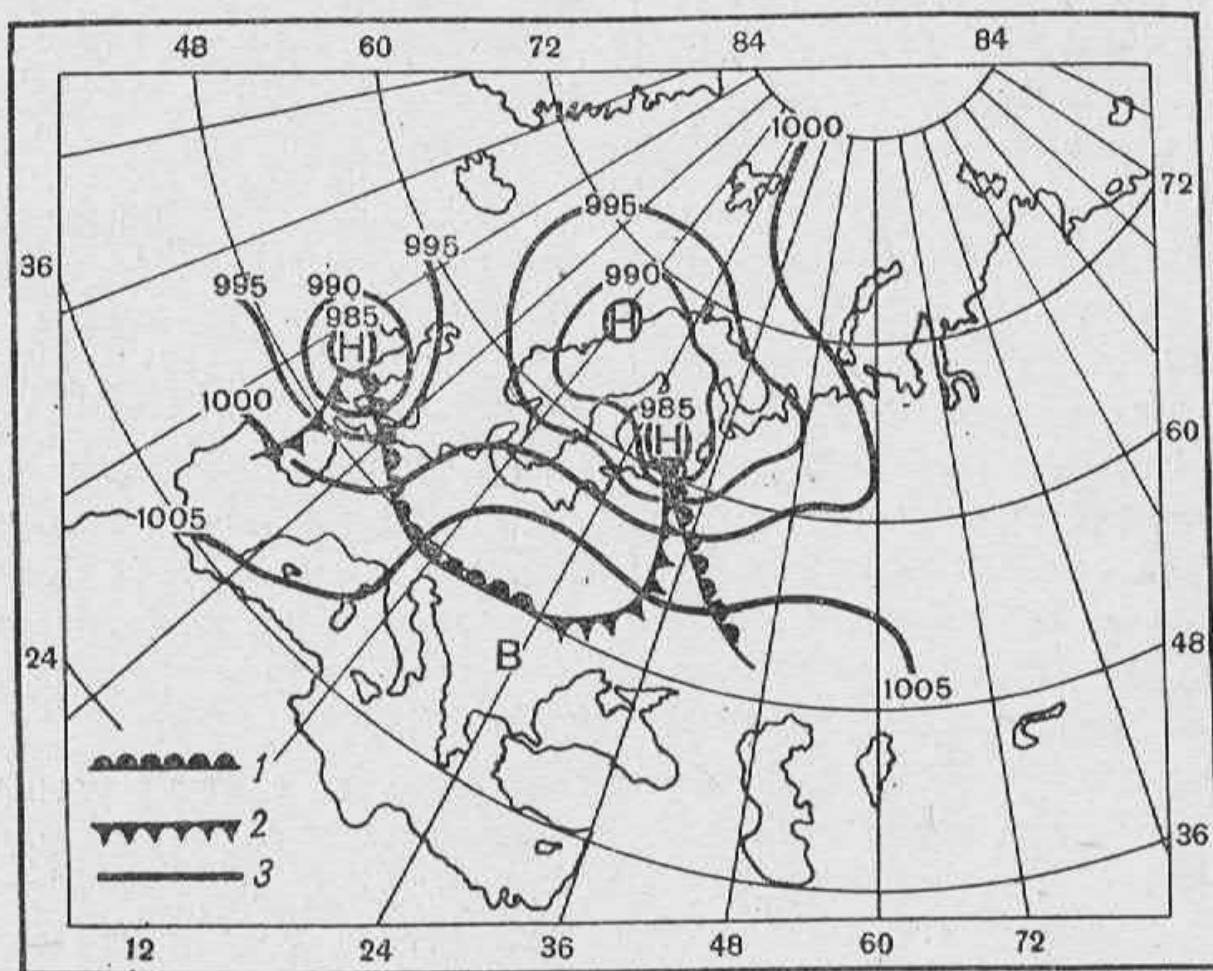


Рис. 20. Карта погоды во время одного из наводнений.
1 и 2 — атмосферные фронты; 3 — линия равных давлений воздуха в миллибарах.

Н — область низкого давления воздуха (циклон); В — область высокого давления воздуха (антициклон).

волны возрастает, так как залив делается уже и мелководнее, в особенности в районе так называемой Нарвской стенки (вблизи устья реки Нарвы), где резко уменьшается площадь поперечного сечения залива вследствие падения глубин. По пути движения форма волны видоизменяется и усложняется из-за неровностей берегов и дна.

Длинная волна пробегает залив за 7—9 часов. Если в течение этого времени нет ветра или ветер очень слабый, то волна распространяется только лишь под действием силы тяжести — в этом случае она называется свободной длинной волной. За счёт свободной длинной волны в устье реки Невы возможен подъем иногда до 200—250 см.

Свободной длинной волны в чистом виде не бывает, так как при прохождении циклонов всегда дуют ветры различных направлений. Северные и южные ветры являются нейтральными: они никак не влияют на высоту волны. Встречный восточный ветер уменьшает высоту волны, а попутный западный — увеличивает. В последнем случае возрастание высоты волны бывает особенно значительным: если атмосферный фронт совпадает с гребнем волны и перемещается вместе с ним примерно с одинаковой скоростью (40—60 км/час.), фронт как бы подхлестывает волну, появляется эффект резонанса. Подобные случаи бывают тогда, когда циклон, дойдя до горла Финского залива, поворачивает на восток. Эффект «подхлестывания», помимо прочего, создается и за счет ветрового раздела на фронте, точнее, за счет смены ветров южных румбов впереди фронта на западные в тылу фронта, а также за счет перехода от пониженного давления перед фронтом к повышенному позади фронта. Таким образом, длинная волна практически всегда бывает вынужденной, т. е. такой, на которую воздействует ветер. Постепенное возрастание высоты вынужденной длинной волны за счет ветра и сужения залива хорошо прослеживается на рис. 21, где изображен ход уровней воды в различных пунктах Финского залива и реки Невы при наводнении 1955 г.

После набегания длинной волны в вершину Финского залива и ее последующего отражения колебания водных масс всего моря преобразуются в затухающие инерционные колебания, обычно называемые сейшми. Узел сейши располагается в районе о. Готланд, а пучности — в оконечностях моря: у Датских проливов и в вершинах Ботнического и Финского заливов. Сейши Балтийского моря имеют период около 26 часов, поэтому с интервалом примерно в одни сутки в устье Невы наблюдается еще несколько подъемов уровня. Высота таких подъемов, как правило, не превышает 50 см. Но случается, что

циклоны движутся «семействами» с интервалами около 24—28 часов, и тогда на первое колебание накладываются последующие. Водные массы моря как бы раскачиваются циклонами, и подъем уровня в устье Невы за счет сейши возрастает до 100—150 см,

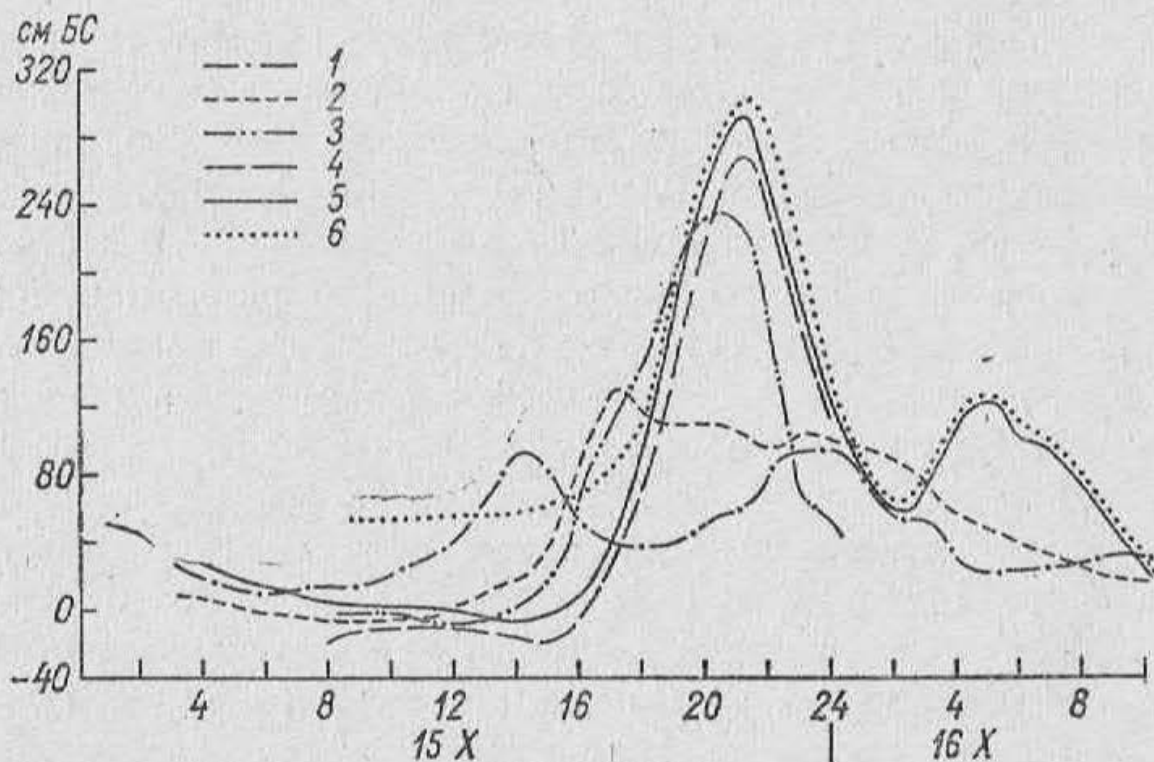


Рис. 21. Ход уровня в различных пунктах Финского залива и реки Невы во время паводнения 1955 г.

1 — г. Таллин; 2 — пос. Усть-Нарва; 3 — г. Кронштадт; 4 — Невская устьевая станция; 5 — Горный ин-т; 6 — ф-ка им. Ногина.

В пределах Финского залива известны также случаи сейшеобразных колебаний уровня с периодом 7—9 часов.

Довольно значительный подъем воды в Ленинграде может иметь место и без длинной волны и сейши, а лишь за счет сильного устойчивого западного ветра на Финском заливе. Однако случаев, когда очень сильный западный ветер наблюдался бы длительное время на всем заливе, почти не бывает. Сравнительно неширокая зона очень сильных западных ветров перемещается вместе с циклоном и в

каждый данный момент охватывает лишь какую-то часть залива. И только лишь за счет более или менее устойчивого западного ветра на Финском заливе в устье Невы может быть подъем до 130—150 см.

Для полноты картины укажем, что все формы денивеляции водной поверхности Балтийского моря — длинноволновая, сейшеобразная, ветровая (стойно-нагонная) и, наконец, приливо-отливная — могут возникать при любом уровне наполнения моря, и, естественно, чем выше этот уровень, тем больше размеры денивеляции.

Существенно, что ни одна из названных форм денивеляции почти никогда не наблюдается в чистом виде и прежде всего потому, что водные массы обладают определенной инерцией. Вновь возникшие колебания всегда накладываются на еще не затухшие предшествовавшие им колебания той или иной формы. Длинноволновая и ветровая форма денивеляций обычно возникают одновременно. Наблюдаемые колебания уровня моря всегда есть результат сложения разных форм денивеляции, и лишь в отдельных случаях удастся различить преобладание той или иной формы. Это обстоятельство весьма затрудняет изучение явления в целом и в отдельных его деталях.

Легко понять, что очень большое наводнение бывает в тех случаях, когда основные причины, вызывающие подъем воды, действуют одновременно. Напомним, что такими причинами являются: образование длинной волны и перемещение ее вдоль Финского залива вместе с углубляющимися циклонами и с сильным западным ветром; раскачка водных масс Балтийского моря, т. е. возникновение сейши.

Описанная теория природы невских наводнений отвечает на многие вопросы, раньше казавшиеся неразрешимыми.

— Как может возникнуть наводнение зимой?

Ледяной покров не препятствует подъему воды, если последний вызван сейшей или длинной волной. Установлено, что при наличии сплошного ледяного покрова лишь в восточной половине Финского залива подъем воды в Ленинграде примерно на 50 см меньше, чем в летнее и осеннее время (разумеется, при прочих равных условиях).

— Отчего при штормовых ветрах западного направления зачастую не бывает наводнений?

Да потому, что зона сильных западных ветров охватила лишь вершину Финского залива, а водные массы всего залива не были выведены циклоном из равновесия, т. е. не возникла ни сейша, ни длинная волна.

— Чем объяснить спад воды перед наводнением?

При перемещении циклона в районе Балтийского моря с юго-запада на северо-восток вершина Финского залива оказывается в северо-восточной периферии циклона. Так как ветровые потоки в циклоне направлены против часовой стрелки, то в его северо-восточной периферии господствуют восточные ветры, которые и вызывают сгон воды.

— Почему бывают наводнения в безветренную погоду?

Подобные случаи приводили в изумление жителей Петербурга, и на них следует остановиться подробнее. Так, 8 ноября 1752 г. при полном штиле вода в Неве поднялась на 193 см выше ординара и затопила берега. Высокая вода стояла около суток. По всей вероятности, наводнение было вызвано или длинной волной, сформировавшейся в собственно Балтийском море, или сейшей. И действительно, капитаны судов, прибывавших потом в город, рассказывали, что накануне в течение двух дней на Балтике свирепствовали штормы. Другой случай отмечался 29 ноября 1764 г., вода поднялась на 233 см выше ординара при весьма слабом западном ветре. Наконец, известен случай, когда при противном для длинной волны северо-восточном ветре произошел подъем в 178 см (между 5 и 7 декабря 1765 г.). Другой аналогичный случай отмечался совсем недавно — 2 XI 1969 г., подъем воды достиг 145 см.

— С чем связан повторный подъем воды спустя сутки после наводнения?

Длинная волна, набежавшая в вершину Финского залива, с отходом циклона откатывается назад и после того, как она отразится от юго-западных берегов Балтийского моря, вновь возвращается в устье Невы через 24—26 часов, усиленная по пути следующим циклоном. При такой форме преобразования длинноволновой денивелиации в сейшеобразную наводнения обычно бывают небольшими, растянутыми, с многопиковым очертанием графика хода уровней.

— Нередко задают такие вопросы: есть на Балтийском море еще какое-нибудь место, где бы наблюдались такие же наводнения, как в устье Невы? Если бы Нева впадала в Финский залив в другом месте, были бы тогда в Ленинграде наводнения или нет? На эти вопросы нетрудно ответить.

На Балтике мест, подобных устью Невы, больше нет. Ботнический залив, так же как и Финский залив, вытянут в длину в направлении движения циклонов. Однако вход в залив преграждается обширной отмелью, и поэтому залив слабо связан с остальным морем. Кроме того, в вершине Ботнического залива нет такого резкого уменьшения его ширины и глубины, как в вершине Финского залива.

Роль стока реки Невы в формировании наводнений незначительна. Наводнения в Ленинграде имели бы место даже в том случае, если бы... отвели Неву в сторону, например, сбросили ее воды в Финский залив на севере Карельского перешейка.

Механизм ленинградских наводнений весьма сложен. Многие важные моменты остаются еще неясными. Как возникает длинная волна на просторах Балтики, как атмосферный фронт в циклоне воздействует на гребень продвигающейся длинной волны, как распределены скорости течения по ширине и глубине залива? Эти и другие вопросы нуждаются в тщательном изучении.

Дальнейшее исследование ленинградских наводнений ведется сейчас по следующим направлениям.

Одно направление — детальный анализ синоптических ситуаций, вызывающих наводнение, и хода уровней воды в различных пунктах Балтийского моря с тем, чтобы установить приближенную количественную (эмпирическую) зависимость между причинно-следственными факторами, например между величиной подъема воды в Ленинграде, с одной стороны, и величиной подъема в различных пунктах Финского залива, а также скоростью и направлением ветра над заливом — с другой. Полученные при этом выводы находят широкое применение в современной практике составления прогнозов. Однако путь этот не перспективный, поскольку не сулит окончательного и точного решения задачи.

Другое направление исследований — организация натуральных полевых наблюдений за воздушной и водной средой. На береговых и островных гидрометеорологических станциях, с плавающих кораблей, с помощью автономных приборов измеряется скорость и направление ветра, фиксируется уровень воды, определяется скорость течения по глубине и т. д. Чрезвычайная ценность этих наблюдений — в максимальном приближении к природе. Но у натуральных наблюдений есть и отрицательная сторона. Наводнение, как правило, сопровождается штормом и сильным волнением, и выйти в открытое море не всегда возможно, в особенности ночью. Добавим, что большие наводнения случаются редко, поэтому дорогостоящее оборудование бездействует в продолжение многих месяцев и даже лет или доставляет малоинтересную информацию.

Следующее направление исследований — постановка лабораторных опытов на специальной модели. Путем моделирования выявляются некоторые важные, но скрытые от глаз закономерности перемещения больших масс в Финском заливе, в первую очередь скорость движения и трансформации свободной длинной волны. Экспериментатор по своему усмотрению может изменять размер и форму длинной волны, угол ее вхождения в залив, налагать волны одна на другую. Такое моделирование, кроме того, позволяет лучше ориентироваться в постановке натуральных наблюдений и при выполнении теоретических изысканий. Однако многие стороны явления не поддаются изучению на модели. Не удастся, например, воспроизвести систему ветров в циклоне, и в частности вблизи атмосферного фронта. Немало есть трудностей с созданием крупномасштабной модели всего Балтийского моря. Моделирование же только в пределах Финского залива ограничивает возможности экспериментатора. Наконец, отрицательно сказывается искажение горизонтального и вертикального масштабов модели. Так, если даже соорудить модель Финского залива длиной 100 м и вертикальный масштаб взять таким же, как и горизонтальный, то на модели глубина воды в Невской губе будет исчисляться долями миллиметра, т. е. представлять собой тоненькую пленку воды.

Наконец, еще одно направление в изучении ленинградских наводнений возникло полтора-два десятилетия тому назад, его

можно назвать гидродинамическим. Оно состоит в решении так называемой системы дифференциальных уравнений мелкой воды. Входящие в уравнение члены характеризуют баланс воды и равенство действующих сил на каждом небольшом участке Финского залива в каждый данный отрезок времени. Решение уравнений сопряжено с весьма трудоемкими подсчетами. С появлением быстродействующих электронных вычислительных машин положение коренным образом изменилось к лучшему. И все же принципиальных и технических трудностей осталось немало. Пока что приходится допускать, что, например, скорость течения воды по вертикали одинакова, что уровень воды у берегов залива такой же, как на оси залива, т. е., как принято говорить, ограничиваться постановкой одномерной задачи.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ НАВОДНЕНИЙ

С первых лет существования города действовала система оповещения населения об угрозе наводнения. Единственным критерием служил фактический уровень воды в реке. Тревожный вопрос: как поведет себя уровень в ближайшие несколько часов — оставался открытым; впрочем, «ясновидцы» и «знатоки» всегда находились. В первой половине XIX в. действовали, например, такие правила. Если вода в реке поднималась на пять футов (152 см) над ординаром, то пушка с Петропавловской крепости стреляла каждые полчаса, если на шесть футов (183 см) — то каждые четверть часа. После того как вода поднималась на семь футов (213 см), что означало большое наводнение, каждые четверть часа гремели два пушечных выстрела подряд.

Ныне действующая служба предупреждения невских наводнений была организована в 1897 г. при Главной физической обсерватории (теперь Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова). До начала первой мировой войны служба, в общем, успешно справлялась со своими обязанностями. Мировая и гражданская войны лишили обсерваторию связи с прибалтийскими государст-

вами. До 1924 г. связь не была полностью восстановлена. Это и явилось главной причиной того, что в сентябре 1924 г. Обсерваторией был предсказан подъем воды в 120 см над ординаром, тогда как в действительности он достиг 369 см.

В настоящее время службу предупреждения о наводнениях несет Ленинградское бюро погоды. Первое предупреждение обычно дается за 6 часов до максимума, иногда за 15—20 часов. Так как вполне надежного и точного метода прогнозов пока нет, то ожидаемая величина максимального уровня воды указывается не в виде какой-то одной определенной цифры, а в следующих диапазонах: 130—150, 150—170, 170—200, 200—250, 250—300 и выше 300 см над ординаром у Горного института. Затем, с заблаговременностью около 2 часов, выпускается уточненный прогноз с указанием ожидаемого уровня с точностью $\pm 5-10$ см.

Ежедневно в Бюро погоды поступают тысячи сводок с данными о состоянии погоды на обширной территории. Эти данные наносятся на карту погоды, или синоптическую карту. После обработки и анализа карты специалист синоптик получает представление, где и какие находятся воздушные массы, циклоны и антициклоны, атмосферные фронты и как вообще протекает атмосферный процесс.

Непрерывно следя по синоптическим картам за состоянием погоды (такие карты составляются по отдельным небольшим территориям через каждые 3 часа, а при необходимости — и через 1 час), синоптик обращает внимание на углубляющиеся циклоны, движущиеся с юго-запада на северо-восток над Скандинавией и Прибалтикой. При приближении циклона к горлу Финского залива уже появляется возможность в самом общем виде оценить величину предстоящего подъема воды. Далее при подходе атмосферного фронта в циклоне к Таллину уже становится известным, какую высоту имеет распространяющаяся по заливу длинная волна. Последующее возрастание высоты волны, без учета влияния ветра, указано в табл. 14. Ветровая же надбавка к высоте волны определяется по специальному графику (здесь он не приводится). Согласно графику, усиление западной составляющей скорости ветра в восточной части залива на 1 м/сек. приводит к повышению уровня Невы

Время распространения свободной длинной волны и коэффициент нарастания ее высоты (средние значения)

Участок	Протяженность участка, км	Время добегания волны, часы	Коэффициент нарастания
Ханко — Ленинград	450	9,0	3,8
Таллин — Ленинград	320	5,5	2,5
Усть-Нарва — Ленинград	140	3,5	1,5
Кронштадт — Ленинград	26	0,5	1,2

в Ленинграде в среднем на 5—6 см (при скорости ветра более 15 м/сек.).

В сущности, прогноз высоты подъема воды в устье реки Невы сводится к прогнозу силы и направления ветра и прогнозу влияния ветра на водные массы Балтийского моря. Главная трудность заключается в том, чтобы правильно предсказать погоду — направление и скорость движения циклонов и фронта, силу ветра и ход атмосферного давления в районе фронта и пр. При этом много самых необходимых и полезных сведений специалист черпает из каталога синоптических карт, графиков хода уровней по ряду постов и из других материалов по прошлым наводнениям. По каталогу часто удается найти более или менее аналогичное положение. Наиболее сложны для прогнозов случаи, когда имеют место сейшеобразные колебания или когда длинная волна образуется в восточной части Финского залива.

В последние годы получил признание гидродинамический метод предсказания наводнений. И хотя по точности и трудоемкости он пока уступает используемому сейчас методу, тем не менее ему принадлежит будущее. Для реализации этого метода в оперативных условиях создана автоматизированная система прогноза на электронной

вычислительной машине. Основные вводимые в машину исходные данные — продольный профиль водной поверхности по оси Балтийского моря и Финского залива и поле атмосферного давления на севере Европы. Машина рассчитывает изменение давления и скорость ветра, а затем и ход уровня воды. Расчет ведется на 12 часов вперед от исходного момента. Ручная обработка исходного материала, вводимого в машину, занимает 2,0—2,5 часа, так что заблаговременность прогноза сокращается до 9—10 часов.

Многолетний опыт деятельности службы предупреждений ленинградских наводнений позволяет утверждать следующее: существует полная гарантия того, что ни одно наводнение, тем более катастрофическое, не застанет город врасплох. Маловероятны и ложные тревоги. Однако точность выпускаемых прогнозов оставляет желать много лучшего. Так, если большей частью ошибка прогноза по отношению к середине указанного в нем диапазона уровня составляет 15—20 см и менее, то иногда она достигает 30—50 см, что уже неприемлемо. Хуже всего пока удаются прогнозы тех наводнений, которые своим происхождением в основном обязаны возникновению сейши, а также ветровому нагону. Завершение работ по созданию гидродинамического метода расчета хода уровней с помощью электронных вычислительных машин — путем решения уравнений волн мелкой воды в двухмерной постановке — должно в первую очередь избавить прогнозистов от грубых ошибок. Впрочем, приходится считаться с тем, что сколь бы ни были значительными успехи в исследованиях гидродинамического направления, все равно решающее значение будет иметь правильная оценка синоптической ситуации в период между выпуском прогноза и наступлением максимального уровня в Ленинграде. Современное же состояние метеорологической науки не дает основания надеяться на коренное улучшение прогнозов погоды в ближайшем будущем.

Трудно переоценить то значение, которое имеет организованность населения для успешной борьбы с наводнением. Ныне, как и в прошлом, существуют специальные инструкции на этот счет. Ответственность за их выполнение возложена на постоянно действующие городские, районные и фабрично-заводские комиссии по борьбе

с наводнениями. Комиссии приступают к исполнению своих обязанностей, как только Бюро погоды известит о том, что ожидается значительный подъем воды.

ПРОЕКТЫ ЗАЩИТЫ ОТ НАВОДНЕНИЙ

Случавшиеся время от времени наводнения заставили задуматься ученых и инженеров о том, как защитить от них Петербург. Первый проект защиты от наводнений начал осуществляться при Петре I. В некоторых местах приступили к насыпке валов вдоль берегов. Но почва оказалась топкой, болотистой, и работы вскоре пришлось прекратить. С тех пор выдвигалось несколько десятков различных проектов. Все их можно разделить на несколько групп.

Авторы одних проектов (Миних, Баталин) предусматривали повышение местности путем подсыпки. Эта простая и эффективная мера применяется с первых дней существования города. В настоящее время она может иметь значение только для районов новой застройки.

Авторы других проектов (Дестрей, Палашевский, Тилло) предлагали устраивать вдоль берегов земляные валы и дамбы. Осуществление этих проектов сейчас потребовало бы выполнения гигантской работы по поднятию набережных и в ряде районов города мало что дало бы, так как дамбы не смогут преградить доступ воде через систему канализации. Устройство новых береговых валов и подсыпка существующих могут иметь значение для таких районов города, как остров Елагин, западная сторона Крестовского острова, где находятся главным образом парки и сады. Имеющиеся здесь немногочисленные канализационные выходы можно переоборудовать таким образом, чтобы при значительном подъеме воды в реке они автоматически закрывались.

Третья и четвертая группы проектов основывались на ошибочной теории, будто причина наводнений кроется в задержании стока невских вод встречным западным ветром. В соответствии с этим авторы третьей группы проектов (Яновский, Безобразов) предлагали

устроить в истоке реки Невы плотину со шлюзами. При наводнении плотина должна была бы закрываться наглухо и сток воды из Ладожского озера прекращаться. Авторы же четвертой группы проектов (Перрата, Дефонтен, Гартман) намечали прорыть новые каналы и углубить существующие для того, чтобы, как они говорили, облегчить сток невской воде. Некоторые авторы шли дальше своих коллег и предлагали отвести Неву в другое русло, например, в Большую Невку. Берега же Большой Невки следовало, по их мысли, заключить в высокие дамбы, наподобие тех дамб, что имеются на Ниле, Хуанхе, Тигре и других реках. Ошибочность теоретической основы этого предложения совершенно очевидна: если бы Нева впадала в Финский залив где-нибудь в другом месте, то в Ленинграде все равно случались бы наводнения.

Наконец, последняя группа проектов (Базен, Прусак, Мосаковский) не утратила своего значения по сей день. Первым и наиболее обоснованным был проект известного инженера-гидротехника Базена (1825 г.), предлагавшего оградить Петербург с моря дамбой. Проект был отвергнут. И дело здесь не просто в косности царских властей. Полтора века тому назад еще господствовала так называемая стоковая теория, и эксперты, опираясь на основные положения этой теории, не могли не отклонить проекта. Даже при наличии дамбы, говорили они, ветер все равно будет препятствовать выходу невской воды в море.

К проекту Базена советские ученые и инженеры возвращались не один раз. Сейчас приступили к разработке технического проекта защиты Ленинграда от наводнений. В основе проекта лежит идея строительства дамбы в Финском заливе, т. е. именно то, что и предлагал в свое время Базен. Но сначала несколько замечаний.

Современный Ленинград менее страдает от наводнений, чем старый Петербург. Если в первые десятилетия существования города наводнения случались почти ежегодно, а катастрофические — 1 раз в 15 лет, то теперь такие наводнения бывают соответственно 1 раз в три года и 1 раз в 50 лет. Причины столь существенных перемен самые разные: повышение местности, возведение каменных многоэтажных зданий, асфальтирование улиц и площадей, переустройство канализации, использование радио, телефона и всех других имею-

щихся средств связи для своевременного оповещения населения, работа специальной службы предупреждений. И все же климат и природа края вообще, а также уровенный режим реки Невы и Финского залива в частности, конечно, не изменились. Поэтому угроза наводнений сохраняется.

Данные показывают, что по мере роста города относительные убытки от наводнений неуклонно уменьшаются. Однако абсолютный ущерб продолжает возрастать за счет большей площади затопления, удорожания подземных коммуникаций и пр. В особенности это стало заметно в последние годы с выходом города к морю и застройкой низких прибрежных территорий. Средний годовой ущерб от наводнений исчисляется десятками миллионов рублей. Нужно навсегда избавить Ленинград от разгула водной стихии. Проблема эта не только экономическая, но и социальная.

Согласно предварительному проекту, поперек Финского залива по линии Горская — Кронштадт — Ломоносов сооружается каменно-земляная дамба длиной 26 км, ширина ее поверху 25 м и понизу 100 м. Откосы дамбы крепятся железобетонными плитами и крупными камнями. Гребень дамбы будет на 6,5 м возвышаться над средним уровнем моря, а специальная железобетонная волноотбойная стенка — на 8 м. В теле дамбы оставляются два судопропускных пролета (один в Южных воротах — для морских судов, другой в Северных воротах — для речных судов) и семь водопропускных отверстий. По гребню дамбы прокладывается автомобильная дорога. Через водопропускные отверстия дорога пройдет по мостам, через судопропускной пролет в Северных воротах — по разводному мосту, а в Южных — по двухкилометровому подводному тоннелю. Закрываться они будут лишь после того, как уровень в Невской губе достигнет 100 см над ординаром, а в устье Невы будет ожидаться подъем воды в 160 см и более. В среднем их понадобится закрывать 1 раз в год на сравнительно короткое время — от нескольких часов до одних суток. Открываться отверстия будут в тот момент, когда уровни воды у острова Котлин перед дамбой и за дамбой выравниваются.

С постройкой дамбы Невская губа превратится в полузамкнутый водоем. Когда все отверстия будут перекрыты, губа начнет запол-

пяться невиской водой. За одни сутки уровень в губе повысится на 0,8—0,9 м. При ветровых нагонах и обильном притоке дождевых вод здесь, в губе, могут наблюдаться так называемые остаточные наводнения. Примерно 1 раз в 100 лет максимальный уровень при остаточном наводнении достигнет 220 см над ординаром. Чтобы избавиться от остаточных наводнений, на Неве вблизи Усть-Ижоры намечается возвести регулирующий гидроузел с двухниточным шлюзом для речных судов, рыбоходом, а также гидроэлектростанцией мощностью 80 000 кВт с годовой выработкой 400 млн. кВт·ч электроэнергии. На время наводнения гидроузел должен прекращать пропуск воды в нижний бьеф.

Проектируемые защитные сооружения надежно оградят Ленинград, Кронштадт и многочисленные населенные пункты на берегах Невской губы — Ломоносов, Петродворец, Стрельну, Ляхту, Лисий Нос и пр. — от всех возможных наводнений. Кроме того, Кронштадт получит устойчивую связь с материком. Появится возможность построить кольцевую автостраду вокруг Ленинграда. На откосах дамбы разместятся пляжи, лодочные станции, туристические базы, кафе и другие сооружения. Улучшатся судоходные условия на Неве, в первую очередь на Ивановских порогах, а также на Приладожских каналах и в устьях рек Свири и Волхова. Станет возможной активная борьба с зазорными наводнениями на Неве, тоже причиняющими городу много неприятностей. Наконец, время от времени можно будет производить санитарные попуски воды через регулирующий гидроузел и промывать небольшие реки и каналы невиской дельты. Таким образом, проект полностью согласуется с интересами развития Ленинграда. В особенности важно то, что районы новой жилой застройки на северном и южном берегах Невской губы на всем обширном пространстве от Невской дельты на востоке до острова Котлин на западе можно будет намывать до более низкой отметки (260—270 см БС вместо прежних 300—320 см БС). При этом на каждом квадратном километре вновь освоенной территории будет экономиться около полумиллиона кубических метров грунта, выемка и транспортировка которого обходится довольно дорого.

На ранних стадиях проектирования были серьезные опасения,

что с возведением защитной дамбы сократится водообмен между Невской губой и Финским заливом, а это приведет к ухудшению санитарного состояния Невской губы. Однако теперь эти опасения почти рассеялись. Закрывая одни отверстия в дамбе и оставляя открытыми другие, можно будет время от времени концентрировать основной поток воды в нужном месте и таким образом промывать застойные зоны губы, и прежде всего южную застойную зону. Промыв застойных зон губы в сочетании с такими мерами, как выправление берега, прокладка нескольких искусственных подводных прорезей через Ораниенбаумскую отмель на подступах к Южным воротам, передача части стока Большой Невы через акваторию Морского торгового порта в юго-восточную часть губы, наконец, введение в строй централизованных очистных сооружений приведет к тому, что воды в Невской губе станут вполне чистыми.

Защитная дамба с судо- и водопропускными отверстиями, регулирующей гидроузел даже по современным масштабам представляют собой весьма крупный и дорогостоящий комплекс гидротехнических сооружений. На его возведение уйдет 10—12 лет. В течение этого времени в нелегких условиях открытого моря потребуются вынуть и переместить 19 млн. м³ грунта, уложить 15 млн. м³ разнообразных строительных материалов, в том числе 2,5 млн. м³ бетона, смонтировать 25 000 т металлических конструкций и механизмов. В мировой гидротехнической практике почти нет примеров такого размаха работ по защите крупных городов от водной стихии. И тем не менее, на сегодняшний день реализация проекта экономически вполне оправдана. Стоимость всех сооружений приблизительно в два раза меньше того ущерба, который может принести городу (на 1980—1985 гг.) одно такое наводнение, какое было в 1824 г., и почти равна ущербу от наводнения с подъемом уровня в 310—320 см над ординаром. Сооружение окупится за 8—10 лет.

Работа над проектом защиты Ленинграда от наводнений продолжается в ряде научно-исследовательских и проектно-исследовательских организаций. Совместными усилиями специалистов различных профилей — геологов, гидрологов, топографов, архитекторов, механиков и других — несомненно будет найдено рациональное решение многих инженерных задач. Предстоит, в частности, оптимальным

образом разместить отверстия в дамбе (для обеспечения активного водообмена между губой и заливом), рассчитать параметры ветровых волн (для выбора размеров и формы откосов дамбы), углубить и расширить представление о природе нагонных наводнений (для повышения точности и заблаговременности прогноза максимального уровня).

СГОН ВОДЫ В УСТЬЕ РЕКИ НЕВЫ

Сгон воды — явление противоположное нагону. Сильный и устойчивый восточный ветер сгоняет воду из Финского залива и особенно из Невской губы. Вслед за понижением водного зеркала в Невской губе падает уровень воды в устье Невы. По мере продвижения вверх по реке величина спада уровня уменьшается и в 35—40 км от устья становится почти незаметной.

При спаде уровня на 50—70 см от ординара и более на некоторых насосных станциях оголяются трубы, выведенные в реку для забора воды. Заметно уменьшается глубина небольших рек и каналов и возрастает скорость течения в основных рукавах дельты, что создает трудности для судоходства.

Ежегодно в устье Невы случается 2—3 сгона более чем на 70 см, а 1 раз в 2 года — более чем на 90 см от ординара. За последние 95 лет (1877—1971 гг.) наибольший сгон был зафиксирован 2 ноября 1910 г. (135 см ниже ординара). Ход уровня воды во время этого и некоторых других больших сгонов отражен на рис. 22. И наблюдения и расчеты показывают, что 1 раз в 200 лет может быть сгон в 150 см.

Как отмечалось, сгон воды в устье Невы создается восточным ветром. Ветер этого направления может быть как при циклональной, так и при антициклональной погоде. Циклон вызывает сгон, если его центр находится южнее Балтийского моря. В этом случае Финский залив оказывается в северной периферии циклона, где дуют восточные ветры (напомним, что в циклоне ветровые потоки направ-

лены в общем по кругу против часовой стрелки). Антициклон приводит к стону, если его центр располагается над Скандинавией или севером Европейской части СССР. При этом Финский залив попадает в южную периферию антициклона, где господствуют ветры восточного направления. Однако ни циклон, ни антициклон сами по

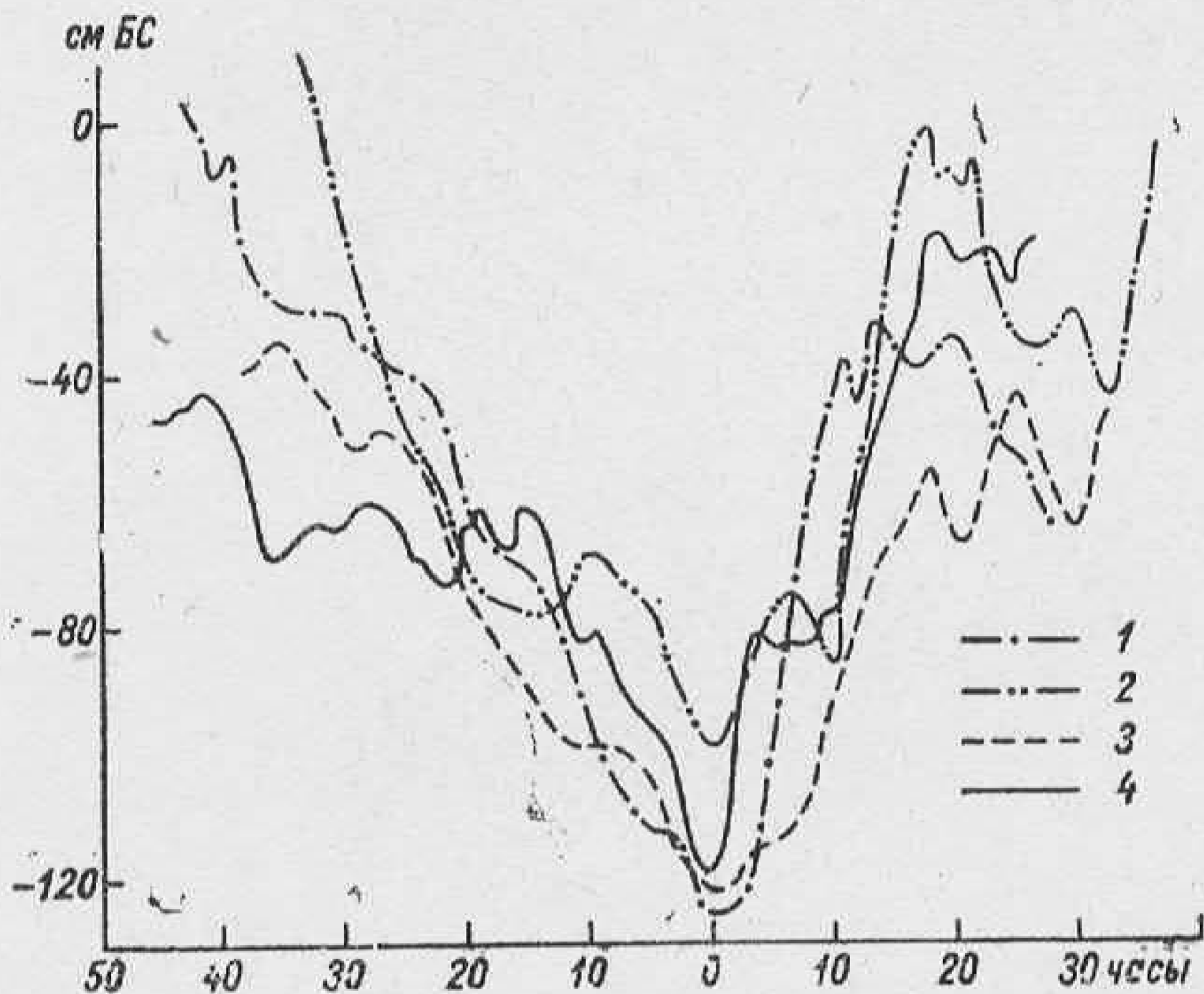
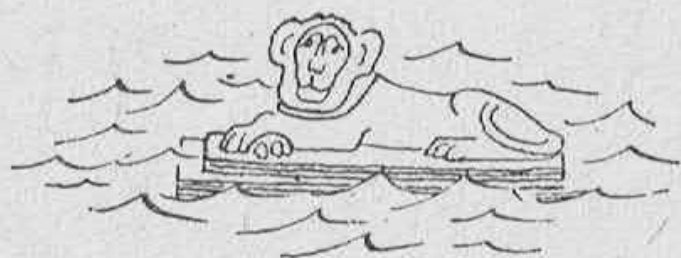


Рис. 22. Ход уровня воды реки Невы у Горного ин-та во время четырех самых больших стонов (графики хода уровня совмещены по минимумам).

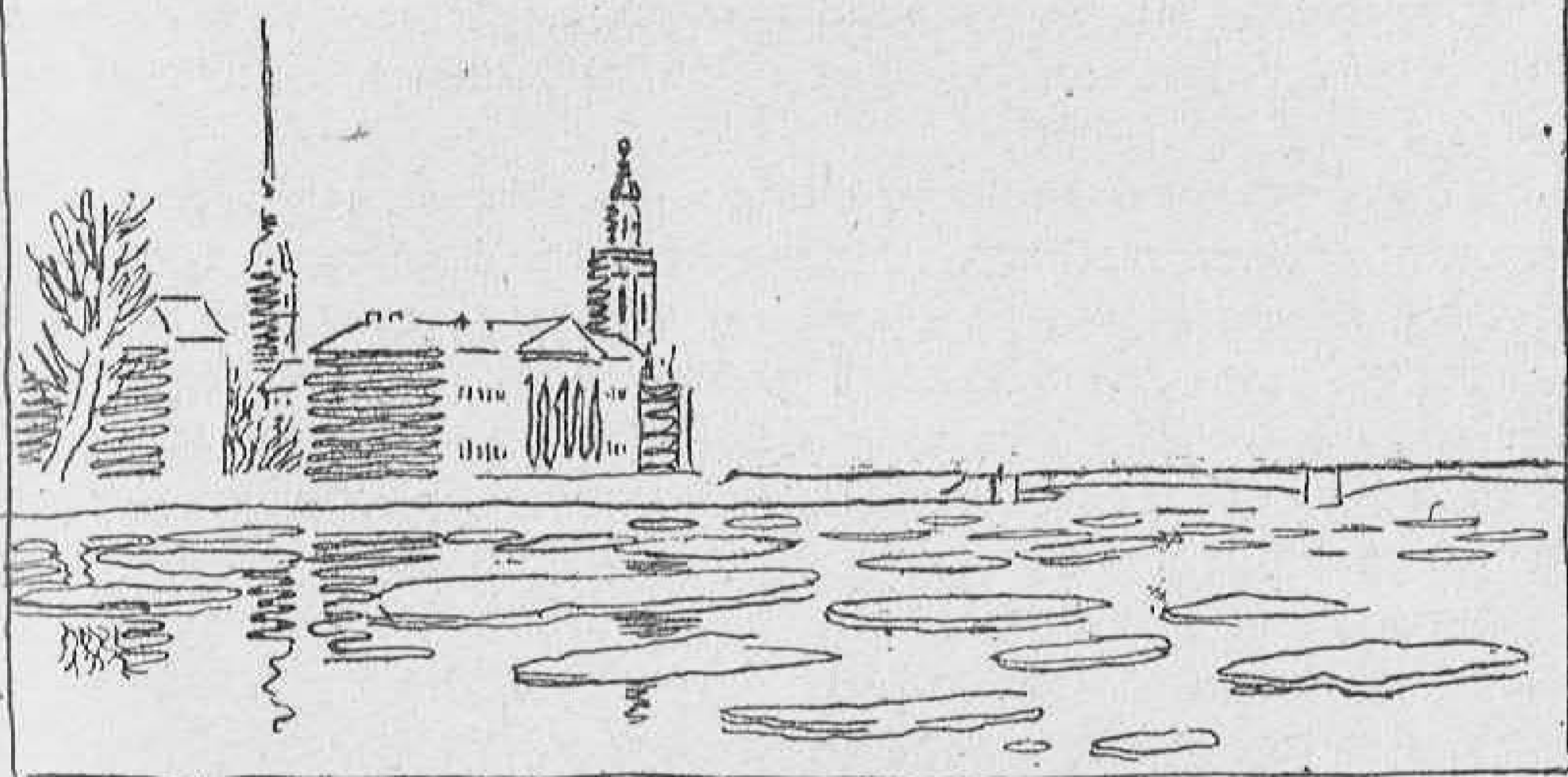
1 — 1—3 XI 1910 г.; 2 — 12—14 XII 1914 г.; 3 — 9—11 XI 1951 г.; 4 — 1—3 XII 1960 г.

себе не могут вызвать очень большого стона. Это бывает лишь в том случае, когда циклон и антициклон располагаются парой, притом так, что стык их приходится на Финский залив. Ветровые потоки на стыке циклона и антициклона, дополняя друг друга, достигают особой силы и устойчивости.

Затруднения, создаваемые стоном воды, часто связаны не столько с величиной самого минимального уровня, сколько с продолжительностью стояния низких уровней. Заметим, что ниже 80 см от ординара уровень иногда может держаться до двух суток, а ниже 100 см — до 30 часов.



ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМ



Все, что происходило на Неве, всегда живо интересовало петербуржцев. Благодаря этому сроки замерзания и вскрытия реки Невы зафиксированы в анналах Петербурга-Ленинграда со дня основания города. Однако накопленными материалами этих весьма продолжительных наблюдений нельзя пользоваться безоговорочно. В наше время Нева вскрывается несколько раньше, чем 100—200 лет назад, а замерзает, наоборот, позже. Причина этого — тепловое воздействие большого города и работа ледоколов. Имеет некоторое значение и потепление климата всего земного шара, отмечающееся с начала XX в. Поэтому здесь ограничимся рассмотрением данных наблюдений за последние 50—70 лет.

Ледовый режим реки Невы весьма сложен. Даже опытному гидрологу нелегко сразу охватить все многообразие природных факторов, влияющих на процессы замерзания и вскрытия реки, образования и разрушения заторов и зажоров льда, нарастания и стаивания ледяного покрова.

ВСКРЫТИЕ РЕКИ НЕВЫ И НЕВСКОЙ ГУБЫ

Вскрытие реки Невы. Река Нева вскрывается сверху вниз по течению, что объясняется поступлением относительно теплой, глубинной ладожской воды, а также отсутствием крупных притоков, паводочные воды которых могли бы взломать ледяной покров реки.

С наступлением весны начинает таять снег на льду. Талая вода скапливается в углублениях ледяного покрова и образует в нем промоины. Вскоре во многих местах лед освобождается от снега и сам начинает таять, в особенности у берегов. В результате ледяной покров ослабевает и под воздействием течения приходит в движение. Вначале в пределах небольшого участка реки перемещаются крупные ледяные поля. Затем подвижка охватывает все больший участок реки; при этом размер ледяных полей уменьшается, так как они постоянно сталкиваются друг с другом и ударяются о берега. Наконец, ледяные поля разламываются на отдельные льдины. Река вскрывается, начинается ледоход.

Определенное влияние на вскрытие Невы оказывает и человек. Работа ледоколов и сброс теплых промышленных вод нарушают обычную для реки последовательность вскрытия (сверху вниз по течению). В результате нижний участок реки в пределах Ленинграда нередко освобождается от льда раньше, чем верхний (чаще всего так бывает после мягкой зимы).

Обычно в течение 3—5 дней после вскрытия Нева освобождается от собственного льда — это период так называемого речного, или невского, ледохода. После этого в течение 4—6 дней река бывает свободной от льда. Затем вскрывается Ладожское озеро, и лед течением, а главное, попутным ветром выносится в Неву. Наступает период так называемого озерного, или ладожского, ледохода, средняя длительность которого 8—12 дней. Таким образом, в целом весенний ледоход (от вскрытия до окончательного очищения от льда) длится обычно 15—25 дней. В одни годы длительность этого периода сокращается до 2—3 дней, а в другие растягивается до 40—45 дней.

Ладожский ледоход — красивое зрелище. В безветренную ясную погоду в воде отражается голубое весеннее небо. По водной глади

горделиво плывут белоснежные льдины. При густом ледоходе льдины трутся друг о друга и приобретают почти правильную овальную форму, края их присыпаны истертым льдом. При редком ледоходе льдины неправильной формы, поверхность их куполообразная, порой они напоминают какие-то причудливые башни или торчащие в разные стороны колонны.

Из Ладожского озера в Неву лед поступает и небольшими льдинами, и крупными ледяными полями — иногда их размеры достигают 300×300 м, а толщина — 0,6—0,7 м. При движении по реке льдины дробятся, особенно в Ивановских порогах. Путь от истока до устья реки ладожский лед проходит за 18—20 часов. В это время он усиленно тает и до устья доходит обычно лишь 15% льда. Заметим, что средний многолетний сток льда за весенний период в истоке реки составляет 165 млн. м³, наименьший сток — 25, наибольший — 650 млн. м³.

Длительность ладожского ледохода очень колеблется от года к году. Бывают годы, когда ладожский лед почти вовсе не поступает в Неву, в среднем это случается 1 раз в 10 лет. Бывают, однако, годы с весьма длительным ладожским ледоходом — до 25—30 дней в устье и до 35—40 дней в истоке (например, 1907, 1912, 1954 гг.). В такие годы в начале весны преобладают северный и северо-восточный ветры, которые сгоняют ладожский лед в южную половину озера. Затем ветер меняет направление на восточное и гонит лед в Неву.

Явление ладожского ледохода по-разному и не всегда правильно истолковывается ленинградцами.

Иногда говорят: «Пойдет ладожский лед — станет холодно». Это в общем верное наблюдение, но ладожский лед здесь ни при чем. Холодно бывает потому, что ладожский лед выгоняют в Неву в основном северо-восточные ветры, а эти ветры весной холодные. И приписывать причину похолодания ладожскому льду — это значит перепутать причину и следствие, все равно что считать, будто ветер бывает потому, что колышутся листья!

Говорят еще: «Ладожский лед уже прошел, теперь будет тепло». Это также неверно. После ладожского ледохода может наступить и теплая, и холодная погода. Кроме того, наблюдения и расчеты

Водный объект	Пункт	Вскрытие		
		самое раннее	среднее	самое позднее
Ладожское озеро (Старо-Ладожский канал)	Сясьские Рядки	31/III	21/IV	11/V
Ладожское озеро (Шлиссельбургская губа)	мыс Кареджи	17/III	14/IV	10/V
Река Нева	Петрокрепость	9/III	4/IV	2/V
Река Нева	Ивановское	21/III	8/IV	25/IV
Река Нева	фабрика им. Ногина	25/III	11/IV	26/IV
Невская губа	Невская устьевая станция	9/III	13/IV	3/V
Невская губа	Кронштадт	4/III	14/IV	11/V

показывают, что обычно в Неву выносятся 1—2% ладожского льда, а в годы с очень длительным ледоходом — 4—5%. Весь же остальной лед тает на месте. Чтобы весь лед из Ладоги прошел через Неву, потребовалось бы около двух лет непрерывного ледохода.

Самые ранние, средние и самые поздние даты наступления ледовых явлений указаны в табл. 15.

Основные рукава невской дельты (Большая Невка, Малая Нева и др.) обычно вскрываются на 4—6 дней раньше главной реки. Лед здесь тает на месте, и ледохода почти не бывает. Во время ладожского ледохода сюда иногда заносится немного льда.

Вскрытие Невской губы. Процесс вскрытия Невской губы начинается с образования сквозных трещин в ледяном покрове за счет резких внутрисуточных колебаний температуры воздуха в начале весны. Затем появляются проталины и промоины, в первую очередь в местах, где снег сильно загрязнен (Ломоносов, Кронштадт, Морской торговый порт).

ний (1881—1970 гг.)

Очищение от льда (начало ледохода)			Появление льда			Замерзание		
самое раннее	среднее	самое позднее	самое раннее	среднее	самое позднее	самое раннее	среднее	самое позднее
5/IV	23/IV	13/V	10/X	10/XI	17/XII	26/X	14/XI	26/XII
14/IV	2/V	21/V	29/X	22/XI	24/XII	19/XI	19/XII	29/I
8/IV	3/V	30/V	16/X	16/XI	19/XII	11/XI	21/XII	25/II
8/IV	2/V	24/V	26/X	18/XI	25/XII	12/XI	24/XII	12/III
4/IV	30/IV	23/V	29/X	21/XI	27/XII	11/XI	5/XII	30/I
4/IV	29/IV	23/V	29/X	22/XI	25/XII	9/XI	10/XII	31/I
6/IV	4/V	23/V	21/X	19/XI	24/XII	18/XI	18/XII	23/II

Прежде всего происходит вскрытие на фарватерах взморья и в Морском канале. Затем фронт вскрытия скачкообразно распространяется с востока на запад и от центральной части губы к берегам. У южного и северного берегов губы взлом ледяного покрова задерживается в среднем на 5—10 дней, после мягкой зимы — на 2—5 дней, после очень суровой — на 15—20 дней. Отдельные льдины под воздействием ветра сталкиваются друг с другом и дробятся. Лед из Невской губы почти не выносится в Финский залив, а тает на месте. Длительность периода, когда в губе держится плавучий лед, колеблется от 5—8 до 15—20 суток. Обычно после исчезновения собственного льда в Невскую губу поступает немного ладожского льда, который быстро тает.

ЗАМЕРЗАНИЕ РЕКИ НЕВЫ И НЕВСКОЙ ГУБЫ

Замерзание реки Невы. Процесс замерзания реки Невы, как и любой другой реки, начинается после охлаждения воды до температуры 0° и появления заберегов. Откалываясь от берегов, забереги уносятся течением. На поверхности воды появляется сало. Вскоре наступает осенний ледоход. Характерным для Невы является разнообразный состав пльвущего по реке ледяного материала: тут, кроме сала, и темная рыхлая шуга — сбитые течением в комья частицы внутриводного льда, и плотная шуга грязно-коричневого цвета — всплывший на поверхность донный лед, и льдины, вынесенные течением из Ладожского озера.

В осенний период льдины обычно тонкие (4—6 см), но очень твердые и острые. Они представляют опасность для судов с деревянным корпусом.

Ледоход сравнительно быстро завершается ледоставом в устье реки, в воронке Большой Невы. Затем постепенно замерзают и вышерасположенные участки реки. Первые 4—7 км от устья покрываются льдом как за счет собственного неевского льда, так и за счет ладожского. Вышерасположенные участки реки в одни годы замерзают с участием ладожского льда, в другие — без него. В первом случае река замерзает намного быстрее, чем во втором. Ладожский лед может перестать поступать или из-за западного ветра, который отгоняет лед в глубь озера, или из-за установления при тихой морозной погоде ледостава на отмелях Шлиссельбургской губы перед истоком Невы.

Если Нева вскрывается сверху вниз по течению, то замерзание ее происходит в обратном направлении — снизу вверх. В нижней половине реки, до Ивановских порогов, эта последовательность сохраняется всегда. Замерзание же верхней половины реки может происходить и иначе. При густом ладожском ледоходе в местах со сравнительно слабым течением создается скопление плавучего льда, который в случае сильного мороза образует, смерзаясь, местный ледостав. Ледовые перемычки возникают чаще всего в районе Красных сосен (61 км от устья). При образовании перемычки вышерасположенный участок реки покрывается неподвижным льдом очень

быстро — за 1—2 дня, если, конечно, продолжается ладожский ледоход и сохраняется морозная погода. Вследствие появления перемычки прекращается доступ льда на нижерасположенный участок реки, и замерзание этого участка затягивается надолго — на две-три недели. Ледовые перемычки возникают преимущественно в маловодные годы.

Нева замерзает скачкообразно. Кромка неподвижного ледяного покрова то быстро продвигается вверх по течению, то останавливается и смещается вниз. Основная причина этого — колебания температуры воздуха, а также изменение силы и направления ветра на Ладожском озере, вследствие чего резко меняется интенсивность озерного ледохода. В отдельные годы сдвиги кромки на каком-либо участке реки наблюдаются по 5—7 раз. Величина ее перемещений различна. Отмечались даже случаи, когда кромка спускалась до устья и замерзание реки начиналось повторно. Так, например, в 1932 и 1949 гг. кромка достигала района Володарский мост — завод «Большевик». Затем наступила оттепель, и река на всем протяжении освободилась от льда. То же самое было в 1935 г., когда кромка достигла уже Усть-Ижоры (34 км от устья). За последние 100 лет известен один случай (зимой 1960-61 г.), когда река дважды на всем своем протяжении замерзала.

В среднем для нижней половины реки скорость продвижения кромки ледяного покрова вверх по течению составляет 0,3 км/сутки на 1° отрицательной температуры воздуха без ладожского ледохода, 1,0 км/сутки — при редком ладожском ледоходе, 2,1 км/сутки — при густом ладожском ледоходе. В результате период замерзания Невы на 32-километровом участке в пределах Ленинграда колеблется от 2—3 до 15—20 суток.

Рукава и каналы Невской дельты замерзают не в одно и то же время с Невой. Те малые реки и каналы, куда спускаются сточные воды, первый раз встают на 8—12 дней позже Невы, затем они неоднократно то покрываются льдом, то освобождаются от него. Прочие малые рукава и каналы дельты замерзают раньше Невы в среднем на 2—3 дня. Большие же рукава и каналы в одни годы встают почти одновременно с Невой, в другие — позже. Это зависит от количества льда, занесенного в них во время ледохода. При медлен-

ном продвижении кромки ледостава заносится больше льда, при быстром — меньше. В отличие от Невы, рукава и каналы дельты замерзают обычно за счет постепенного смыкания заберегов.

Замерзание Невской губы. В Невской губе плавучий лед раньше всего появляется у берегов. Затем этот лед смерзается в забереги, которые вначале довольно быстро, а потом все медленнее продвигаются скачкообразно в направлении центральной части губы. В маловетренную морозную погоду Невская губа сплошь покрывается неподвижным льдом в течение 2—3 дней (например, в 1923, 1957 и 1958 гг.). При сильном ветре в начале зимы недостаточно окрепший ледяной покров часто взламывается. В отдельные же годы замерзание губы растягивается на 2,0—2,5 месяца. На Морском канале и главных судоходных фарватерах неевского взморья ледяной покров время от времени взламывается ледоколами.

ЗАТОРЫ ЛЬДА НА РЕКЕ НЕВЕ

Затором называется скопление льда в русле реки в период ее вскрытия, когда лед забивает живое сечение реки и вызывает подъем уровня воды в месте скопления и выше его.

На Неве же не бывает весеннего подъема воды. Ледяной покров, прогретый лучами солнца, ослабевает на месте и, увлекаемый течением, разламывается на части и выносится в море. Слабый лед — неподходящий материал для образования заторов. Кроме того, на Неве нет крутых поворотов, кос, мелей и других препятствий для плывущего льда. И все же заторы льда на Неве случаются.

Один вид заторов связан с характерной для Невы последовательностью вскрытия от истока к устью. Приносимые течением льдины останавливаются у верхней границы еще не вскрывшегося участка реки, загромождая здесь русло. Заторы эти небольшие, кратковременные. За последние 90 лет наиболее значительный из таких заторов отмечен в апреле 1901 г. в районе, где сейчас расположен Володарский мост. Вода выше затора у Уткиной заводи поднялась на 1,7 м, достигнув уровня 3,13 м БС.

Другой вид заторов связан со валом ледяного покрова в Шлиссельбургской губе Ладожского озера сильным северо-восточным ветром и нагоном этого льда на песчано-каменистые отмели перед истоком реки Невы. Подобные заторы наблюдаются редко — примерно 1 раз в 20—30 лет. Дадим здесь краткое описание двух таких наиболее мощных заторов.

Зима 1955-56 г. была суровой, и на Ладоге образовался толстый ледяной покров. 11 мая 1956 г. сильный северо-восточный ветер взломал ледяной покров и нагнал на отмели к истоку реки Невы большие массы льда. Из-за образования здесь затора, в котором скопилось около 70 млн. км³ льда, излив воды из озера сократился и уровни на Неве везде упали: у Петрокрепости на 0,4 м, у села Ивановского на 0,5 м и т. д. Вечером 13 мая затор на отмелях начал разрушаться. По мере того как разрушение охватывало основной очаг затора, увеличивалось количество льда, поступающего в Неву. Лед двигался по Неве плотными густыми массами с характерным для трущихся и ломающихся льдин шумом. Во второй половине дня 15 мая скорость движения льда уменьшилась в 3—5 раз против обычного. Наконец, в 19 часов почти одновременно в нижней части реки у Смольного и в верхней у села Кузьминки образовались заторы льда. Длина каждого заторного скопления льда первоначально достигала 11—12 км, но после подвижки в ночь с 15 на 16 мая сократилась до 7—9 км. Выше кузьминского затора вода поднялась на 1,0—1,2 м, и подпор распространился до самого Ладожского озера. Нижний затор был ликвидирован ледоколами, а верхний, кузьминский разрушился сам по себе. Массы льда из верхнего затора подошли к месту нижнего затора в момент полной ликвидации последнего. Этим самым была предотвращена опасность образования единого, весьма мощного затора.

Но самый сильный затор льда подобного типа случился весной 1858 г. Его описание есть в книге «Ладожское озеро», вышедшей в 1875 г.: «В 1858 году по вскрытии Невы, — писал автор книги А. П. Андреев, — сильным северо-восточным ветром нагнало льду из Ладожского озера в Неву такое количество, что он массою скопился у Красных сосен и сделал сильный затор, который образовал собой плотину и заградил течение реки. Вода около Шлиссельбурга,

при истоке Невы, поднялась весьма высоко, такого подъема не помнили и старожилы; ниже же местности Красных сосен вода упала до удивительно низкого уровня. Жители по осушенному ложу реки находили много якорей, цепных канатов и свободно вывозили на лошадях железо, утонувшее с барок около порогов в 1824 году. В самих же порогах русло реки так сузилось, что похоже было на маленькую речку».

Случай затора 1858 г. из ряда вон выходящий. Ничего подобного не наблюдалось за все 270 лет существования Петербурга-Ленинграда. Достоверность его не вызывает сомнений, о нем упоминается в петербургских газетах того времени.

Все же мощные весенние заторы льда на Неве, опасные для мостов, причалов, зимующих судов, — явление весьма редкое. Обычно весной река вскрывается спокойно.

ЗАЖОРЫ ЛЬДА НА РЕКЕ НЕВЕ

Замерзание Невы в начале зимы часто проходит беспокойно. В русле реки под ледяным покровом образуется мощное скопление мелкобитого и рыхлого льда, именуемое зазором. Выше места зазора поднимается вода, и это вызывает подтопление прибрежных районов вдоль рек Невы, Ижоры, Славянки и Тосны.

Как уже отмечалось, Нева начинает замерзать с устья, где скорость течения небольшая. К верхней границе замерзшего участка реки, к кромке льда, течение подносит все новые и новые льдины. Останавливаясь у кромки, они смерзаются. Благодаря этому кромка продвигается вверх по реке, и ледяной покров устанавливается на все большем и большем протяжении реки. Однако не все льдины, подплывающие к кромке, смерзаются. Многие из них, ударяясь с разгону о неподвижный лед, наплзают на него и, встав наклонно, погружаются нижним краем в воду. Под напором текущей воды и собственной тяжестью льдины ломаются на части. Одни куски уносятся течением под ледяной покров, другие скапливаются на его поверхности.

При сильных морозах льдины, подплывающие к кромке, прочны, они не ломаются и легко смерзаются. Лишь небольшая их часть уносится течением под ледяной покров, и кромка довольно быстро продвигается вверх по реке. При слабых же морозах льдины непрочные, смерзаются медленно и большая часть их уносится под ледяной покров. Так в русле реки образуется скопление льда, называемое зажором.

Дальнейшее формирование зажора происходит в равной мере как за счет приносимых льдин, так и за счет внутриводного льда и шуги.

Внутриводный лед в виде массы мелких кристаллов самой различной формы и величины имеется в любом потоке, если вода в нем переохлаждена хотя бы на несколько сотых градуса ниже нуля. Если во время сильного мороза взять пробу воды в Неве, то в первый момент она имеет вид жидкости мутно-молочного цвета. Молочная муть тотчас же поднимается вверх, образуя на поверхности тоненькую корочку льда, а вода в сосуде становится прозрачной. Частицы внутриводного льда сбиваются течением в комья, которые всплывают на поверхность. Так появляется шуга.

Шуга появляется на реке и вследствие того, что донный лед, выросший на различных неровностях дна, отрывается и поднимается на поверхность. Всплывая, донный лед увлекает за собой частицы грунта, камни и другие предметы, и поэтому он грязно-серого цвета. Особенно много донного льда образуется в местах с быстрым течением воды. В морозную погоду с высокого левого берега у Отрадного можно видеть, как в Ивановских порогах то здесь, то там появляются комья шуги. Некоторые из них всплывают с шумом и шипением, поднимаясь над поверхностью реки на 30—40 см.

Таким образом, зажор льда на Неве представляет собой скопление мелко- и крупнобитых льдин, шуги и внутриводного льда. Все эти разнообразные формы льда частью образуются в Шлиссельбургской губе на мелководье и заносятся течением в Неву, а частью — на самой Неве. Зажорная масса довольно плотная, на 60—70% она состоит из льда и на 30—40% из воды. Тело зажора может иметь в длину от 2 до 16 км, а толщину от 1 до 8 м. Вес

льда в зажоре — до 20—25 млн. т. Поверхность льда в месте зазора неровная, торосистая.

Скопление льда в зажоре стесняет живое сечение реки, и уровни воды повышаются. Положение водной поверхности, или продольный профиль реки, при зажоре льда показано на рис. 23. Участок с большим перепадом уровня и является местом зазора. Чем круче продольный профиль, тем больше толщина зазорной массы. В каждый

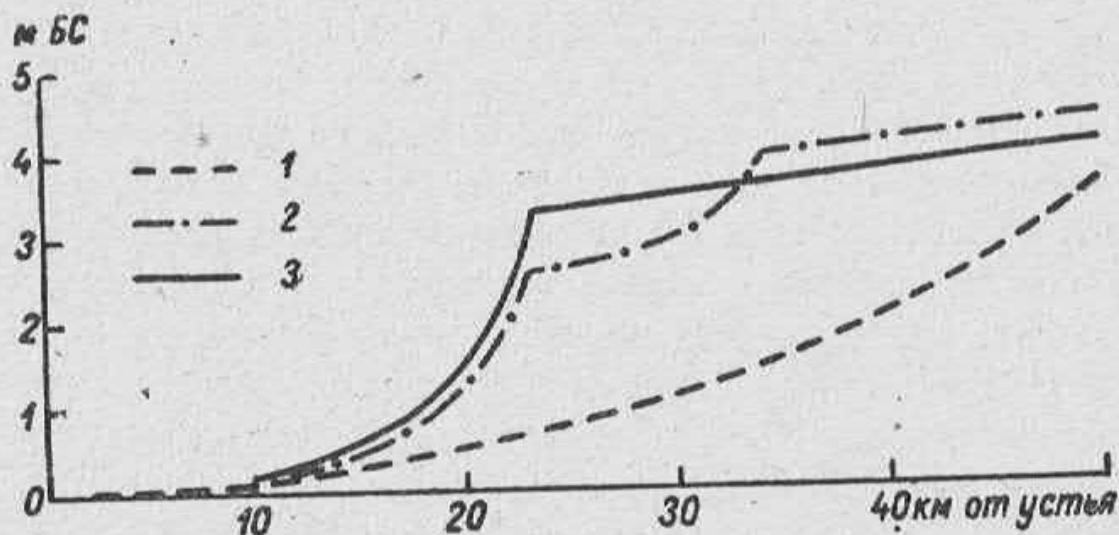


Рис. 23. Продольные профили водной поверхности реки Невы при зажоре льда зимой 1935-36 г.

1 — до образования зазора; 2 — до подвижки льда (21 I 1936 г. в 12 час.); 3 — после подвижки льда (21 I 1936 г. в 20 час.).

данный момент времени по сравнению с предзазорным положением наибольший подъем воды бывает у верхней границы зазорного участка.

С подъемом уровня воды в месте зазора возрастает поперечное сечение реки, в частности у верхнего края зазора, т. е. у его кромки. А так как расход воды в реке остается прежним, то у кромки уменьшается скорость течения воды. Подъем уровня продолжается до тех пор, пока скорость течения воды на подходе к кромке не уменьшится настолько, что подплывающие льдины перестанет уносить под ледяной покров.

Зажоры льда на Неве образуются почти ежегодно. При этом решающая роль принадлежит расходу воды. Так, мощные устойчи-

ные зажоры льда отмечаются лишь в многоводные годы, т. е. при высоком стоянии уровня Ладоги. Причина здесь простая: чем больше расход воды, тем больше и скорость ее течения. А вследствие значительной скорости течения воды лед заносит под кромку, начинаются торошение и подвижка льда.

Формирование и развитие зажора во многом зависит от поступления ладожского льда. В одних случаях его поступление благоприятствует образованию зажора, в других нет. Все зависит от хода температуры воздуха.

Возьмем вначале случай, когда ладожский лед поступает в Неву. При температуре воздуха $-2, -4^{\circ}$ на самой реке образуется мало шуги и внутриводного льда, и в формировании зажора принимают участие только ладожские льдины. Этих льдин недостаточно для возникновения мощного зажора. При температуре $-4, -6^{\circ}$ на реке уже образуется довольно много шуги и внутриводного льда, но и ладожские льдины, и невский лед при такой температуре смерзаются плохо, в результате возникает мощный зажор, в формировании которого принимает участие весь поступающий к кромке ледяной материал. Наконец, при температуре воздуха $-7, -9^{\circ}$ и ниже льдины смерзаются легко, кромка быстро продвигается вверх по реке, и зажор почти не возникает.

Рассмотрим теперь случай, когда ладожский лед почему-либо не поступает в Неву. При температуре воздуха $-4, -6^{\circ}$ и выше количества льда, образующегося на самой реке, недостаточно для формирования зажора. Лишь при температуре $-7, -10^{\circ}$ это становится возможным. При еще более низкой температуре воздуха кромка быстро продвигается вверх по течению и зажора не возникает.

Таким образом, при ладожском ледоходе самая благоприятная для формирования зажора льда температура воздуха $-4, -6^{\circ}$, а без ладожского льда $-7, -10^{\circ}$.

На Неве в отличие от других рек, где наблюдаются зажоры льда (это все реки с быстрым течением), нет определенных мест образования зажоров. Весь участок реки от Охтинского моста до мыса Святки (13—46 км от устья) является зажорным. Скопления льда, или зажорные пробки, возникают там, где из-за ослабления мороза

кромка ледостава двигалась медленно и под ледяной покров уносились много льда.

Подъем уровня воды выше места зажора обычно происходит

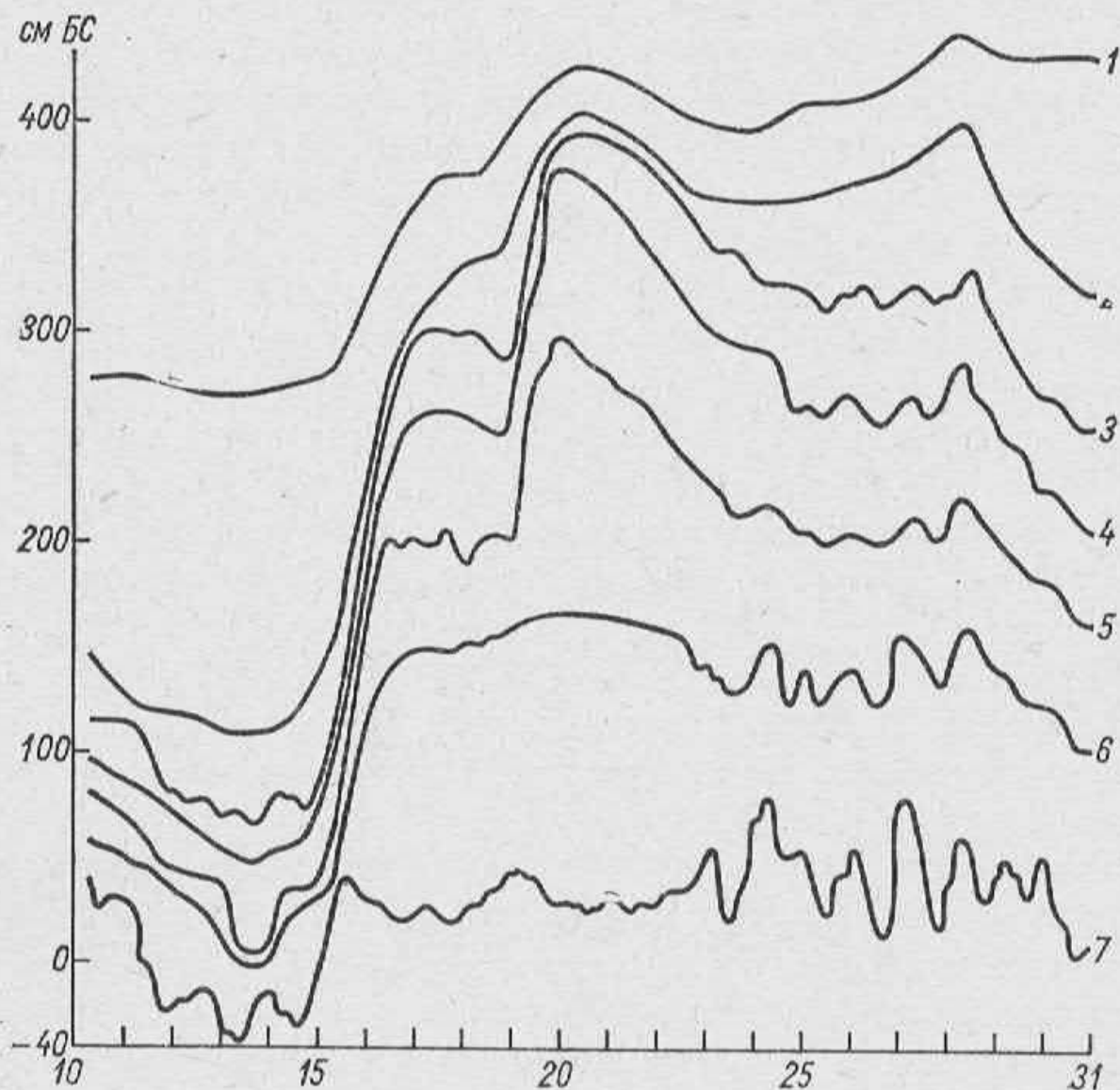


Рис. 24. Колебания уровней воды в различных пунктах реки Невы при зажоре льда в декабре 1928 г.

1 — с. Ивановское; 2 — пос. Усть-Славянка; 3 — з-д «Большевик»; 4 — ф-ка им. Володарского; 5 — ф-ка им. Ногина; 6 — Финляндский железнодорожный мост; 7 — Горный ин-т.

медленно. Резкие же скачки уровня бывают при потеплении, когда ледяной покров ослабевает и, не выдержав напора текучей воды и подплывающего льда, приходит в движение. Это явление носит

название подвижки и нередко поражает своей мощью. При под-
вижке кромка ледяного покрова смещается вниз по реке, тело
зажора делается короче и уплотняется. Большой частью подвижки
носят местный характер: кромка смещается вниз по реке не более
чем на 200—300 м, ледовые массы уплотняются незначительно, и
скачок уровня не превышает 5—10 см. Таких подвижек в отдельные
годы бывает по несколько десятков. Однако известны случаи, когда
подвижка охватывала одновременно участок реки длиной 8—12 км,
а кромка смещалась вниз на 6—10 км. При таких перемещениях
десятков миллионов тонн льда зазор сильно уплотняется и проис-
ходит скачок уровня на 1,0—1,5 м за 1,5—2,0 часа. Подвижка сопро-
вождается навалами льда на берега, нередко высота навалов дости-
гает 3—5 м.

Какой-либо закономерности в ходе уровня воды при зазоре льда
не наблюдается. В одни годы отмечается более или менее плавный
подъем и спад уровня, в другие — чередования подъемов и спадов.
Очевидно лишь следующее. Уровень воды в данном пункте подни-
мается до тех пор, пока к нему не подойдет снизу кромка льда.
После того как кромка минует этот пункт, вода здесь начинает спа-
дать. Повторный подъем возможен лишь при подвижках, причем су-
щественно то, что наибольший подъем в этом случае происходит на
ограниченном участке реки между прежним, т. е. до подвижки, и
новым, т. е. после подвижки, местоположением кромки. Во всех
пунктах, находящихся выше прежнего положения кромки, уровень
воды чаще всего падает, реже остается неизменным, но никогда не
поднимается. Заметим еще, что зазор — явление длительное. Напри-
мер, в зиму 1924-25 г. высокая вода (выше 2,0 м БС) у завода «Боль-
шевик» держалась 1,5 месяца, а в зиму 1928-29 г. — около одного
месяца.

Величины максимальных зазорных уровней воды различной
повторяемости в ряде пунктов реки Невы помещены в табл. 9.

Интерес к зазорам в Ленинграде велик, и это вполне понятно.
При мощных зазорах льда с повторяемостью максимального зазор-
ного уровня 1 раз в 20—25 лет и реже затапливается территория
(в Ленинграде, Колпине, Отрадном и Усть-Ижоре) площадью 2,5—
3,0 км², часть которой плотно застроена. При подвижках же льда

повреждаются причалы, набережные, водозаборы и пр. Материальные убытки исчисляются миллионами рублей. Об интересе к зажорам свидетельствуют такие данные: во время большого зажора зимой 1935-36 г. Ленинградское бюро погоды выдало свыше 2000 различных справок и консультаций, во время зажора зимой 1953-54 г. — около 1500 таких справок и т. д.

Вкратце о борьбе с зажорами льда и об их прогнозировании.

Для борьбы с зажорами лед на Неве взрывали и ломали ледоколами. Однако меры эти не дали желаемого результата. По льдинья, образуемая ледоколом, быстро заплывает шугой, которая стоит неподвижно и не уносится течением. При взрывах же масса льда лишь немного расступается и расплескивается фонтаном. Зрелище эффектное, но не эффективное. Вопрос о борьбе с зажорами льда полностью разрешится, если у Усть-Ижоры будет сооружена гидроэлектростанция. В зоне подпора, выше электростанции, скорость течения воды резко упадет. Это ускорит и облегчит замерзание реки на верхнем участке. С наступлением морозной погоды можно будет временно уменьшить расход воды, пропускаемой через станцию, и таким образом ускорить замерзание нижнего участка реки.

Так как максимальный зажорный уровень довольно тесно связан с уровнем Ладожского озера, гидрологи могут заранее его предсказывать. Заблаговременность прогноза 1,0—1,5 месяца, средняя ошибка ± 30 см. Но сколько-нибудь точные прогнозы хода уровня воды и продвижения кромки ледостава, даже с малой заблаговременностью (1—3 суток), пока невозможны.

При прогнозах зажоров льда гидрологу приходится считаться со своеобразной особенностью ледового режима Невы. Если в нижней половине реки вероятность образования мощного зажора возрастает с повышением уровня Ладожского озера, то в верхней половине, наоборот, падает. Большие зажоры льда в истоке реки отмечаются лишь в маловодные годы (зимы 1920-21, 1938-39, 1939-40 гг. и др.). Объясняется это в основном тем, что при малом расходе воды не возникает зажоров на нижнем участке реки, замерзающем обычно раньше верхнего участка. В результате верхний участок реки оказывается вне подпора, и здесь в период замерзания скорость течения остается довольно значительной. Кроме того, в маловодные годы

сплошной ледяной покров в Шлиссельбургской губе появляется намного раньше, чем обычно. Поступление ладожского льда в Неву прекращается, и река в верхней своей половине замерзает за счет собственного непрочного плавучего льда.

Зажоры льда в верхней части реки из-за крутых высоких берегов наводнений не вызывают. Опасность их в другом — в резком сокращении расхода воды в Неве до 600—800 м³/сек. (поскольку исток реки попадает в подпор от зажора). Уровни воды ниже места зажора сильно падают. При этом оголяются выведенные в реку водозаборы. Известны случаи, когда вследствие значительного падения уровня в реке ниже места зажора город Кировск и ряд промышленных предприятий в течение длительного времени находились на голодном водном пайке.

ЛЕДЯНОЙ ПОКРОВ РЕКИ НЕВЫ И НЕВСКОЙ ГУБЫ

Нева и Невская губа ежегодно замерзают на срок от 2,5 до 6 месяцев. В начале ледостава толщина льда бывает 4—7 см, после ледостава она быстро возрастает и через 5—10 дней достигает 15—20 см. Дальнейшее нарастание льда замедляется, так как ледяной покров и выпавший на его поверхность снег препятствуют проникновению низких температур к плоскости раздела лед—вода. Наибольшей толщины ледяной покров достигает к концу зимы, в среднем к 15—20 марта. С весенним потеплением толщина ледяного покрова несколько уменьшается и в момент вскрытия реки обычно составляет 70—80% от наибольшей за зиму толщины.

Ледяной покров реки Невы. Поверхность ледяного покрова на Неве почти никогда не бывает ровной, особенно в начале зимы. В местах же зажоров поверхность реки представляет собой хаотическое скопление торосов и торчащих в разные стороны льдин. По такому льду трудно пройти и совсем невозможно проехать. Дороги в этих местах приходится прокладывать пешнями, засыпая и утрамбовывая ямы снегом. В дальнейшем под действием ветра и оттепелей острые грани льдин обламываются и обтаивают,

Наибольшая толщина ледяного покрова (см) за зимний период

Водный объект, район	Характеристика зимы		
	мягкая	обычная	суровая
Река Нева	20—30	40—50	60—70
Северная и южная прибрежные зоны Невской губы	30—40	50—60	80—90
Центральная часть Невской губы	25—35	45—55	65—75
Фарватеры Невского бара	5—10	15—25	30—40
Шлиссельбургская губа Ладозского озера (исключая Кошкинский фарватер)	25—35	55—65	100—110

Углубления заполняются снегом и талой водой. В конце зимы в местах, где не было зажоров, поверхность ледяного покрова становится более или менее ровной.

Несмотря на значительную толщину, ледяной покров Невы задолго до вскрытия настолько ослабевает из-за проталин, промоин, пустот, что переправа по нему сопряжена с риском. В начале же зимы пешая переправа по льду может начинаться спустя несколько дней после замерзания.

Ледоставный период на Неве обычно начинается с полного замерзания всей реки. Но уже через несколько дней появляются полыньи, естественные и искусственные.

Естественные полыньи располагаются в истоке реки у Петрокрепости и в Ивановских порогах у Отрадного. Существование первой полыньи связано с подъемом на поверхность относительно теплой озерной воды с глубины 5—6 м, а второй — с быстрым течением воды. В обычную зиму полынья в истоке реки в зависимости от расхода воды замерзает к середине или к концу зимы, в мягкую же зиму ее длина колеблется от 2 до 7 км. Полынья в Ивановских порогах никогда не замерзает и лишь в очень суровую зиму становится совсем небольшой — 200—300 м, в мягкую зиму ее длина составляет от 5 до 15 км.

Искусственные полыньи появляются в местах спуска теплых промышленных вод. На самой Неве и в крупных рукавах дельты они имеют вид промоин — узких полос чистой воды вдоль берегов. Отметим также, что участок Большой Невы от устья до моста Лейтенанта Шмидта часто взламывается ледоколами. Образуется длинная, почти во всю ширину реки полынья, верхний край ее в мягкую зиму постепенно отступает вверх по течению до Кировского моста и даже до поселка Новосаратовский.

Жители Ленинграда прокладывают многочисленные тропинки и дороги по льду реки. На Неве устраиваются спортивные состязания и лыжные прогулки. Зимой со льда реки ведутся буровые работы, укладываются и ремонтируются трубы, кабели. Однако в настоящее время ледяной покров Невы имеет гораздо меньшее значение, чем в XVIII и XIX столетиях. При современном транспорте и многочисленных мостах практически уже не нужны пешие и конные переправы. Еще 60—70 лет назад в городе были специальные артели рабочих для расчистки и поддержания в порядке множества дорог на льду. О начале переправы по льду население Петербурга широко оповещалось. В 80-х годах XIX в. на реке Фонтанке устраивались общественные катки. В 90-х годах на льду Невы укладывались трамвайные пути. На льду Невы не раз устраивали массовые гуляния и празднества с театрализованными представлениями, катаньем на ледяных горках и т. д.

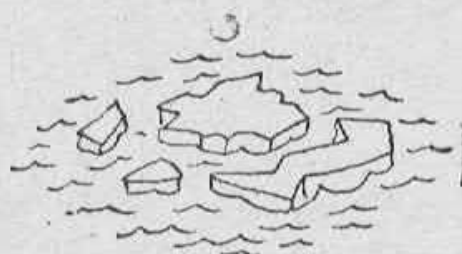
Ледяной покров Невской губы. Если лед в губе не взламывается штормовыми ветрами, то обычно он ровный. При взломах и повторном смерзании между собой ледяных полей во многих местах встречаются торосы в виде продолговатых валов, а на отмелях, банках, мысах остаются куполообразные скопления льда общей толщиной до 7—9 м. Заметим, что на Морском канале, на акватории Морского торгового порта и в некоторых других местах ледяной покров в течение зимы по несколько раз взламывается ледоколами.

Наблюдениями и расчетами установлено, что движущиеся в Неве зажорные массы льда оказывают сильное давление на встречающиеся преграды; удельная величина этого давления оценивается в 10 т/м². С учетом наибольшей толщины зажорных скоплений (7 м)

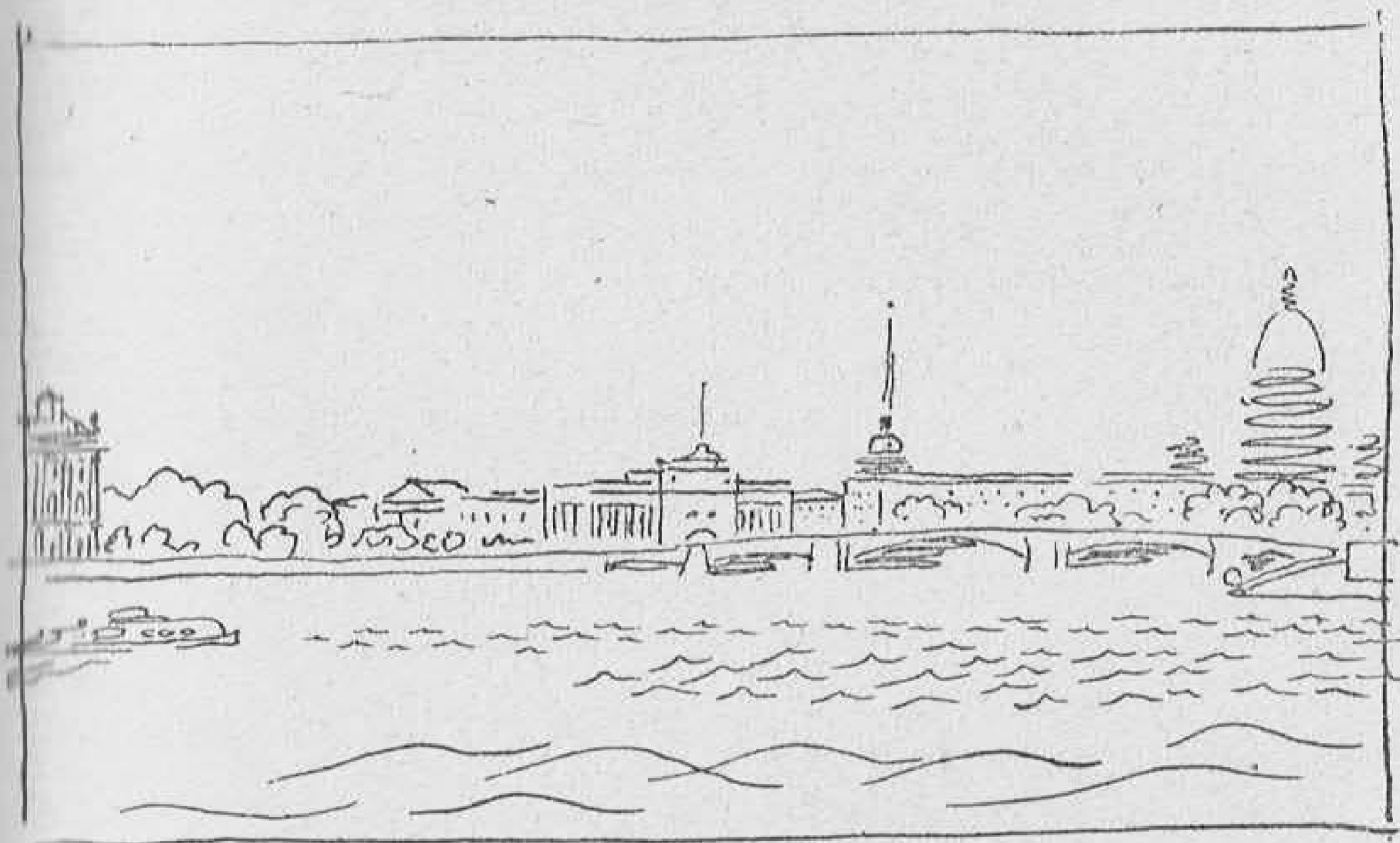
легко, например, подсчитать общее давление на опору моста шириной 5 м, оно будет составлять $10 \times 7 \times 5 = 350$ т.

В Невской губе во время штормовых ветров, вызывающих сильное торошение льда и резкое повышение уровня воды, давление льда может составить 40 т на погонный метр сооружения. Кроме того, наблюдаемое иногда резкое повышение температуры воздуха сопровождается расширением ледяного покрова, а это в свою очередь приводит к возникновению статического давления порядка 15—20 т на погонный метр.

Таким образом, река Нева и в особенности Невская губа — водные объекты со сложными ледовыми условиями. С этим приходится считаться при возведении причалов, мостов, набережных и других сооружений.



ВОЛНЕНИЕ И ТЕЧЕНИЕ ВОДЫ



Ветровые волны — одно из основных препятствий для судоходства. Параметрами этих волн определяются конструкция и габариты судов и различных сооружений — молов, пристаней, набережных. С учетом системы течений выбираются места для выпуска сточных вод, чтобы обеспечить интенсивное их разбавление, прокладываются подходные каналы и траншеи, чтобы избежать их заиления, проектируются оградительные дамбы, чтобы воспрепятствовать их разрушению.

ВЕТРОВЫЕ ВОЛНЫ НА РЕКЕ НЕВЕ И В НЕВСКОЙ ГУБЕ

Ветровые волны на реке Неве. На Неве нет широких озеровидных пространств, где бы мог разгуляться ветер. Поэтому волнение не бывает большим и судоходству не мешает. Лишь при

Наибольшая высота ветровой волны

Водный объект	Район, участок	Высота волны, м
Шлиссельбургская губа Ладожского озера	Центральные районы, Кошкинский фарватер	2,0—2,3
То же	Отмели губы	1,5—2,0
Река Нева	Остров Орешек — поселок Марьино (74—68 км от устья)	1,0—1,2
То же	Поселок Марьино — Литейный мост (68—8 км от устья)	0,4—0,6
"	Литейный мост — Невские ворота Морского торгового порта (8—0 км от устья)	0,7—1,0
Невская губа	Прибрежная зона (0,5—1,0 км от берега), отмели бара реки Невы	1,5—2,0
То же	Центральная часть губы, Южные и Северные ворота у острова Котлин, фарватеры бара реки Невы	2,0—2,5

чрезвычайно сильном ветре во время наводнений отмечается довольно значительное волнение.

Наибольшая высота волны, считая от подошвы до гребня, повторяемостью примерно 1 раз в 30—50 лет указана в табл. 17. Цифры, приведенные в таблице, относятся к самой высокой волне из 100 волн, зарегистрированных подряд, средняя же высота волны в 2—2,5 раза меньше.

Заметим, что при ветре против течения волна на Неве бывает несколько выше и круче, чем при ветре по течению. Из-за поворотов реки и частой смены силы и направления ветра на Неве одновременно отмечается несколько систем волн.

Волнение в Невской губе. Невская губа — беспокойный водоем. Так, около 90% всего времени здесь наблюдается волнение и лишь 10% времени — штиль. Довольно сильное волнение

может продолжаться 5—7 суток подряд. Ветровое волнение из Финского залива через Южные и Северные ворота у острова Котлин почти не проникает в Невскую губу, этому препятствуют отмели и другие подводные преграды. Волнение развивается в самой губе, оно находится в большой зависимости от силы, продолжительности и направления ветра. При прочих равных условиях восточный и в особенности западный ветры вызывают большее волнение, чем ветры северного и южного направлений.

Частая смена силы и направления ветра, сложный рельеф дна и прибрежной зоне, наличие многочисленных препятствий — все это создает неупорядоченную систему волн в Невской губе. В одно и то же время здесь имеются волны различной высоты, крутизны и длины. В целом же длина волны в 10—15 раз превышает ее среднюю высоту. Период очень высокой волны составляет 3—5 сек.

Волнение в Невской губе развивается довольно быстро по мере усиления ветра и почти столь же быстро затухает с его ослаблением. С наступлением безветренной погоды волнение прекращается через 1—2 часа. Продолжительность периода с очень высокой волной невелика и редко превышает 8—12 часов.

ТЕЧЕНИЕ ВОДЫ В РЕКЕ НЕВЕ И НЕВСКОЙ ГУБЕ

Течение воды в реке Неве. В отличие от большинства равнинных рек, на Неве почти нет затапливаемой поймы, крутых излучин, мелей и перекатов, островов и рукавов. Рельеф дна реки однообразный, берега повсюду крутые и обрывистые. По этим причинам речной поток в общем течет параллельно берегам, но есть исключения — исток реки, Ивановские пороги, Кривое колено и некоторые другие места. Водоворотные зоны, которые кое-где имеются у берегов, невелики.

Нева — река с быстрым течением. Самая большая на Неве скорость течения — в сужениях у оголовка дамбы Ново-Ладожского канала вблизи истока и у мыса Святки в Ивановских порогах.

Преобладающая поверхностная скорость течения воды (м/сек.) на стрелке
в период открытого русла (при отсутствии нагонов и сгонов воды)

Водный объект	Участок, пункт	При малом расходе воды	При среднем ходе воды	При большом ходе воды
Река Нева и Большая Нева	От города Петрокрепость до вершины дельты (исключая Ивановские пороги и исток реки)	0,50—0,70	0,80—1,10	1,20—1,50
То же	От вершины дельты до устья	0,40—0,60	0,60—0,90	1,10—1,20
"	Исток реки, оголовки дамбы Ново-Ладожского канала	1,20—1,40	1,80—2,00	2,40—2,60
"	Ивановские пороги, мыс Святки	2,00—2,20	2,50—3,00	3,50—4,00
Река Большая Нева	От истока до отделения Средней Невки	0,30—0,40	0,40—0,50	0,50—0,70
То же	От Малой Невки до устья	0,05—0,10	0,10—0,15	0,15—0,20
Река Малая Нева	От истока до устья	0,30—0,40	0,40—0,60	0,60—0,80
Обводный канал	То же	0,15—0,20	0,20—0,30	0,30—0,40
Река Фонтанка	От истока до Аничкова моста	0,20—0,30	0,30—0,40	0,40—0,50
"	От Аничкова моста до устья	0,15—0,20	0,20—0,25	0,25—0,30
Река Мойка	От истока до устья	0,10—0,15	0,15—0,20	0,20—0,25
Канал Грибоедова	То же	0,05—0,10	0,10—0,15	0,15—0,20
Кронверкский пролив	"	0,10—0,15	0,15—0,20	0,25—0,35

Повсюду на реке скорость течения воды находится в прямой зависимости от расхода воды. В пределах нижнего 15—20-километрового участка реки, т. е. от устья до района исток Обводного канала — Володарский мост, на скорость течения, кроме того, влияют нагоны и сгоны воды, а также ветер. При западном ветре во время нагона воды скорость течения заметно падает, а при восточном ветре во время сгона, наоборот, возрастает.

В рукавах и каналах Невской дельты скорость течения воды намного меньше, чем в самой Неве. Характерно, что почти везде скорость течения падает от истока к устью рукава. Есть немало рукавов (река Монастырка, Кронверкский проток, Бумажный канал, река Таракановка и др.) с едва заметным на глаз течением (0,02—0,05 м/сек.). Более того, в части рукавов течение вообще неустойчивое и направлено то в одну, то в другую сторону — в зависимости от водности года, а также силы и направления ветра. Таковы, например, канал Круштейна, Ново-Адмиралтейский канал, реки Пряжка и Екатерингофка.

Течение воды в Невской губе. Расход и уровень воды, сила и направление ветра, наконец, толщина ледяного покрова — вот перечень основных факторов (кстати, весьма переменчивых во времени), воздействующих на систему течений в Невской губе.

Вопрос о системе течений в Невской губе долгое время оставался недостаточно изученным и прояснился лишь в последние годы.

Коснемся вначале системы течений в Невской губе в маловетреную погоду. Воды Невы вливаются в губу по фарватерам взморья и Морскому каналу. Часть воды при этом растекается по отмели у взморья, образуя водоворотные зоны. Наибольшая из этих зон находится между северной дамбой Морского канала и Корабельным фарватером в пределах Белой мели и Канонерской отмели. Далее вся вода соединяется в один мощный поток, охватывающий срединную и северную части губы. С подходом к острову Котлин большая часть воды уходит в Северные ворота и меньшая — в Южные. Этот последний поток воды встречает на своем пути преграду в виде Ораниенбаумской отмели, и часть его отклоняется в южном, а затем и

восточном направлениях, образуя слабое противотечение вдоль южного берега губы. Вблизи оголовка дамбы Морского канала противотечение сворачивает к северу, соединяясь с потоком воды, выходящим из Морского канала. Тем самым замыкается обширная водоворотная зона в южной части губы. У северного побережья из-за резкого



Рис. 25. Система течений в Невской губе (при отсутствии ледяного покрова в маловетреную погоду).

изменения рельефа дна также возникает небольшое противотечение. Около 80% всей воды в Невской губе находится в транзитной зоне, остальные 20% вовлекаются в водоворотные зоны.

Поверхностная скорость стокового течения в начале фарватеров бара $0,40-0,50$ м/сек., в конце фарватеров $0,15-0,20$, в основной

транзитной зоне Невской губы 0,10—0,20, в водоворотных зонах 0,02—0,05 м/сек.

Такая система стоковых течений сохраняется в губе в продолжение 50—70% навигационного периода. С увеличением же расхода воды в реке Неве возрастает площадь транзитной зоны и соответственно уменьшается площадь водоворотных зон.

Ветер над Невской губой во многом меняет нарисованную картину. Водные массы губы вовлекаются ветром в движение, которое называется дрейфовым течением. Западный, встречный ветер сокращает транзитную зону и увеличивает водоворотную. Восточный, попутный ветер приводит к обратному эффекту.

Коренная же перестройка системы течений происходит не столько из-за самого ветра, сколько в результате вызванных ветром колебаний уровня воды. Всякое повышение уровня в Невской губе означает, что из Финского залива в губу поступает морская вода. В случае же спада уровня часть воды из Невской губы перетекает в Финский залив.

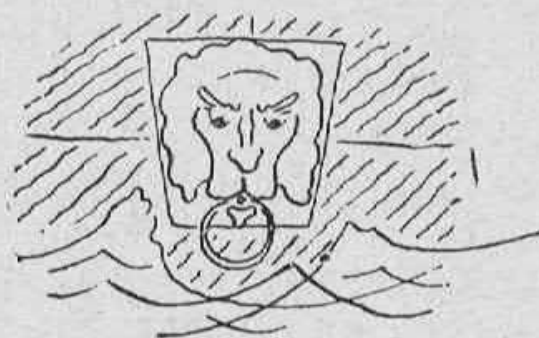
При умеренном западном ветре и небольшой интенсивности повышения уровня (1—3 см/час) резко расширяются водоворотные зоны и сужается транзитная зона. При свежем западном ветре и интенсивности подъема уровня 3—5 см/час поток воды расслаивается: в поверхностном слое течение почти всюду направлено на восток, а в придонном сохраняется западное направление. Наконец, при сильном западном ветре и очень интенсивном повышении уровня (5 см/час и более) течение восточного направления охватывает в губе всю толщу воды от поверхности до дна.

Свежий восточный ветер, сопровождаемый падением уровня воды с интенсивностью 1—3 см/час, приводит к тому, что транзитная зона резко расширяется, а водоворотные зоны соответственно сужаются. В случае сильного восточного ветра и интенсивности спада уровня 4—6 см/час и более поток в губе повсеместно направлен на запад в сторону Финского залива.

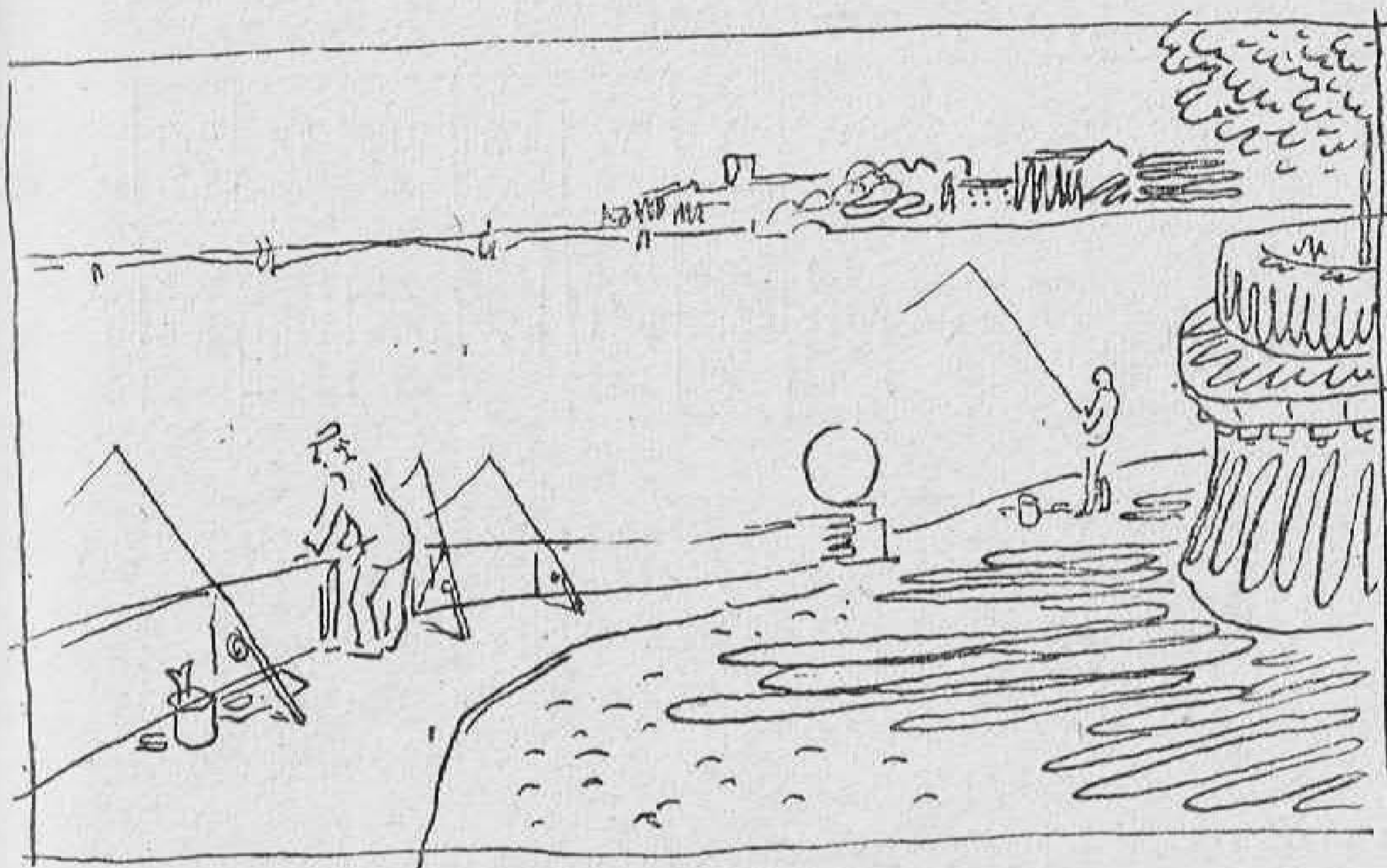
Зимой с появлением ледяного покрова и уменьшением расхода воды заметно падает скорость течения в Невской губе. Частичное же замерзание Ораниенбаумской отмели у острова Котлин и уменьшение пропускной способности Южных ворот приводит к тому, что

обширная водоворотная зона в южной части губы вообще превращается в застойную зону.

На систему течений в Невской губе определенное влияние оказывает деятельность человека, и это приводит порой к самым неожиданным последствиям. Так, в последние годы для нужд строительства города из подводных карьеров в северной части губы вынуто много грунта (около 20 млн. м³). В результате этого воды Большой Невки и Средней Невки сконцентрировались в наиболее глубокой части Елагинского фарватера. Расход воды, поступающей на мористые кромки Собакиной и Северной Лахтинской отмелей, резко уменьшился, а вдольбереговое северное противотечение усилилось. Северный берег Невской губы во многих местах начал смещаться к югу. В частности, вблизи устья Лахтинского разлива берег отступил на 200—300 м к югу.



СВОЙСТВА ВОДЫ



Свойства невской воды от истока до Ленинграда не меняются, поскольку впадающие реки ничтожно малы по сравнению с Невой. Со сбросом же большого объема сточных вод в пределах города некоторые свойства воды претерпевают заметные изменения. Еще более меняются свойства воды в Невской губе, где часть воды застаивается и накапливаются загрязнения.

ТЕМПЕРАТУРА ВОДЫ

Температура воды в реке Неве. Ладожское озеро очень глубокое, его водная толща за весну и лето не успевает хорошо прогреться, поэтому вода в Неве почти всегда холодная (табл. 19).

Средняя месячная температура воды за многолетний период
(град.)

Водный объект	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Река Нева	1,1	6,6	13,5	17,2	16,6	12,3	6,6	1,8
Невская губа (прибрежные районы)	1,2	10,2	16,1	19,4	17,9	12,5	5,8	1,5

Благодаря большой скорости течения и интенсивному перемешиванию температура воды в реке Неве повсюду почти одинакова. С апреля по июль вода в реке теплее, чем окружающий воздух, а с августа по ноябрь — холоднее. Колебания температуры воды в течение суток невелики, в общем они уменьшаются от весны к осени и составляют в мае $0,5-1,0^{\circ}$ и $0,1-0,3^{\circ}$ в октябре. Наиболее теплой вода бывает в конце дня (в 16—18 часов), а самой холодной — ранним утром (в 5—7 часов). Колебания температуры воды от суток к суткам также незначительны. Лишь резкое похолодание или потепление погоды, продолжающееся 5—7 суток и более, вызывает заметное изменение температуры воды.

Вода в реке обычно нагревается до конца июля, затем она начинает охлаждаться. Сведения о наивысшей температуре воды в году помещены в табл. 20.

Таблица 20

Наивысшая температура воды у берега (град.)

Водный объект	Характеристика лета		
	холодное	обычное	жаркое
Река Нева	17—18	20—22	24—25
Невская губа	20—21	22—24	26—28

В среднем температура воды выше 16° , когда продолжается купальный сезон, держится около 1,5 месяца. В холодное лето этот период сокращается до 5—10 дней, а в жаркое удлиняется до 2,5 месяца.

Температура воды в Невской губе. В мелководной Невской губе температура воды в гораздо большей степени следует за температурой воздуха, чем в реке Неве. Этим и объясняется, что весной и летом вода в губе теплее, чем в реке, а осенью холоднее; в губе значительно выше, чем в реке, и наибольшая в году температура воды. Внутрисуточные колебания температуры воды в губе довольно значительны и нередко достигают $2-3^{\circ}$. Заметим еще, что в центральной, наиболее глубоководной части губы весной и летом вода несколько холоднее, чем в прибрежной зоне (на $1-2^{\circ}$), а осенью, наоборот, теплее.

Длительность купального сезона у берегов Невской губы почти такая же, как на верхней и средней Волге, и большей частью составляет 50—70 дней.

МУТНОСТЬ, ЦВЕТ И ПРОЗРАЧНОСТЬ ВОДЫ

Вода, начинающая свой путь на склонах бассейна, прежде чем достичь Невы, протекает через многочисленные озера, где содержащиеся в ней ил и песок оседают на дно. Поэтому вода в Неве чистая, взвесей в ней мало.

Если из Невы набрать воду в сосуд высотой 30—40 см и дать ей отстояться, то осадок на дне будет иметь толщину 0,3—0,5 мм. Этот осадок на $\frac{4}{5}$ состоит из минеральных веществ (ил, песок) и на $\frac{1}{5}$ из органических. Общее содержание взвешенных веществ, минеральных и органических, в невиской воде невелико — 5—10 мг/л. Это в 15—20 раз меньше, чем в волжской или днепровской воде. Меньше всего взвесей бывает зимой (2—3 мг/л) и больше всего осенью (иногда до 30—40 мг/л). Заметим, что при увеличении мутности возрастают затраты электроэнергии и химических реактивов на очистку воды водопроводными станциями.

Цвет и прозрачность речной воды зависят в основном от содержания взвешенных минеральных веществ, т. е. от мутности, и растворенных органических веществ.

Мутность невской воды, как отмечалось, невелика. Содержание органических веществ в ней среднее. Благодаря этому вода в Неве довольно прозрачная. Крупный печатный текст сравнительно легко читается через слой воды, налитой в стеклянный сосуд высотой 30—40 см. Небольшие темные предметы видны в реке на глубине 1—2 м, а белые предметы — на глубине 2,0—2,5 м.

В стеклянном сосуде невякая вода обычно имеет светлую зеленовато-желтоватую окраску, что указывает на присутствие в ней веществ органического происхождения.

Как прозрачность, так и цвет воды меняются в течение года. Весной, в период обильного притока речных вод в Ладожское озеро, усиливается бурый оттенок воды. Речные воды, как более теплые, а следовательно, и более легкие, остаются на поверхности озера и поступают в Неву. На цвет, прозрачность и мутность воды очень влияют штормы на Ладоге, во время которых ветер перегоняет от устьев впадающих в озеро рек к истоку Невы интенсивно окрашенную воду, а главное, волнением поднимаются со дна Шлиссельбургской губы ил и песок. Несколько раз в году прозрачность воды падает до 15—18 см и цвет ее становится светло-коричневым. Известны даже случаи, когда вода в Неве приобретала коричневый цвет, а прозрачность падала до 3—5 см. Многие ленинградцы, не ведая истинной причины изменения окраски воды, приписывали это неисправности водопроводной сети.

Воды реки Невы, вступая в пределы Невской губы, в общем не изменяют своей мутности и прозрачности, если, конечно, погода безветренная. В ветреную же погоду волнение, развиваемое сильным западным ветром, сопровождается взмучиванием ила и песка со дна губы. При этом на отмелях невяского бара мутность воды возрастает до 60—80 мг/л и более. С борта теплохода отмели отчетливо различаются по мутной белесой воде, а фарватеры — по воде темно-синего цвета. Во время сильного восточного ветра более всего возрастает мутность воды вблизи Южных и Северных ворот у острова Котлин.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ

Невская вода слабоминерализована. В среднем содержание растворенных минеральных веществ в ней, или ее минерализация, составляет 56 мг/л, что в 3—5 раз меньше, чем на Волге и Оке. Слабая минерализация объясняется прежде всего особенностями климата и рельефа бассейна. Грунтовые воды, всегда богатые минеральными солями, занимают небольшой удельный вес в питании реки Невы. Поверхностные же воды, снеговые и дождевые, являющиеся главным источником питания Невы, бедны солями, так как почвы бассейна за многие тысячи лет хорошо промыты частыми дождями и обильными талыми водами. Кроме того, значительная часть поверхности бассейна сложена трудноразмываемыми кристаллическими породами.

Содержание минеральных веществ в невской воде подвержено колебаниям в течение года, хотя и не очень значительным — от 30 до 70 мг/л. Наименьшая минерализация отмечается весной, наибольшая — зимой. Ниже, в табл. 21, приводятся данные двух анализов состава растворенных неорганических веществ, типичного для зимнего и летнего полугодий.

Таблица 21

Естественный состав растворенных минеральных веществ в невской воде (мг/л)

Вещества (ионы)	Зимнее полугодие (18 II 1955 г.)	Летнее полугодие (27 VII 1953 г.)
HCO ₃ ' (гидрокарбонаты)	31,7	20,7
SO ₄ " (сульфаты)	5,6	10,8
Cl' (хлориды)	4,1	5,3
NO ₃ ' (нитраты)	0,4	0,4
Ca ^{..} (кальций)	9,6	9,4
Mg ^{..} (магний)	2,2	1,7
Na [.] + K [.] (натрий и калий)	2,8	2,8
Сумма ионов	56,4	51,1

По составу растворенных минеральных веществ невская вода относится к природным водам гидрокарбонатного класса с реакцией воды, близкой к нейтральной ($\text{pH} \approx 7$). Вода в Неве очень мягкая (жесткость 0,4—0,8 мг/экв), не имеет определенного вкуса или запаха. Количество аммиака, придающего воде специфический запах, невелико (0,15—0,20 мг/л).

Содержание веществ органического происхождения в невской воде близко к среднему для речных вод (окисляемость неполная, или перманганатная, 7—9 мг О/л). При этом по весу на долю растворенных веществ приходится в среднем около 25 мг/л, а на долю взвешенных — около 2 мг/л. Органические вещества имеют преимущественно почвенное происхождение, на 80—90% они состоят из весьма устойчивых перегнойных кислот желтоватого цвета — продуктов разложения лесной подстилки.

В 1 л невской воды в зависимости от времени года растворено от 7 до 15 мг кислорода. При низкой температуре воды в Неве это соответствует 90—100% насыщенности воды кислородом, что заметно выше, чем на других равнинных реках средней полосы страны. Высокая насыщенность воды кислородом объясняется главным образом почти постоянным волнением на Ладоге, благодаря чему вода имеет хорошую аэрацию.

Растворенной углекислоты (CO_2), агрессивной на бетон, в невской воде немного (3—5 мг/л). Как ни малы мутность и минерализация воды, но в среднем за год Нева выносит в Финский залив 7 млн. т ила, песка, солей и разных органических веществ (в сутки 19 000 т).

Содержание бактерий среднее — от 50—100 до 700—900 в 1 см³ воды. При этом титр кишечной палочки, или коли-титр, являющийся одним из главных критериев для санитарной оценки качества питьевой воды, составляет от 50 до 5 и менее (титром называется объем воды в см³, в котором найдена одна палочка). По санитарным нормам при централизованном постоянном водоснабжении вода должна иметь коли-титр 333. Поэтому невскую воду, перед тем как направлять в водопроводную сеть, хлорируют или фторируют.

По основным гидрохимическим и микробиологическим показателям Неву от истока до Ленинграда можно считать чистой

рекой (БПК₅ ≈ 1—2 мг O₂/л), в пределах Ленинграда на фарватере — почти чистой, а у берегов — умеренно грязной, местами грязной (БПК₅ ≈ 3—5 мг O₂/л). Химический состав, и в частности степень загрязнения воды, в некоторых рукавах Невской дельты заметно отличается от самой Невы. В особенности это относится к водам Невской губы. В пределах Ленинграда более всего загрязнены реки Охта, Славянка и Красненькая.

РАСТИТЕЛЬНЫЙ И ЖИВОТНЫЙ МИР

Растительный и животный мир в реке Неве. В Неве почти нет водной растительности. Лишь в некоторых местах у самого берега тянется узкая полоса водолюбивой растительности.

Специфические условия реки Невы наложили свой отпечаток на видовой состав рыб. Быстрое течение, холодная вода, отсутствие тихих заводей и водной растительности — все это не благоприятствует жизни рыб. Постоянные обитатели Невы (окунь, ерш, плотва и др.) нетребовательны к условиям внешней среды. В Неве преобладают проходные рыбы, из которых промысловое значение имеют корюшка, ряпушка, минога, отчасти лосось.

Нижняя половина реки более «добычлива», чем верхняя: она дает 95% всей товарной рыбы. Каждая рыба имеет свое место и время лова. Так, минога ловится исключительно в пределах Ленинграда, корюшка — до Кривого колена, ряпушка — до Ивановских порогов, лосось — почти целиком в верхней половине реки. Ежегодно в Неве добывается около 4000—6000 ц рыбы, причем 90% приходится на корюшку. В очень «урожайные» годы улов возрастает до 9000—10 000 ц, а в «неурожайные» падает до 1500—2000 ц.

Основная промысловая рыба — корюшка держится в Неве весной в течение 1,0—1,5 месяца, продолжительность массового хода 15—20 суток. Первые косяки, или холодная корюшка, подходят из Финского залива, когда температура воды достигает 2—3°. Вторая волна, или теплая корюшка, подходит при температуре воды 8—10°.

Корюшка весьма чувствительна к изменению погоды и колебаниям уровня воды. При смене тепла и холода ход рыбы то усиливается, то ослабевает. В случае западного нагонного ветра и подъема уровня воды глубина на отмелях невиского взморья возрастает, и корюшка в большем количестве заходит в Неву.

Из всех рыб, встречающихся в Неве, наиболее ценная — лосось. Взрослый лосось имеет длину 75—90 см и вес 5—8 кг. Нерестилища лосося расположены в верхней части реки в местах с крупногалечным дном и быстрым течением воды. Сейчас уловы лосося невелики. Поддержанием его поголовья занимается рыбозаводный завод в Островках.

В Неве иногда попадаются весьма крупные экземпляры рыб. Например, летом 1956 г. на Синопской набережной в Ленинграде был пойман сом весом 16,8 кг и длиной 1,34 м.

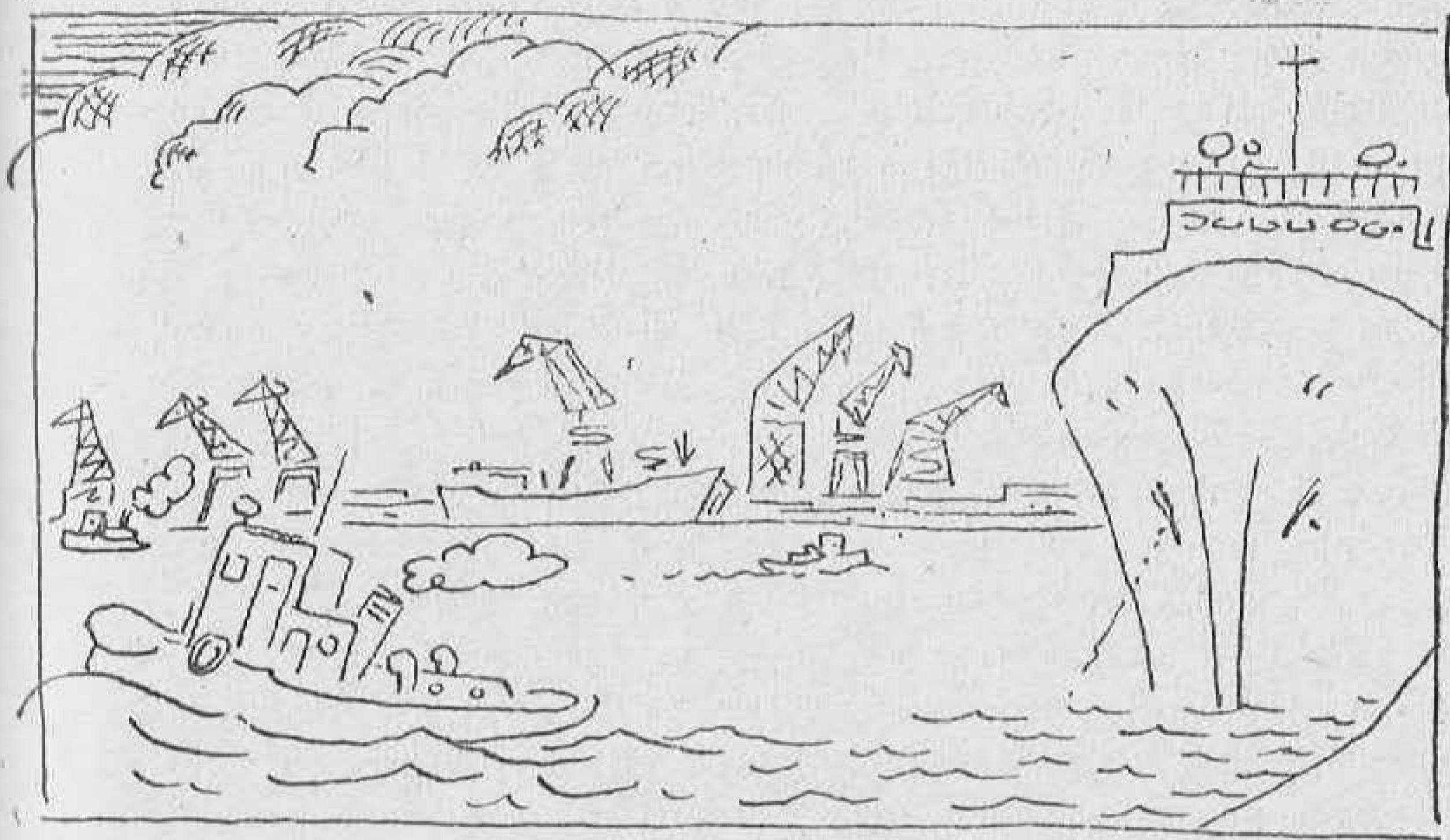
Растительный и животный мир в Невской губе. В Невской губе на отмелях есть участки с водолюбивой растительностью (тростники, камыш, дикий рис и пр.). Летом при тихой погоде кое-где на поверхности появляется плавающая зелень, как говорят, губа цветет. При легком ветре зелень скапливается у берега в виде желто-зеленых полос и пятен. При более сильном ветре ее выбрасывает на берег.

Невская губа — место обитания, нагула и нерестилищ судака, леща, щуки, плотвы и других частиковых рыб. Основное промысловое значение в губе имеют те же проходные рыбы, что и в Неве. В среднем в губе добывается 6000—8000 ц рыбы в год.

Большой вред рыбному хозяйству в устье реки Невы и в Невской губе наносят сточные воды. В местах, где накапливаются загрязнения, все живое гибнет.



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕКИ НЕВЫ



Значение реки Невы чрезвычайно велико. В основном это обусловлено своеобразным географическим положением Невы — приморского звена обширной водной системы страны. Немаловажно и то, что по берегам реки раскинулся второй по величине город нашей страны — Ленинград.

НЕВА КАК ВОДНЫЙ ПУТЬ

Речные водные пути в течение многих веков были в России более удобными и безопасными, чем дороги, прорубленные в дремучих лесах, с трудными переправами через реки, озера и болота.

Среди крупных рек Европейской части страны Нева занимает особое положение. Своими истоками многие реки неевского бассейна граничат с истоками главных русских рек, прежде всего

Волги и Днепра. Водоразделы между ними невысокие, пологие; переход из одной речной системы в другую нетруден. Благодаря этому, а также близости почти незамерзающего Балтийского моря река Нева является начальным приморским звеном огромной водной системы, ведущей в глубь страны. Указанные особенности речной системы Невы были известны еще в глубокой древности.

В X—XI вв. Нева превращается в часть международного водного пути «из варяг в греки», т. е. из Балтийского моря в Черное. Этот знаменитый путь шел по реке Неве, Ладожскому озеру, реке Волхову, озеру Ильмень, рекам Ловати и Кунье, далее волоком к Западной Двине, оттуда снова волоком к Днепру. Вдоль пути «из варяг в греки» возникли многочисленные селения и такие древние русские города, как Новгород на реке Волхов, Великие Луки на реке Ловать, Смоленск и Киев на реке Днепр и др.

На путь «из варяг в греки» выходили вспомогательные речные пути с Волги (по Цне и Мсте, Воложке и Сяси), а также с Северной Двины, Онеги, Западной Двины. Из одной речной системы в другую переходили волоком. Места переходов обживались в первую очередь. О существовании в те далекие времена многих вспомогательных путей и переходов свидетельствуют и поныне сохранившиеся названия деревень и городов в истоках рек, такие, как Волок, Переволоки, Наволоки, Вышний Волочек. Создание новых водных путей и их соединение было постоянной заботой русского народа. На позеленевшем от времени камне, что находится при впадении Волги в озеро Серж, можно прочесть, что в 1133 г. сын ладожского посадника Иванко Павлович намеревался Волгу через Ловать и Полу соединить с Волховом.

С упадком Киевской Руси в XI—XII вв. путь «из варяг в греки» утратил международное значение. Тем не менее роль Невы как водного пути при этом не только не уменьшилась, но продолжала возрастать благодаря усилению и расцвету Новгородской феодальной республики. Господин Великий Новгород становится в XIII в. хозяйственным, политическим и культурным центром обширной территории северо-запада страны. Новгородские купцы взяли в свои руки почти всю внешнюю торговлю русских земель с европейским северо-западом. По реке Неве в то время шли

за границу многочисленные суда, груженные мехом, воском, льном и другими товарами. Из-за границы везли металлы, соль, сукно, вина. По Ладожскому озеру и реке Свирь новгородские бояре посылали на север свои партии холопов и дворчан, и те обживали далекое побережье Белого и Баренцева морей.

С ослаблением Новгорода, подчинением его Москве во второй половине XV в., а также освоением пути в Западную Европу через Архангельск значение Невы уменьшилось. А после захвата невских берегов шведами в 1610 г. Нева утратила для России значение крупного водного пути.

Возвращение Невы России и основание Петербурга (1702—1703 гг.) восстановило былое значение Невы. Из глубинных районов страны в сторону Петербурга потянулись многочисленные караваны барок с «работными людьми», строительными материалами, продовольствием. Имели также значение предпринятые Петром I административные меры, в том числе предоставление льгот иностранным кораблям, прибывающим в Петербург.

С первых же дней основания Петербурга государство приняло на себя заботу об улучшении водных путей. По указанию Петра I были обследованы водоразделы и выявлены возможности замены волоков соединительными каналами. Сам Петр I прошел со своей экспедицией «верст 200 без маленького» по лесам и болотам между Белым морем и Онежским озером примерно по линии нынешнего Беломорско-Балтийского канала. Пешком он прошел также весь сухопутный волок между реками Вытегрой и Ковжей по трассе будущей Марининской водной системы.

Первый соединительный канал (Тверецкий) выкопан в 1703—1708 гг. на водоразделе между рекой Тверцой на волжском склоне и рекой Цной на невском. Канал явился началом для первой в России Вышневолоцкой водной системы, соединившей реку Неву, Ладожское озеро, реку Волхов, озеро Ильмень, реку Мсту, озеро Мстино, реку Цну, водораздельный Тверецкий канал, реку Тверцу, реку Волгу. Сооружением канала руководили голландские инженеры, но построен он был неудачно. Летом не хватало воды и канал мелел. В последующем он был переоборудован талантливым самоучкой Михаилом Сердюковым, который успешно решил вопрос

об усилении водного питания канала, соединив реку Цну с рекой Шлиной и соорудив на водоразделе резервное водохранилище, позволяющее производить попуски воды в реки Цну и Тверцу.

Вышневолоцкая водная система была для своего времени выдающимся гидротехническим сооружением. С устройством системы не только решался важный практический вопрос, но и было положено начало осуществлению грандиозного замысла — объединить в единое целое речную сеть России. А. Н. Радищев в своей известной книге «Путешествие из Петербурга в Москву» так описывал Вышневолоцкую систему: «Никогда не проезжал я сего нового города (Вышний Волочек. — *Р. Н.*), чтобы не посмотреть здешних шлюзов. Первый, которому на мысль пришло уподобиться природе в ее благодеяниях и сделать реку рукодельною, дабы все концы единыя области в вящее привести сообщение, достоин памятника для дальнейшего потомства».

Суда, следовавшие в Петербург по Вышневолоцкой системе, подстерегало бурное в непогоду Ладожское озеро, высота волны на котором порой достигала 4 м и более. Мелкосидящие плоскодонные речные суда зачастую не могли противостоять ветру и волнам и тонули. «Какой великий убыток по вся годы чинится на Ладожском озере, — говорилось в указе Петра I в 1718 г., — что одним сим летом с тысячу судов пропало, а с начала строения сего места (Петербурга. — *Р. Н.*) более 10 тысяч».

Чтобы сделать плавание судов более безопасным, в 1719 г. приступили к сооружению судоходного канала в обход Ладожского озера между истоком реки Невы и устьем реки Волхов. Строительство канала велось разными темпами: в одни годы число строителей достигало 20 000—30 000, в другие — сокращалось до 1000. В 1731 г. канал был открыт для судоходства. Канал шел вдоль берега, но с озером не сообщался, с обоих концов он замыкался шлюзами. Уровень воды в канале был на 2 м выше, чем в озере. Питался канал за счет впадающих в него речек. Воды часто не хватало. Так, в засушливый 1744 г. до Петербурга не смогли дойти тысячи судов, стоимость жизни в городе резко возросла. В другой засушливый (1790) год на канале зазимовало 4000 плотов.

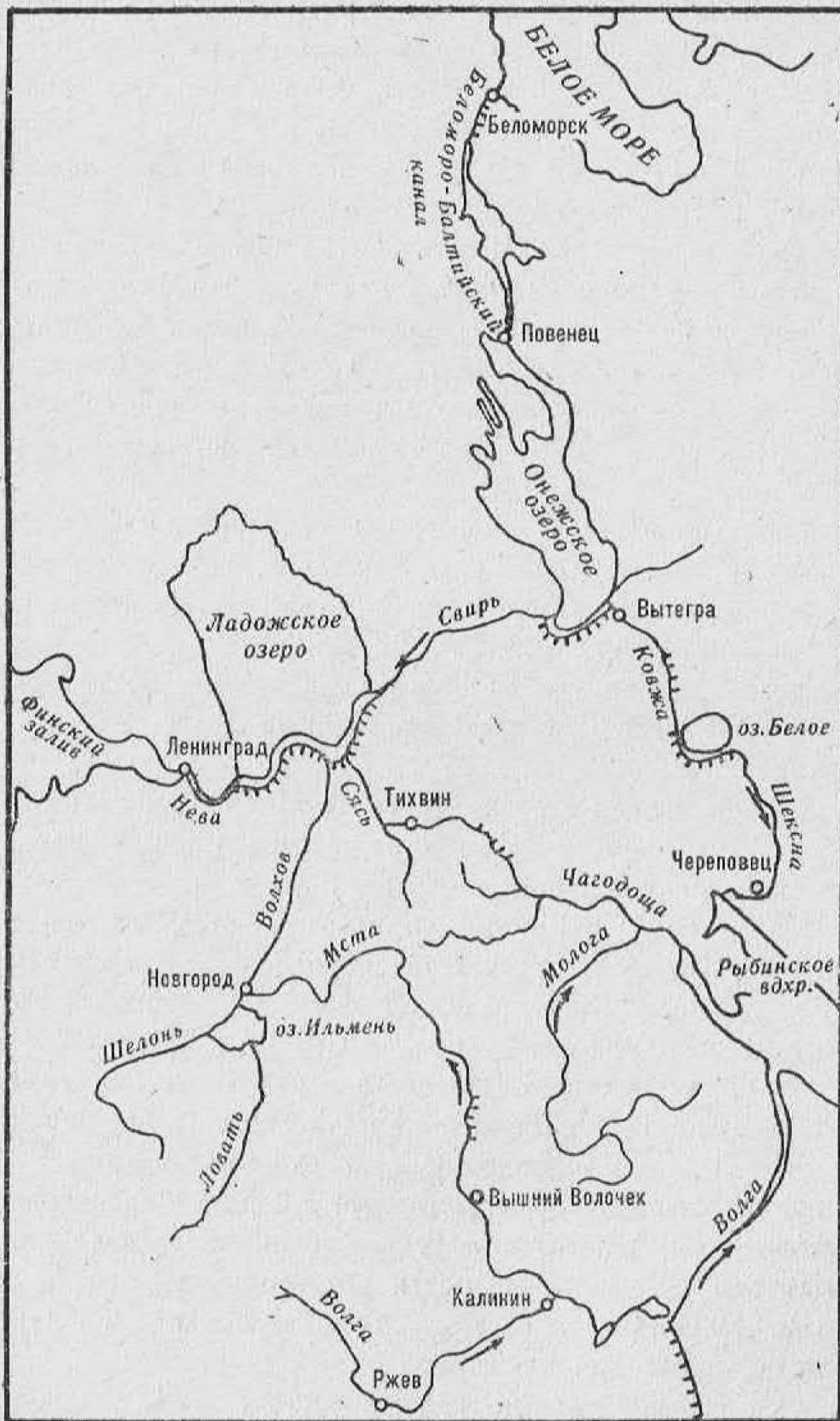


Рис. 26. Вышневолоцкая, Тихвинская и Мариинская водные системы, связывающие бассейн реки Невы с бассейнами Белого и Каспийского морей.

Вышневолоцкая водная система вместе с Приладожским каналом между Невой и Волховом на первых порах более или менее удовлетворяла потребности Петербурга. Однако путь был очень длинный, мешали пороги на Мсте и Волхове, в маловодье участок на Волге между Рыбинском и Тверью (Калинином) мелел, порой недоставало воды для питания водораздельного бьефа.

Во второй половине XVIII в. возникла настоятельная необходимость в устройстве дополнительных соединений с бассейном Волги. С этой целью в 1765—1802 гг. Приладожский канал был продлен до устья реки Сясь, а в 1802—1810 гг. — до устья реки Свирь. В этот же период, в 1799—1802 гг., было начато сооружение Тихвинской и Мариинской водных систем, строительство которых закончилось в 1810—1811 гг.

Тихвинская водная система, или Тихвинский путь (река Нева, Ладожское озеро, река Сясь, река Тихвинка, соединительный Тихвинский канал, река Волчина, река Соминка, озеро Важинское, река Горюнь, река Чагодоца, река Молога, река Волга), более короткий, но неудобный. Служил как вспомогательный путь, по которому ходили небольшие суда, доставлявшие ценные грузы на нижегородскую ярмарку.

Мариинская водная система (река Нева, Ладожское озеро, река Свирь, Онежское озеро, река Вытегра, водораздельный Мариинский канал, река Ковжа, Белое озеро, река Шексна, река Волга) имела тогда перед другими системами то преимущество, что здесь были самые большие глубины. Устройство обходных судоходных каналов вокруг Белого озера между реками Ковжей и Шексной (1846 г.) и вокруг Онежского озера между реками Свирью и Вытегрой (1852 г.) сделали эти преимущества еще более явными. Основной грузопоток начинает перемещаться с Вышневолоцкой системы на Мариинскую. В 1863—1869 гг. по Мариинскому пути уже перевозилось почти $\frac{2}{3}$ всех грузов, следовавших в Петербург с Волги. Дальнейшее переоборудование этой системы еще более улучшило условия плавания. В результате в 1890—1895 гг. почти все водные перевозки перемещаются на Мариинскую систему. Вышневолоцкий и Тихвинский водные пути теряют свое значение.

Для всех соединительных водных систем между Балтийским,

Белым и Каспийским морями особое значение всегда имели и сейчас имеют Приладожские каналы.

До ввода в строй Тихвинской и Мариинской системы (1810—1811 гг.) Приладожский канал в общем обеспечивал пропуск всех грузов. С началом действия этих систем грузовые перевозки резко возросли. Участок Приладожского канала между реками Невой и Волховом, где сходились все грузопотоки, уже не справляется с про-



Рис. 27. Южная часть Ладожского озера. Выходы из Вышневолоцкой (I), Тихвинской (II) и Мариинской (III) водных систем.

1 — Новая линия Приладожских каналов, 2 — Старая линия Приладожских каналов.

пуском судов и плотов. Надо было расширить и углубить канал. Сделать это можно было, либо усилив питание канала и повысив тем самым уровень воды между концевыми шлюзами на 1,0—1,2 м, либо непосредственно углубив канал. В 1826 г. были перестроены шлюзы и поставлен мощный паровой насос, подававший из Ладожского озера в канал около 300 000 м³ воды в сутки, но канал засорился и обмелел, берега обвалились, и эти меры уже не могли исправить положения. Необходимо было чистить канал.

Летом очистить канал было невозможно. Это мешало бы судоходству, которое и без того испытывало большое напряжение. Например, в 1850—1860 гг. в сторону Петербурга по каналу ежегодно проходило 15 000 судов и 10 000 плотов. Для чистки же в зимних условиях требовалось не менее семи лет. Кроме того, вести земляные работы зимой в суровых климатических условиях в болотистой местности было чрезвычайно трудно. При сложившейся обстановке было принято единственное для того времени правильное решение: строить новый канал параллельно старому, но с большими габаритами. Новый канал между истоками реки Невы и устьем реки Волхов был построен в 1861—1866 гг. После 1866 г. грузооборот продолжал нарастать, и лимитирующим стал участок старого канала между устьями рек Волхов и Сясь, а затем между реками Сясь и Свирь. Новую линию каналов на этих участках построили в 1878—1882 гг.

Новая линия Приладожского канала в отличие от Старой линии свободно сообщается с Ладожским озером в тех местах, где канал пересекается впадающими в озеро реками. Этим самым обеспечивается устойчивое питание канала водой из озера. С постройкой Новой линии Приладожского канала Старая линия утратила былое значение. В сторону Петербурга по Старой линии перевозились строительные материалы и грузы, не представлявшие особой ценности, из Петербурга возвращался порожняк. В настоящее время Старая линия Приладожского канала почти не эксплуатируется.

Сооружение Приладожских каналов — яркое свидетельство огромного трудолюбия и упорства русского народа. Во время строительства был выполнен огромный объем земляных работ, который только на Новой линии канала достиг 35 млн. м³.

Строительство Приладожских каналов велось примитивными техническими средствами в условиях малонаселенной болотистой местности. На значительном протяжении грунт канала представлял собой плотную глину с включением большого количества валунов и крупной гальки. Мириады комаров, тучи мошек причиняли людям страдания. Простудные, желудочно-кишечные и другие заболевания были причиной большой смертности. Приладожские каналы, можно сказать, вымощены костями и наполнены слезами народными.

Движение по приладожским каналам шло в обе стороны. При

этом по Новой линии следовали суда, направлявшиеся в Петербург, а по Старой линии — возвращавшиеся из Петербурга. Грузовые перевозки осуществлялись на обычных для того времени речных судах различной конструкции, а также на плотах. Для перевозки пассажиров использовались так называемые трешкоты — плоскодонные суда длиной 16 м, шириной около 4 м и высотой борта над водой 1,5 м. Барки и плоты тянула одна или две пары лошадей на лямке. Лошади шли по одному берегу, поэтому судно всегда было немного накрено набок. Нередко судно тянули бурлаки.

Путь по Приладожским каналам был тяжелый. На долю пассажиров выпадало немало мытарств и невзгод. Вот как описывает такое путешествие в 1875 г. А. П. Андреев:

«Отвалив от берега, трешкотчик, здоровенный, нередко выпивший мужик в ситцевой ярко-цветной рубашке и плисовых шароварах, охриплым басом, сняв шапку, командует:

— Сеня, молись богу! Православные, делайте то же!

Первые слова относятся к парню лет 16, находящемуся у лошадей погонщиком, и поэтому Сеня, сидя верхом на лошади, снимает шапку и крестится. Православные пассажиры тоже встают со своих мест и молятся о благополучии пути. После такого религиозного обычая по лошадиным бедрам хлыстает несколько раз кнут, и они пойдут ускоренным шагом, а равномерно ему движется и трешкот...

К вечеру трешкот подходит к деревне Шильдиха (20 верст от Шлиссельбурга)... В этом месте бывает самая сильная задержка судоходства.

Ночью трешкот идет еще медленнее, все тихо, только иногда кормчий охриплым басом протяжно прокричит:

— Сеня, махни!

Сеня погонщик, сидя на лошади, дремля, махнет кнутом по лошадям, лошади махнут хвостами, и снова все по-прежнему...

Верхние пассажиры от всех осенних непогод совершенно беззащитны... Каюта общая переполнена народом так, что не только ступить негде, но палки просунуть невозможно. Случилось нам раз заглянуть туда, и мы попали в какую-то густо-атмосферную ванну! Наша свеча горела тускло, и при ней нельзя было разглядеть, что там такое было. Можно было видеть только в ящичке, длиной и

шириной в 1,5 сажени да в сажень вышины, натискано столько народу, что для такого числа требовалось помещение, по крайней мере, в десять раз более. Тут на лавках и сидели, и лежали, а пол вплотную занят чем-то и белым, и серым, и черным. Коридоры около кают были тоже завалены лежащим народом. Мужички, кто не попал в общую, т. е. не мог по своим денежным средствам, те лежали на верхней палубе все мокрые, и даже под ними-то были лужи».

В XVIII и XIX вв. подавляющее большинство судов, направлявшихся из центральных районов страны в Петербург, следовало по Приладожским каналам. Но с ростом грузооборота и увеличением габаритов судов все большая часть грузов начала перевозиться непосредственно по Ладожскому озеру на крупных судах, специально приспособленных для плавания в озерных условиях. Глубокосидящие суда останавливались перед истоком Невы. Вход в Неву преграждала обширная песчано-каменистая отмель на юге Шлиссельбургской губы. Здесь, вблизи истока, на Кошкинском рейде, открытом ветру и волнам, производилась перевалка грузов на мелкосидящие суда. Работа была тяжелой и опасной. Часто происходили несчастные случаи и аварии. Так, например, за пять лет (1894—1898 гг.) при крупных авариях затонуло 12 судов. Возникла настоятельная необходимость в устройстве специальной судоходной прорези через отмель, что и было выполнено в 1902—1908 гг. Прорезь стала называться Кошкинским фарватером.

Такова вкратце история развития водных путей невского бассейна в дореволюционный период.

В 1931—1933 гг. бассейн реки Невы получил еще одну соединительную систему — Беломорско-Балтийский канал (Онежское озеро — река Повенчанка — водораздельный бьеф — река Тележинка — Выг-озеро — река Нижний Выг — Белое море). Длина канала от города Повенец на Онежском озере до города Беломорск на Белом море — 227 км. По сравнению с внешним морским путем вокруг Северной Европы канал сократил путь из Балтийского моря в Белое почти на 4000 км.

Ныне река Нева и Ладожское озеро являются конечными звеньями Волго-Балтийского водного пути им. В. И. Ленина, пролегшего от Ленинграда до Рыбинска; длина пути — 1000 км, гаран-

тированная глубина — 4 м. Путь проходит по реке Неве, Ладожскому озеру, реке Свири, Онежскому озеру, Волго-Балтийскому каналу, пролегшему по руслам реки Вытегры на невом склоне и реки Ковжи на волжском, Белому озеру, реке Шексне, Рыбинскому водохранилищу. Волго-Балтийский водный путь, или сокращенно Волго-Балт, заменил старую Мариинскую систему, просуществовавшую более полутора столетий. Вместо прежних 39 небольших деревянных шлюзов в руслах рек Вытегры и Ковжи соорудили 7 больших шлюзов из бетона и железа. При строительстве канала выполнен огромный объем работ, вынута и перемещено 63 млн. м³ грунта, в дамбы и плотины уложено 700 000 м³ железобетона.

О важном народнохозяйственном значении Волго-Балта свидетельствуют такие цифры. В навигацию 1970 г. по Волго-Балту перевезено 10,5 млн. грузов и прошло 75 000 судов и плотов. Время плавания судна между Ленинградом и Рыбинском сократилось со 100—120 суток в 1810 г. до 20—25 суток в 1970 г.

Одна из особенностей Волго-Балта — это чрезвычайная пестрота природных условий. Здесь и тихие водораздельные бьефы с однообразными глубиной и шириной, и бурное в непогоду Ладожское озеро, и река Нева с быстрым течением. Значительная скорость течения воды на Неве, в особенности на Ивановских порогах, представляет немалые трудности для судовождения. На Ивановских порогах судоводитель должен считаться еще и со свальным, т. е. направленным к берегу течением. По выходе из узкости у мыса Святки поток сохраняет свое первоначальное направление, а затем каменистым выступом правого берега отбрасывается к левому. Свальные течения наблюдаются также в некоторых других местах — в Кривом колене, у острова Орешек и т. д. Направление течения здесь меняется настолько резко, что нос судна нередко оказывается в одной струе, а корма — в другой.

На Неве девять мостов. Это некоторым образом лимитирует судоходство. При прохождении под мостами судоводителю приходится учитывать направление и силу ветра, скорость течения, высоту волны. Все мосты, кроме двух железнодорожных, разводные. Разводка производится один или два раза в ночь с 2 до 6 часов. Время разводки каждого моста рассчитано таким образом, чтобы пока судно

пройдет один мост и дойдет до следующего, последний был бы уже разведен. На большинстве мостов левые судоходные пролеты взводные, а правые спусковые.

Несмотря на то, что на Неве есть место, где судоходство затруднено, в целом река является первоклассным естественным водным путем с довольно значительными глубиной и шириной, с размываемыми дном и берегами. Поэтому пропускная способность ее практически неограниченна. Сейчас на Неве ходят речные суда длиной до 140—150 м и грузоподъемностью до 6000—8000 т.

На коротенькой Неве имеется 16 пассажирских пристаней. Постоянно действуют четыре перевоза. Кроме того, в Ленинграде четыре порта — Морской, Речной, Лесной и Рыбный. Ленинградский речной порт не представляет собой единого целого: пассажирские пристани, грузовые причалы, склады и ремонтные базы расположены во многих местах города в пределах четырех грузовых районов — Невского, Отрадного, Лахтинского, Василеостровского. Всего на речных и морских причалах Ленинграда сейчас перерабатывается 18 млн. т грузов в год.

Выше Ленинграда Нева является только транзитным путем. В пределах же города вместе с многочисленными рукавами и каналами дельты река служит крупным узлом водных путей. Здесь скрещиваются транзитные речные и морские пути, а также внутригородские водные пути.

Водные перевозки внутри самого города достигают значительных размеров. В 1965—1970 гг. ежегодно перевозилось 7—10 млн. т грузов (преимущественно строительных материалов) и 5—7 млн. пассажиров.

Устье и дельта реки Невы всегда были частью акватории Морского порта. В течение первых трех десятилетий после основания города Морской порт находился на южном берегу Городского (ныне Петроградского) острова на Троицкой площади (сейчас площадь Революции), которая тогда была центральной площадью строящегося города. Затем, в 1733 г., порт был переведен на восточную стрелку Васильевского острова, туда, где ныне находится Пушкинская площадь. Причалы располагались в основном по левому берегу Малой Невы на теперешней Тучковой набережной. С ростом грузо-

перевозок площадка на острове стала тесной, движение затруднялось мостами. В порт на Васильевском острове могли приходить лишь суда с осадкой не более 2,5 м. А в середине прошлого столетия парусные суда стали вытесняться паровыми, имевшими значительно большую осадку, они не могли входить в Неву и разгружались в Кронштадте. Отсюда на мелкосидящих судах грузы доставлялись либо в порт на стрелку, либо к многочисленным городским причалам. Доставка грузов из Кронштадта в Петербург обходилась дорого, на это затрачивалось 12—15 суток. После прокладки Морского канала (1874—1885 гг.) порт был перенесен на новое место в юго-западную часть дельты реки Невы.

Мысль о создании морского судоходного канала возникла в первые же десятилетия существования Петербурга. Сохранились документы, свидетельствующие о том, что в 1715—1721 гг. некий безвестный автор предлагал проект устройства Обходного канала вдоль южного берега Невской губы. По мысли автора этого проекта, канал должен был брать начало из реки Екатерингофки против середины Гутуевского острова и, проходя несколько севернее нынешнего Петергофского шоссе, оканчиваться у Петродворца. Проекту не суждено было осуществиться, возможно потому, что в это самое время было начато сооружение Лиговского и Приладожского каналов и на этот канал сил уже не хватило.

Ленинградский морской торговый порт сооружался в 1874—1885 гг. Обширная акватория порта с запада ограничивается Угольным молем и Северной дамбой, соединяющей Канонерский остров с дамбой Морского канала. С востока границей служит мост Лейтенанта Шмидта на Большой Неве. Порт неоднократно переоборудовался и стал в настоящее время первоклассным портом мира, крупнейшим в стране. Множество иностранных и отечественных кораблей ежегодно доставляют сюда миллионы тонн грузов и десятки тысяч пассажиров.

Таким образом, дельта реки Невы всегда являлась важнейшим узлом водных путей — морских, речных и внутригородских. Наиболее напряженными перевозки были в последней четверти прошлого века. Так, например, в 1898 г. в Петербург прибыли 3549 иностранных кораблей, на берегах рек и каналов разгрузилось

20 737 речных судов и свыше 20 000 плотов. Внутри города пассажиров перевозили 236 пароходов, 240 разных других судов, 306 перевозных ящиков, 337 шлюпок. В городе имелось 135 пароходных пристаней. За год по воде было перевезено 13 млн. пассажиров. Реки и каналы города напоминали в то время оживленные улицы. В разных направлениях днем и ночью по ним сновало множество пароходов, катеров, барж, плотов, лодок. Погрузочно-разгрузочные работы велись одновременно на сотнях причалов. У берегов подчас не хватало места для всех судов.

Сейчас удельный вес водных перевозок, в особенности внутригородских, в общем грузообороте города резко упал, но не столько за счет уменьшения общего тоннажа грузов — он сравнительно мало изменился, — сколько за счет резкого сокращения числа плавающих судов, грузоподъемность которых значительно увеличилась. Тем не менее, дельта реки Невы по-прежнему остается важным узлом водных путей страны. В ближайшие годы на Неве будет сооружен новый речной порт.

НЕВА КАК ИСТОЧНИК ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Снабжение такого большого города, как Ленинград, хорошей питьевой водой представляет собой сложную задачу.

В первый период существования города вопрос о снабжении его водой специально никак не решался. Население брало воду из рек и каналов. С ростом города реки и каналы все больше загрязнялись, а окраины оказывались вдали от водных источников. Горожане стали пользоваться водой из колодцев. В 1837—1839 гг. в Петербурге насчитывался 1321 колодец. Колодезная вода из-за болотистого характера местности была недоброкачественной. Со временем ее качество еще более ухудшилось, так как и почва города загрязнялась нечистотами. К середине прошлого столетия остро встал вопрос о централизованном снабжении города хорошей питьевой водой.

В 1859—1863 гг. была сооружена первая большая водопроводная станция вблизи Таврического сада. Вода подавалась непосред-

ственно из Невы без очистки; только крупные примеси, например щепки, водоросли, задерживались сетками. Тем не менее эта вода ценилась высоко и разбиралась нарасхват. Однако невольская вода содержала сравнительно много веществ органического происхождения. По этой причине, а также потому, что загрязнение нечистотами коснулось уже самой Невы, бактериальный состав воды становился все хуже. Эпидемии желудочно-кишечных заболеваний следовали в Петербурге одна за другой.

К концу XIX — началу XX в. возникла настоятельная необходимость в коренном переустройстве всей системы водоснабжения. Специальная комиссия, занимавшаяся разработкой проекта, внимательно изучала три возможных источника водоснабжения: реку Неву, Ладожское озеро, реки и источники Силурийского плато (в верховьях рек Ижоры и Оредежи). Предпочтение было отдано Ладожскому озеру. Место забора воды должно было находиться у маяка Осиновец, на западе Шлиссельбургской губы, в 1 км от берега. Намечалось подавать воду в город по специальному водоводу. В 1913—1914 гг. приступили к строительству Ладожского водопровода, но разразившаяся первая мировая война приостановила эти работы.

Вопрос об источнике водоснабжения долго оставался открытым, так как казалось технически невозможным очистить и обезвредить огромное количество воды, нужное городу. Питательная вода была неважной. Старые петербуржцы еще помнят, как охотно жители раскупали свежую ладожскую воду, которую доставляли в город пароходы в бочках и цистернах.

Сейчас источником водоснабжения Ленинграда служит река Нева, отчасти Невская губа. Действует несколько водопроводных станций, подающих в сеть 2,2 млн. м³ воды в сутки. Для уничтожения болезнетворных микробов невольская вода вначале хлорируется, затем насыщается аммиаком, чтобы отбить неприятный привкус хлора, наконец, обрабатывается сульфаталюминием для осаждения органических веществ и пропускается через фильтр — толстый слой песка. Питательная вода в Ленинграде безупречного качества и полностью отвечает всем требованиям общесоюзного стандарта.

По приблизительным подсчетам для нужд населения и промыш-

ленности Ленинграда и других населенных пунктов всего из Невы забирается около 3,5 млн. м³ воды в сутки, что соответствует расходу воды в 40 м³/сек. Как ни велико количество забираемой воды, оно составляет ничтожную долю стока воды в реке — около 1,5%. Воды в Неве очень много; ее может хватить для снабжения сотни таких городов, как Ленинград. Благодаря примечательным особенностям реки Невы вообще и свойств ее воды в частности водоснабжение Ленинграда находится на высоком уровне, недоступном многим крупным городам мира.

В последнее время Нева привлекает к себе внимание ученых и инженеров и как возможный источник пополнения скудных водных ресурсов южных районов страны.

Природа несправедливо распределила водные ресурсы по территории страны. На южные засушливые районы Европейской части СССР, где проживает треть населения страны, приходится всего 5% речного стока. Уже сейчас здесь остро не хватает чистой пресной воды. Со временем дефицит еще более возрастет. Подсчитано, что в начале следующего века равнинным районам, расположенным к югу от линии Кишинев — Харьков — Саратов — Оренбург, дополнительно потребуется около 100 км³ воды в год, что равно стоку таких рек, как Днепр, Дон и Днестр вместе взятых. Эту воду могут дать многоводные северные реки — Печора, Мезень, Вычегда, Сухона, Онега. Часть воды можно «одолжить» и в невом бассейне.

В ближайшие 5—10 лет представляется реальной лишь переброска воды из бассейна Онежского озера на волжский склон в объеме 5 км³ в год, чему соответствует средний годовой расход 158 м³/сек. Вода будет забираться из Онежского озера и с помощью пяти мощных насосных станций при действующих шлюзах на реке Вытегре, являющейся частью Волго-Балтийского канала, подниматься до водораздельного бьефа на высоту 80 м. Затем вода самоотеком пойдет по реке Ковже в Белое озеро, оттуда через реку Шексну в Рыбинское водохранилище. Осуществление этого проекта почти не затронет интересов гидроэнергетики и речного транспорта. Так, средний многолетний уровень Онежского озера понизится всего на 0,40 м (с 32,90 до 32,50 м БС), а Ладожского озера — на 0,20 м

(с 4,87 до 4,67 м БС). Средний же многолетний расход воды в реке Свирь уменьшится на 25%, а в Неве — на 6%.

В более отдаленной перспективе речь уже может идти об изъятии воды из неевского бассейна для переброски ее на волжский и днепровский склоны в объеме 30—35 км³ в год. Это примерно равно стоку такой реки, как Дон (в устье).

Вот возможные пути переброски:

— по реке Вытегре (с забором воды из Онежского озера) — до 15 км³ в год. Вода перебрасывается на волжский склон по трассе Волго-Балтийского канала;

— по рекам Сясь и Тихвинка (с забором воды из Ладожского озера) — до 10 км³ в год. Вода направляется на волжский склон по линии бывшего Тихвинского водного пути;

— по рекам Ловать и Куныя (с забором воды из озера Ильмень) — до 10 км³ в год. Вода подается на Днепровский склон через верховье реки Западной Двины и далее к истоку реки Днепр по трассе древнего водного пути «из варяг в греки».

Вследствие большого изъятия воды произойдут значительные изменения водного, ледового и термического режимов крупных рек и озер неевского бассейна. Это затронет много отраслей народного хозяйства. Так, Верхне- и Нижнесвирская ГЭС будут превращены в гидроаккумулирующие станции, используемые для покрытия пиков суточной нагрузки ленинградской энергосистемы. Чтобы не нарушить нормальную работу речного транспорта, потребуется заплюзовать нижний участок реки Свирь между Нижнесвирской ГЭС и Ладожским озером, а также возвести регулирующий гидроузел на Неве для поддержания нужных уровней воды в верхней части Невы и на Ладоге. С целью задержания весенних вод в озере Ильмень в истоке Волхова понадобится соорудить низконапорную плотину.

Самое главное, с чем нужно считаться при планировании перебросок воды — это санитарное состояние Невской губы, в особенности с учетом перспектив реализации проекта защиты Ленинграда от нагонных наводнений. Любые изъятия воды в объеме свыше 10—15 км³ в год не допустимы до постройки централизованных очистных сооружений с полной механической, химической и биологической очисткой сточных вод Ленинграда и других городов.

НЕВА КАК ПРИЕМНИК СТОЧНЫХ ВОД.

ВОПРОСЫ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ЛЕНИНГРАДА

Многие крупные города мира испытывают немалые затруднения с отводом сточных вод. Ленинград почти не знает подобных трудностей. Его многочисленные реки и каналы служат приемником промышленных, бытовых, дождевых и талых снеговых вод.

Петербург долго не имел хорошей канализации. Не было специальных отстойников и очистных сооружений, и почти все городские нечистоты и мусор попадали в реки и каналы. Это пагубным образом отражалось на их состоянии. В середине прошлого века река Фонтанка местами имела вид «какой-то зеленой трясины», а реки Карповка, Пряжка и Таракановка дошли «до невообразимого санитарного состояния». Специальные штрафы на домовладельцев, спускающих нечистоты в реки, налоги на зимующие в реках суда и прочие меры не могли исправить положения.

В настоящее время почти вся территория города замощена или заасфальтирована. Дождевые и талые снеговые воды, ранее заболачивавшие местность, отводятся по канализационным трубам в реки и каналы. И все же состояние водоемов и водотоков Ленинграда в целом пока нельзя признать вполне удовлетворительным. По мере роста города непрерывно увеличивается объем сбрасываемых сточных вод, который оценивается сейчас в среднем в 4 млн. м³ в сутки. Многие рукава и каналы, имеющие небольшие расходы и малые скорости течения, сильно загрязнены. Из притоков Невы более всего загрязнены реки Ижора — сюда попадают сточные воды Колпино и Гатчины, Славянка — за счет сбросов сточных вод Пушкина и Павловска, Охта, которая принимает отработанную воду химических, деревообделочных и других предприятий.

До недавнего времени тревожным было положение с загрязнением вод Невской губы. И это несмотря на громадную самоочищающую способность Невской губы. Кроме 80 км³ в год неврской воды,

сюда при нагонах поступает еще 20 км³ чистой морской воды. Если учесть, что объем воды в губе около 1,2 км³, то получится, что в среднем каждые четыре дня вода в губе полностью обновляется. При частых штормах и сильном волнении вода в губе хорошо перемешивается и насыщается кислородом.

Санитарное состояние Невской губы находится в большой зависимости от гидрометеорологических условий. После продолжительной и суровой зимы состояние губы ухудшается, в особенности если год маловодный. Интенсивность разбавления воды в застойной зоне губы резко увеличивается в многоводный год с частыми осенними штормами.

За последние годы много сделано для улучшения санитарного состояния водотоков и водоемов Ленинграда. Вдоль рек Фонтанки, Мойки, Пряжки и Екатерингофки, каналов Обводного, Грибоедова и Крюкова проложено 52 км перехватывающих тоннельных коллекторов (по габаритам своего рода небольшое метро). Ведутся работы по подключению канализационных выпусков к тоннельным коллекторам.

Почти пятьсот предприятий и организаций города имеют локальные очистные сооружения. На них подвергается очистке около половины всех промышленных сточных вод. Вступила в строй первая очередь централизованных очистных сооружений для юго-западной части города. Почти на ста промышленных предприятиях введена оборотная система водопотребления, при которой добавка свежей воды составляет всего 10—15% нужного количества. Переоборудуются плавающие суда и приобретаются новые для вывоза грязного грунта за пределы губы. Наконец, завершается работа по оборудованию судов сепараторами и цистернами для сбора льяльных, подсланевых и фекальных вод, а также сухого мусора и пищевых отходов с целью доставки их на береговые и плавучие очистные станции. Немаловажно и то, что состав сточных снеговых и дождевых вод постепенно изменяется к лучшему благодаря асфальтированию улиц и площадей, очистке воздушного бассейна (в частности, за счет перехода от твердого топлива к газовому), разбивке новых парков и садов.

Все это благотворно сказалось на санитарном состоянии вод Ленинграда. Стали чистыми Фонтанка, Зимняя канавка, Лебяжий

канал, Пряжка, Крестовка и другие водотоки. В Фонтанке появилась рыба. Процесс загрязнения Невской губы стабилизировался. В транзитной зоне губы наметилась явная тенденция к уменьшению загрязнения.

В ближайшие 10—12 лет все сточные бытовые и промышленные воды, а также значительная часть снеговых и дождевых вод будут перехватываться коллекторами и перед сбросом в Невскую губу подвергаться полной механической, химической и отчасти биологической очистке. Уже сейчас полным ходом ведутся строительные работы по возведению крупных очистных сооружений на острове Белый для юго-восточной и центральной частей города. Сюда по тоннелю диаметром 5 м будет поступать до 30 м³/сек. сточных вод. Подобные сооружения предстоит возвести вблизи Горской для северной части города и в районе Стрельны для южной части. К 1977 г. производительность централизованных очистных сооружений составит 0,8 млн. м³ воды в сутки, а к 1983 г. — около 3,0 млн. м³. Ведутся реконструкция и строительство очистных сооружений для Зеленогорска, Сестрорецка, Петродворца, Колпино, Пушкина и других городов, сточные воды которых также поступают в реку Неву и Невскую губу. Необходимо, однако, отдавать себе отчет в том, что даже после реализации всех намеченных мероприятий санитарное состояние обширной водоворотной зоны в южной части Невской губы не будет отвечать необходимым требованиям. В воронке Большой Невы понадобится соорудить струенаправляющую дамбу и через территорию Морского торгового порта направить в южную часть губы поток воды с расходом 200—300 м³/сек. Возможно и другое решение, например, проложить через обширную Ораниенбаумскую отмель у Южных ворот — а именно эта отмель и служит главной причиной существования водоворотной зоны — несколько широких и глубоких подводных прорезей, подобных Кошкинскому фарватеру вблизи истока Невы и Морскому каналу на невском баре.

Реки, каналы и водоемы города — это и места отдыха ленинградцев. Давно уже стали традиционными прогулки на теплоходах, катерах и лодках. К услугам ленинградцев золотистые песчаные пляжи на острове Заячьем у стен Петропавловской крепости, на зеленых островах Елагином, Крестовском, Трудящихся и т. д.

Одно из самых любимых мест отдыха — северный берег Невской губы, который окаймлен полосой хвойных лесов и вековых парков. Высокий берег между Лисьим Носом и Зеленогорском защищает прибрежную полосу от холодных северных ветров. На отмелях у берега вода хорошо прогревается.

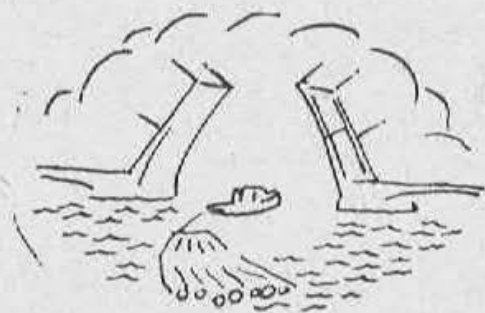
НЕВА КАК ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

Мысль об использовании энергии реки Невы приходила ученым давно. Впервые проект сооружения гидроэлектростанции на Неве был предложен инженером Н. Н. Бенардосом. Самым удобным местом для постройки ГЭС «с десятков-другой тысяч лошадиных сил» автор считал Ивановские пороги. Он предлагал возвести металлический мост и в каждом его пролете поместить водяное колесо, которое можно было бы в случае необходимости поднимать (например, при ледоходе или ледоставе). В последующем стало очевидным, что лучше строить ГЭС у Невского лесопарка или в Усть-Ижоре.

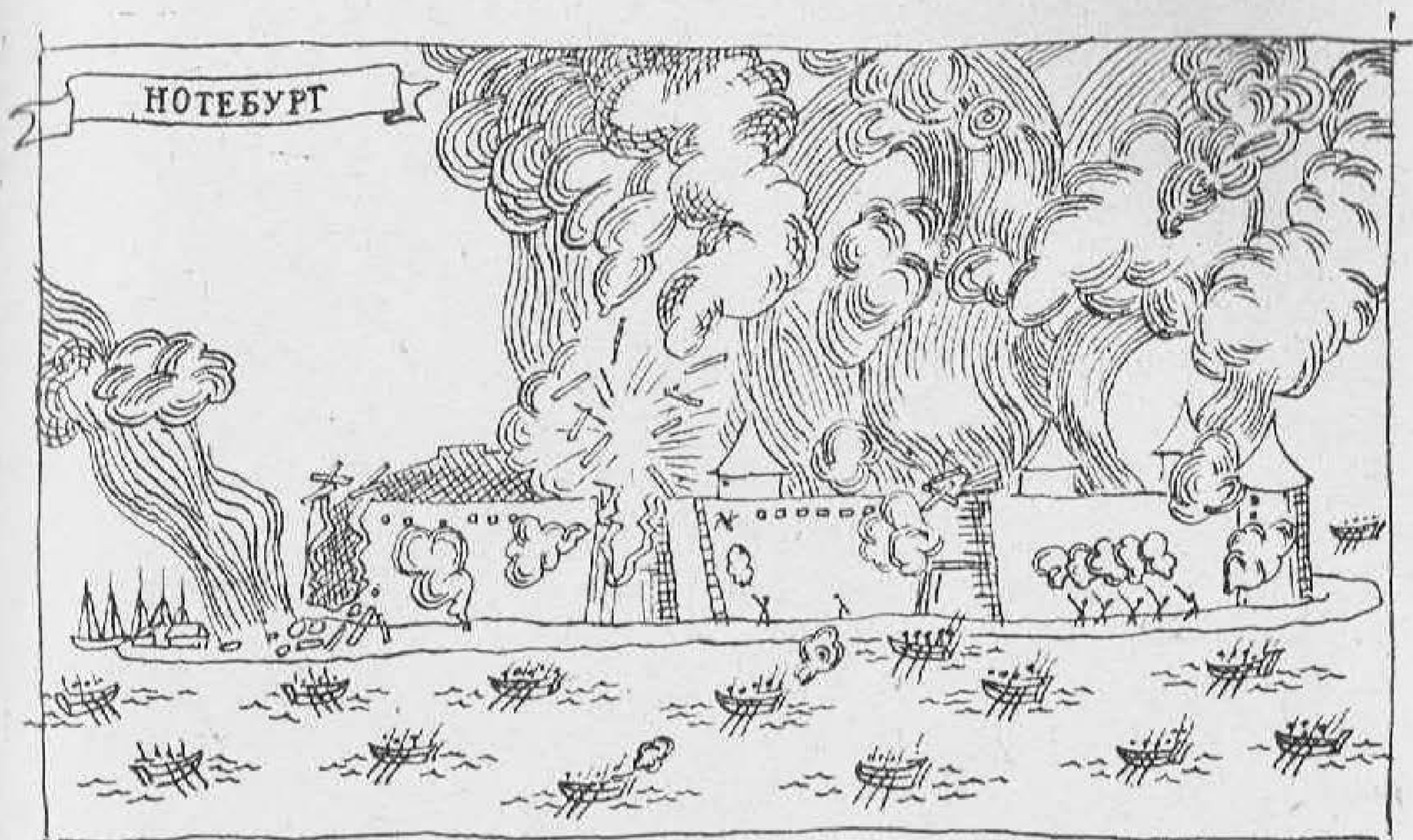
Нужно отметить, что река Нева не вполне благоприятный объект для использования ее энергии. Главная причина этого — небольшой перепад уровней воды между истоком и устьем и низкие берега в южной половине Ладожского озера. Невская ГЭС в Кривом колене может иметь напор воды всего 3,0—3,5 м, установленную мощность около 80 000 квт и выработку в среднем 400 млн. кВт · ч в год. По масштабам ленинградской энергосистемы это сравнительно небольшая электростанция. Дальнейшее повышение напора всего лишь до 4,0—4,5 м и соответственное увеличение мощности и выработки энергии приведет к затоплению ряда населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий по побережью Ладожского озера и отчасти на берегах самой Невы и ее левого притока — реки Ижоры. Убытки от затопления достигнут при этом 70% стоимости ГЭС. Постройка ГЭС на Неве только лишь с целью выработки энергии нерентабельна.

Вопрос о сооружении Невской ГЭС следует рассматривать в комплексе с другими вопросами, и тогда оказывается, что она вполне

рентабельна. Согласно проекту защиты Ленинграда от нагонных паводнений, на Неве в Усть-Ижоре должен быть сооружен гидроузел, основное назначение которого — задержание стока реки во время опасного подъема воды в Финском заливе. Подпор от плотины ГЭС перекроет Ивановские пороги, и суда будут свободно проходить здесь. Уровень Ладожского озера несколько повысится, особенно в маловодные годы, соответственно увеличится глубина на судоходных трассах, что облегчит и удешевит работу водного транспорта. Плотина преградит доступ ладожскому льду в нижнюю часть реки в пределах Ленинграда. Весной навигация здесь будет начинаться раньше, а осенью заканчиваться позже, в целом она удлинится на 2—3 недели, а в некоторые годы на 1,0—1,5 месяца. Регулируя расход воды (увеличивая его в оттепель и уменьшая в морозы), можно будет активно бороться с зажорами льда и свести до минимума опасность образования большого зажора. Наконец, Невская ГЭС сможет время от времени производить санитарные попуски воды, промывая небольшие реки и каналы города.



БОРЬБА РУССКОГО НАРОДА ЗА НЕВСКИЕ БЕРЕГА



Более одиннадцати веков тому назад на заре русской государственности приневские земли уже принадлежали Новгороду. Река Нева была тогда частью великого водного пути «из варяг в греки», по которому прибалтийские народы поддерживали торговые сношения с народами, жившими на побережьях Черного и Средиземного морей. Господин Великий Новгород вел оживленную торговлю с немецкими городами, за границу вывозились меха, ловчие птицы, моржовый клык, мед, воск, а ввозились сукна, вина, хлеб. Торговля приносила доход, и новгородцам приходилось охранять следовавшие по реке суда, свои и чужестранные, от нападений финских племен.

Браги русской земли скоро оценили значение Невы. Достаточно было захватить устье реки, чтобы лишить Русь важнейшего пути на запад и взять в свои руки контроль над ее внешней торговлей. Обла-

дание Невой было для Новгорода важным условием его процветания. Завязывается упорная и длительная борьба за невские берега.

В XII в. шведские феодалы под видом крестовых походов не раз вторгаются на приневские земли, стремясь захватить берега Невы, но неизменно терпят поражение. В отместку за непрерывные нападения новгородцы в 1188 г. совершают набег на южное побережье Швеции и разрушают ряд крепостей.

...Наступает XIII в., один из самых тяжелых в истории нашей родины. Раздробленная на удельные княжества Русь не смогла отразить нашествия татаро-монгольских орд, которые огнем и мечом проходят по русской земле, грабя и опустошая все на своем пути, превращая в руины цветущие города и села. Новгород и Псков избежали этой участи. Шведские феодалы, решив, что для них наступил удобный момент, заключили союз с орденом немецких рыцарей в Прибалтике. Шведы брали на себя главный удар на Неву, Ладогу и Новгород, а немцы — на Чудское озеро и Псков.

Летом 1240 г. шведы «в силе великой на кораблях» вошли в Неву. От имени короля шведский военачальник Биргер посылает новгородскому князю Александру надменный вызов: «Если можешь противиться мне, королю, то вот я уже здесь и пленю землю твою». Шведы остановились близ устья реки Ижоры. Часть войск осталась на судах, часть же расположилась лагерем в селе Торговые Рядки. Князь Александр, правильно оценив положение, принял решение: не дать шведам укрепиться, напасть на них врасплох. Рано утром 15 июля 1240 г. новгородцы нападают на шведский лагерь. Кровопролитное сражение завершилось разгромом вражеского войска, остатки его ушли вниз по реке на судах. Двадцатилетнего новгородского князя с тех пор стали называть Александром Невским.

Иначе сложилась обстановка под Псковом: из-за малочисленности псковских дружин и измены части бояр немцы овладели Псковом, Изборском и другими населенными пунктами. Продвигаясь на северо-восток, они вышли к среднему течению реки Луги. Прямая угроза нависла и над Новгородом. Решительными действиями новгородцы вскоре освобождают всю псковщину. Война заканчивается в апреле 1242 г. сокрушительным поражением врагов на льду Чудского озера — знаменитым Ледовым побоищем.

Поражение мало чему научило шведов, их нападения не прекращаются. Исторические документы свидетельствуют: за 40 лет (1283—1323 гг.) было 15 крупных столкновений шведов с русскими. Особенно памяты события 1300 и 1323 гг. Весной 1300 г. шведы более чем на 1000 судах вошли в Неву и построили на мысу в устье реки Охты крепость Ландскрону (Венец края). Перед наступлением зимы главное войско шведов вернулось на родину. Воспользовавшись этим, новгородцы во главе с князем Андреем, сыном Александра Невского, в мае 1301 г. приступом берут крепость Ландскрону и разрушают ее. Для защиты своих рубежей новгородцы в 1323 г. закладывают крепость Орешек в истоке реки Невы на необитаемом острове Ореховом. Здесь же в крепости был заключен Ореховский «вечный мир», в котором впервые официально оговорены границы между двумя государствами.

«Вечный мир» оказался непрочным, и в последующем борьба вновь то разгоралась, то затихала. Так, в 1348 г. шведы на короткое время захватили крепость Орешек. В 1446—1448 гг. новгородцы отражали нападение немецких рыцарей. В 1495—1497 гг. шведы хозяйничали на захваченных ими приневских землях. Однако все походы не дали шведам и немцам ощутимых результатов.

В начале XVII в., в так называемое смутное время, польская шляхта захватила Москву. Наступил удобный момент и для шведов. В 1610 г. шведы оккупировали берега Невы, а в июле 1611 г. заняли Новгород. Вести войну одновременно против поляков и шведов Россия не могла. В феврале 1617 г. был заключен Столбовский договор, по которому Новгород возвращался России, а реки Нарва и Нева с находящимися на их берегах крепостями оставались за Швецией. Впервые так надолго — более чем на 90 лет — Швеции удалось завладеть Невой. Прилегающая к Неве местность стала называться Ингерманландией. О значении этой победы шведский король Густав-Адольф откровенно говорил: «Как много областей плодородных и рек, богатых рыбою, важных для торговли, присоединено по этому миру к Швеции. Нарва и Нева могут служить для собственной ее торговли воротами, которые легко во всякое время запереть для русских. Русские совершенно отрезаны от Балтийского моря, так что они на волны его не могут спустить даже и лодки». Чтобы закреп-

Питъ свои позиции, шведы соорудили крепость Ниеншанц (Невская крепость) в устье реки Охты на месте бывшей Лацскроны и перестроили крепость Орешек, названную ими Нотебург.

Россия не могла оставить Неву в руках шведов. Развивающаяся экономика страны настоятельно нуждалась в выходе на мировой рынок. Россия возобновила борьбу за берега Невы. Предпринятый в 1656—1658 гг. поход русских войск в Ингерманландию увенчался было успехом, но закрепить победу Россия не смогла: слишком неустойчивы были отношения с Речью Посполитой (Польско-Литовским королевством), кроме того, после смерти гетмана Богдана Хмельницкого ухудшилась обстановка на Украине. Вернуть Неву и выйти к берегам Балтийского моря удалось лишь многим позже, в ходе Северной войны.

Северная война (1700—1721 гг.) началась для России с крупной неудачи. Несмотря на численное превосходство, слабо обученная и плохо снаряженная армия Петра I потерпела тяжкое поражение под Нарвой в ноябре 1700 г. По поводу исхода этой битвы Петр I писал: «...какое удивление такому старому, обученному и практикованному войску над таким неискусным сыскать викторию». Шведский король Карл XII решил, что Россия надолго вышла из борьбы, и направил свою армию в Прибалтику против Саксонии и Польши — союзников России по Северной войне. Петр I извлек должный урок из поражения и отлично воспользовался передышкой. «Нарва была первым серьезным поражением поднимающейся нации, — писал Карл Маркс, — умевшей даже поражение превратить в орудие победы».

К исходу сентября 1702 г. русские войска сосредоточились на южном берегу Ладожского озера. В октябре 1702 г. после почти двухнедельной осады, многодневной артиллерийской подготовки, завершившейся беспримерным по своему упорству и кровопролитию штурмом, была взята первоклассная для того времени крепость Нотебург (б. Орешек) в истоке реки Невы. «Зело жесток сей орех был, — писал Петр I, — однако ж, слава богу, счастливо разгрызен». Крепость переименовали в Шлиссельбург (Ключ-город), подчеркивая тем самым ее значение как ключевой позиции для продвижения вниз по Неве на просторы Балтики.

С наступлением зимы 1702-03 г. военные действия почти прекратились. В конце апреля 1703 г. после вскрытия Невы русские войска стали продвигаться вниз по реке. В начале мая пала крепость Ниеншанц в устье реки Охты. Через несколько дней эскадра шведских кораблей, не зная о капитуляции Ниеншанца, подошла к устью Невы. Два корабля бросили якорь вблизи Лоцманского острова. У Петра I не было под рукой военных кораблей. Тем не менее он принимает решение напасть на шведов ночью, врасплох. Корабли были захвачены. Это была одна из первых побед на море. В честь нее выбили медаль с надписью «Небываемое бывает».

На состоявшемся вскоре военном совете было решено отказаться от восстановления Ниеншанца, «...понеже оный мал, далек от моря и место не гораздо крепко от природы». Видимо, на этом совете и созрело решение о закладке новой крепости на Заячьем острове, впоследствии названной Петропавловской крепостью. Ее сооружение начато 16 (27) мая 1703 г., этот день и принято считать датой основания Петербурга-Ленинграда.

С наступлением морозов в конце октября 1703 г. шведская эскадра принуждена была уйти в Выборг. Той же зимой 1703-04 г. на острове Котлин закладывается форт Кроншлот (впоследствии Кронштадт). Место для крепости выбрано на редкость удачное. Единственный, сравнительно узкий фарватер в Южных воротах проходил вблизи берега и потому легко просматривался и простреливался. О том, какое значение Петр I придавал Кронштадту, можно судить по одному из его указов: «Оборону флота и сего места держать до последней силы и живота, яко наиважнейшее дело». Вплоть до конца 1708 г. шведы не снимали блокады устья Невы и совершили не одно нападение на строящийся город. Так, летом 1704 и 1705 гг. шведский флот безуспешно стремился пройти в Невскую губу мимо Кронштадта. В 1705 г. шведы высадили десант на Каменном острове. В 1708 г. крупные силы шведов, пройдя Карельский перешеек, вышли на Неву в районе устьев рек Тосны и Ижоры и переправились на левый берег, но были блокированы русскими. С наступлением зимы шведы, начав испытывать большие продовольственные затруднения, направились на юго-запад к Финскому заливу, но по дороге были почти полностью уничтожены.

Решающее сражение Северной войны под Полтавой в июне 1709 г. окончилось поражением Швеции. В июне 1710 г. капитулировала крепость Выборг, а в сентябре — крепость Кексгольм. В том же 1710 г. Россия вышла к берегам Балтики на всем протяжении современных Эстонии и Латвии. Стало очевидным, что Швеция ослабела и более не опасна для России. В 1712 г. Петр I переводит на берега Невы столицу государства.

Многовековой спор был окончательно решен, устье реки Невы навсегда осталось в руках России.

Но вопрос о защите берегов Невы не раз вставал перед русским народом и в последующем.

В 1741 г. Швеция начала войну за Прибалтику, пользуясь ослаблением России в неудачной войне с Турцией, но уже в 1743 г. шведы запросили мир. В 1788 г. во время русско-турецкой войны Швеция вновь напала на Россию. Ничего не добившись, шведы в 1790 г. пошли на мир. В конце концов непосильные для Швеции войны низвели ее на положение второстепенной державы.

В 1854—1855 гг. во время Крымской войны и позже, в 1919 г., во время наступления банд Юденича на Петроград английский флот подходил к Кронштадту. Летом 1919 г. белофинны пытались захватить юго-восточное побережье Ладоги и перекрыть пути подвоза продовольствия голодающему Петрограду.

В Великую Отечественную войну невским берегам вновь суждено было стать рубежом обороны нашей Родины. В силу ряда общеизвестных причин начальный период Великой Отечественной войны сложился для советского народа неблагоприятно. К концу августа 1941 г. немцы захватили станции Чудово, Колпино и Мгу, перерезав тем самым железнодорожное сообщение Ленинграда со страной. К 8 сентября противник занял левый берег реки Невы от Ивановского до Шлиссельбурга. Почти одновременно финны оттеснили наши войска на Карельском перешейке до линии государственной границы 1939 г., а также оккупировали северное побережье Ладоги и правый берег реки Свирь. Город оказался блокированным с суши. Попытка немцев в ночь на 9 сентября форсировать Неву и полностью окружить Ленинград была сорвана; не удалось им захватить и Шлиссельбургскую крепость в истоке Невы. Ценой невероятных

усилий и великих жертв во второй половине сентября на Ленинградском фронте было приостановлено дальнейшее продвижение войск противника, которые по численности, вооружению и боевой выучке на первых порах превосходили наши войска. Положение под Ленинградом надолго стабилизировалось. На южных подступах фронт про-



Рис. 28. Ленинград в блокаде (по состоянию на 10 ноября 1941 г.)

1 — территория, оккупированная немецко-фашистскими войсками; 2 — территория, оккупированная финскими войсками.

ходил по линии Урицк—Пулково—Колпино—Усть-Тосна—левый берег Невы (до Шлиссельбурга), на северных подступах — по линии Белостров—Лемболово—Васкелово—Топпарь. Южные городские окраины находились в нескольких километрах от передовой.

Не имея возможности взять Ленинград силой, враг решил подвергнуть город разрушительной бомбардировке с воздуха и артиллерийскому обстрелу, а многомиллионное население задушить голодной смертью.

В тяжелые блокадные годы 1941—1943 гг. правобережье реки Невы с Ириновской железной дорогой от Ленинграда до станции Ладожское озеро на западном берегу Шлиссельбургской губы и сама Шлиссельбургская губа были единственным путем, связывающим осажденный Ленинград с Большой Землей. Путь через Ладогу за его огромное значение для окруженного города советские люди называли Дорогой жизни.

К созданию Дороги жизни приступили уже в сентябре 1941 г. В короткий срок на западном берегу Шлиссельбургской губы близ Осиновца были сооружены четыре пирса, выполнены дноуглубительные работы, проложена узкоколейная линия к основной железной дороге, построены склады, вырыты землянки. Благодаря всем принятым мерам менее чем за двухмесячный навигационный период, несмотря на штормы и бомбежку, в Ленинград было доставлено около 25 000 т продовольствия, не считая горючего и боеприпасов.

С началом замерзания озера навигация закрылась. В это же время враг захватил Тихвин. Подвоз продовольствия в Ленинград почти прекратился. Наступила самая голодная пора. Хлебный паек в Ленинграде составлял: 250 г для рабочих, 125 г для служащих, иждивенцев и детей. Дыхание смерти витало над городом.

С наступлением ледостава и увеличением толщины льда до 15—18 см (к 22 ноября) по Ладоге между Осиновцом на западном берегу и Кобоной на восточном пошли первые грузовые машины. Однако лед еще был непрочным, и с 22 ноября по 1 декабря удалось перевезти всего 800 т муки (менее двухсуточной нормы). В первых числах декабря лед окреп, и началось регулярное движение на ледовой трассе. Уже во второй половине декабря в город ежедневно доставлялось 1500—2000 т грузов. Но этого было явно недостаточно. Поток грузов резко возрос лишь после того, как на виду у немцев к 10 февраля 1942 г. была проложена 34-километровая дорога от станции Войбокалово до Кобоны. Это позволило начать массовую эвакуацию населения. Масштабы перевозок по ледовой трассе характеризуются такими цифрами. За зиму 1941-42 г. в Ленинград доставлено 360 000 т разнообразных грузов (продовольствие, боеприпасы, горючее, медикаменты), из города эвакуировано 514 000 ленинградцев. Всего же за две блокадные зимы 1941-42 и 1942-43 гг. в сторону

Ленинграда перевезена 581 000 т грузов, а в обратном направлении вывезено 734 000 горожан.

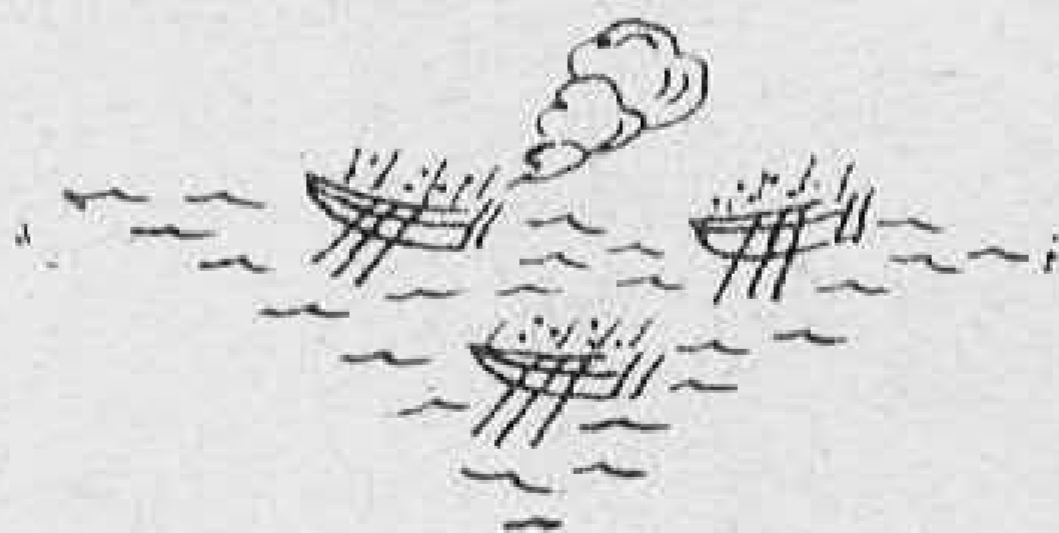
В летнюю пору Дорога жизни становилась оживленной водной трассой. Так, например, в сентябре 1942 г. на каждом километре пути в рейсе одновременно находилось до десяти судов с пассажирами и грузом. За навигацию 1942 г. доставлено в Ленинград 780 000 т грузов, вывезено из Ленинграда 293 000 т промышленного оборудования и 448 000 жителей.

Эксплуатация Дороги жизни, в особенности в зимнее время, была сопряжена с громадными трудностями. Лютые морозы и свирепые метели, предательские трещины и промоины, навалы и торосы льда — вот те препятствия, которые создавала суровая природа и с которыми каждодневно приходилось бороться людям, обеспечивавшим работу Дороги. В довершение всего — ожесточенный артиллерийский обстрел и бомбардировка с воздуха.

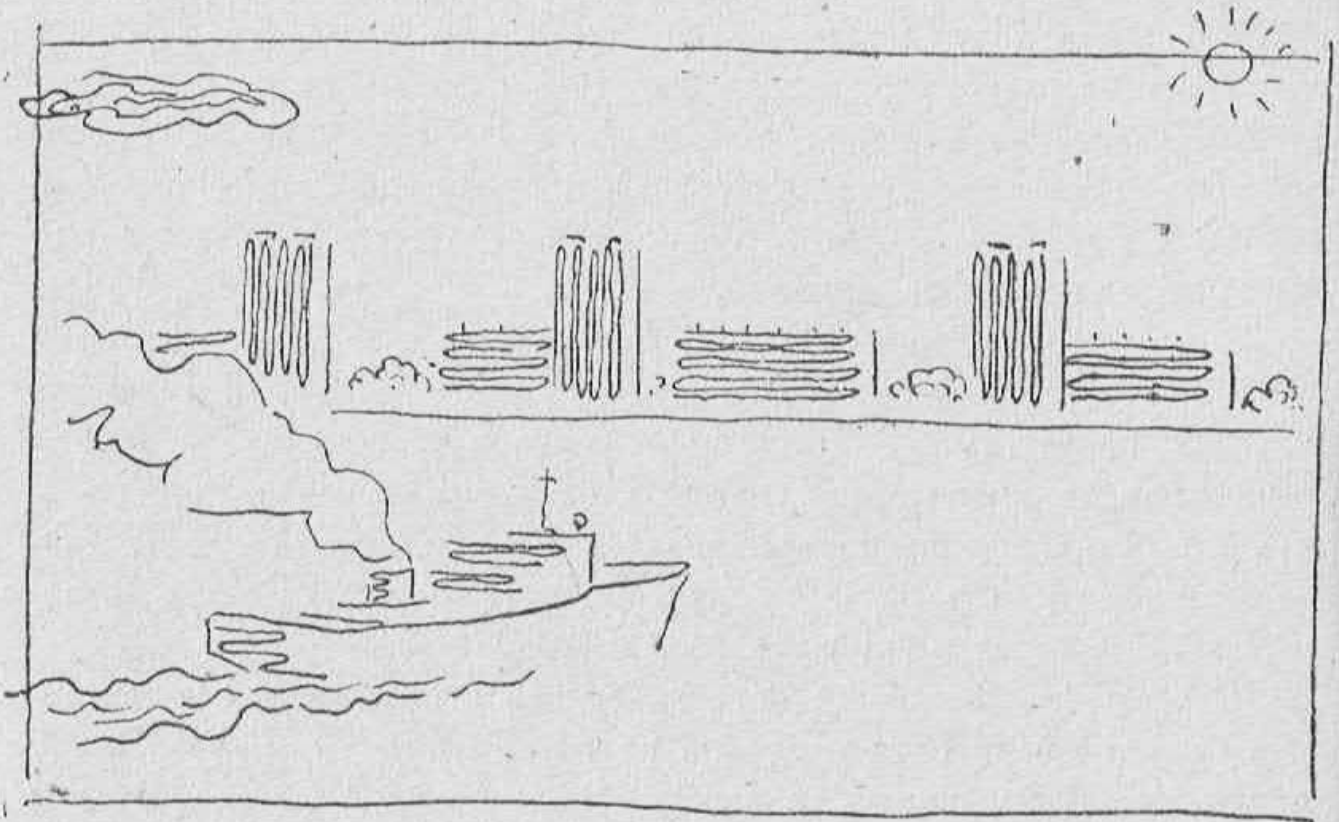
В честь беспримерного подвига воинов и тружеников легендарной Дороги жизни близ Осиновца на Вагановском спуске воздвигнут монумент «Разорванное кольцо». На гранитной стене отлиты в бронзе слова: «Отсюда мы вели Дорогу жизни, чтоб жизнь не умерла никогда».

Дорога должна была служить ленинградцам бесперебойно. Свою скромную лепту в это дело внесли и работники Гидрометеорологической службы. Именно они давали все необходимые консультации — о сроках замерзания и вскрытия озера, о толщине и проходимости ледяного покрова, о силе ветра и волнения, — в соответствии с которыми советское командование планировало работу сложной транспортной артерии — Дороги жизни.

Река Нева всегда имела огромное значение для нашей родины. Свое право на владение невскими берегами русский народ отстаивал в длительной и упорной борьбе.



ПОСЛЕСЛОВИЕ



Как было показано, географическое положение, а также некоторые особенности водного, ледового и термического режима реки Невы во многом благоприятствовали возникновению и расцвету второго по величине города нашей родины — Ленинграда.

Гидрография невской дельты и прилегающей к ней местности, где раскинулся Ленинград, претерпела немалые изменения за прошедшие столетия. В ближайшее время мы, несомненно, станем участниками и свидетелями новых свершений.

В силу ряда исторических причин Петербург-Ленинград, крупный приморский город, был обращен к Финскому заливу парками, пустырями и неблагоустроенными промышленными окраинами. В соответствии с генеральным планом развития Ленинграда в течение ближайших 10—15 лет предстоит решить важную градостроительную задачу — дать городу выход к морю, создать морской фасад города. На берегах Невы и Невской губы встанут целые архитектурные комплексы. Здесь намечено возвести капитальные набережные с

эспланадами и бульварами, заложить парки и сады, устроить пляжи и лодочные станции. Вся прибрежная полоса застройки в виде гигантского полукольца длиной 25 км охватит часть Невской губы от Ольгино на севере через мористый край островов невиской дельты на востоке до Стрельны на юге. В ходе выполнения уже ведущихся работ будет, в частности, выровнен весь берег Невской губы и замыт мелководный угол губы к югу от Угольного мола, полностью или частично вычерпаны прибрежные отмели (Собакина, Северная Лахтинская, Южная Лахтинская), засыпан Лахтинский разлив и в середине его устроен глубокий водоем, перехвачены небольшие реки (Дачная, Новая, Дудергофка, Ивановка), а их сток направлен в специальные пруды. Важный элемент плана — возведение крупных централизованных очистных сооружений.

В более отдаленной перспективе намечается:

— постройка оградительной дамбы поперек Финского залива по линии Горская—Кронштадт—Ломоносов для защиты Ленинграда, Кронштадта, Петродворца и других населенных пунктов от нагонных наводнений;

— сооружение регулирующего гидроузла на реке Неве в Усть-Ижоре для борьбы с зазорными наводнениями, а также с целью улучшения судоходных условий и выработки электроэнергии;

— возведение струенаправляющей дамбы в устье рукава Большая Нева и на взморье для передачи расхода воды в застойные зоны Морского торгового порта и южной прибрежной полосы Невской губы;

— устройство тоннеля под Морским каналом и территорией Морского торгового порта для сообщения с Канонерским островом;

— переброска части стока воды из невиского бассейна на днепровский и волжский склоны для дополнительного питания засушливых районов Украины и Поволжья.

С реализацией намеченных планов народнохозяйственное значение Невы и Невской губы еще более возрастет, а их водные просторы станут излюбленным местом массового туризма, спорта и отдыха трудящихся.

ПРИЛОЖЕНИЕ

МАКСИМАЛЬНЫЕ ГОДОВЫЕ УРОВНИ ВОДЫ р. НЕВЫ
У ГОРНОГО ИНСТИТУТА (1691, 1703—1971 гг.)
ПРИ ПОДЪЕМАХ БОЛЕЕ 150 см НАД ОРДИНАРОМ

Дата		Уровень, см над ординаром	Дата		Уровень, см над ординаром
год	число		год	число	
1691	—	(329)	1743	13/XII	(\triangleright 150)
1703	30, 31/VIII	(\triangleright 200)		17/XII	(\triangleright 150)
1705	15, 16/X	(\triangleright 150)	1744	28/VIII	223
1706	20/IX	251		21/IX	(\triangleright 200)
1715	16/XI	(\triangleright 200)	1752	2/XI	269
1721	16/XI	254		5/XI	193
	21/XI	(\triangleright 200)		6/XI	223
1723	13/X	261		8/XI	193
	19/XI	(\triangleright 200)		22/XII	223
1724	12/XI	(\triangleright 200)	1754	18, 19/V	162
1725	16/XI	205	1756	10/X	231
1726	29/IX	(\triangleright 150)	1757	27/X	193
	12/XI	259	1758	29/XI	155
1727	2/X	(\triangleright 150)	1759	17/X	195
1728	14/VIII	(\triangleright 150)	1760	19/X	170
1729	14/X	(\triangleright 150)	1762	8/XI	188
	23/X	226		21/XII	188
1732	26/IX	(\triangleright 150)	1763	19/X	208
1733	17/IX	(\triangleright 150)		9/XII	172
	9/X	(\triangleright 150)	1764	17/XI	157
	17/XI	(\triangleright 150)		29/XI, 3/XII	233
	23/XII	(\triangleright 150)	1765	8/IX	(\triangleright 155)
1735	9/III	(\triangleright 150)		5, 7/XII	178
1736	21/IX	(\triangleright 250)	1766	30/XI	152
	24/XII	(\triangleright 150)	1767	27/VI	165
	30/XII	(\triangleright 150)		10/X	175
1737	8/I	(\triangleright 150)		20/X	157
	17/XII	(\triangleright 150)		17/XI	160
1740	23/IX	(\triangleright 166)	1771	5/XI	155
1741	14/I	(\triangleright 150)		10/XI	162
	15/X	(\triangleright 150)		19/XI	152
1743	12/XII	(\triangleright 150)	1773	11/I	167

Дата		Уровень, см над ординаром	Дата		Уровень, см над ординаром
год	число		год	число	
1773	9/VIII	170	1863	20/X	216
	25/X	185		14/XI	172
1775	26/VI	167		9/XII	183
1777	27/VIII	162		23/XII	152
	21/IX	310		26/XII	150
	6/X	157	1864	22/VIII	150
	27/X	167	1865	31/V	213
1781	28/X	190		1/VI	150
1788	7/X	200		12/VII	175
	10/X	226	1866	31/I	218
1797	13/IX	(\triangle 150)		7/X	155
	5/XII	(\triangle 150)		15/XI	170
1801	6/XI	(\triangle 150)		16/XI	150
1802	28/IX	213		19/XI	152
1822	4/II	243	1868	13/XII	150
1824	18/XI	410	1869	13/IX	165
1835	6/II	167		18/X	157
1839	11/IX	170		30/X	157
1840	18/IX	150	1872	23/V	170
1841	11/X	160		7/XI	172
1843	13/X	185	1873	1/XI	231
	17/XII	157		11/XI	(\triangle 150)
1847	25/X	160	1874	2/VIII	150
1848	21/XI	172		5/IX	190
1851	26/X	160		13/IX	165
	1/XI	183		30/X	150
1852	X	(\triangle 150)		1/XI	167
1854	5/IX	172		10/XI	241
	5/X	183		8/XII	226
	27/X	185	1879	4/IX	154
1857	8/XII	157		5/IX	210
1859	10/VIII	150		23/X	178
1863	27/I	150	1880	7/VI	152
	28/I	185	1881	15/IX	163
	6/V	178	1884	29/X	176

Дата		Уровень, см над ординаром	Дата		Уровень, см над ординаром
год	число		год	число	
1884	9/XII	150	1917	28/XI	170
1885	11/VI	156		30/XI	233
	5/XII	151	1918	24/VIII	213
1887	2/XII	162		22/XI	154
1888	30/X	187	1919	25/XI	150
1890	29/VIII	241	1921	4/X	200
	30/IX	157		22/X	182
	3/X	182		1/XI	154
1895	14/XI	226	1922	24/XI	217
	17/XI	153	1923	25/XI	176
1896	8/X	198	1924	23/IX	369
	7/XI	163	1925	3/I	214
1897	16/XI	232		9/X	159
1898	15/IX	158	1927	2/XI	177
	8/XII	229	1928	10/II	169
1899	20/XI	168	1929	15/X	247
	23/XI	170	1930	21/III	186
	26/XI	153		13/XI	152
	27/XI	157	1931	21/X	192
1903	8/II	155	1932	8/I	228
	25/XI	258		21/VIII	159
1905	9/IX	151	1933	5/VIII	166
	11/IX	199		11/VIII	197
1909	21/XII	170		12/X	180
1910	12/I	153	1934	4/X	158
1911	6/XI	160	1935	8/X	228
1912	3/X	166	1937	9/IX	226
1913	18/III	164	1938	14/IX	222
	30/XI	162		25/XI	178
	1/XII	169	1940	15/X	156
	5/XII	174	1942	25/X	164
1914	27/I	202	1944	1/IX	159
	30/IV	198	1948	3/X	201
1916	13/X	190		22/X	205
	16/X	162		23/X	185
1917	27/IX	188	1949	28/X	178

Дата		Уровень, см над ординаром	Дата		Уровень, см над ординаром
год	число		год	число	
1950	29/IX	162	1961	31/III	178
1951	2/XII	163		7/XII	160
	7/XII	184	1962	13/IX	164
1952	26/VIII	158	1963	17/XI	192
1954	14/X	211	1964	14/XII	203
	12/XI	187	1967	14/X	160
1955	15/X	282		18/X	234
1956	30/XI	171		19/X	167
1957	25/X	159	1968	30/X	164
1958	18/V	157	1969	11/XI	155

Примечания. 1. В остальные годы наблюдались подъемы менее 150 см над ординаром. 2. Отметка ординара 11 см БС. 3. В скобках указаны приближенные значения уровня. 4. Все даты приведены по новому стилю.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие автора	3
Вступление	5
Бассейн реки Невы	8
Прошлое и настоящее реки Невы	15
Воды Ленинграда	39
Водоносность реки Невы	57
Уровни воды	65
Наводнения в устье реки Невы	80
Ледовый режим	119
Волнение и течение воды	139
Свойства воды	147
Использование реки Невы	155
Борьба русского народа за невыеские берега	177
Послесловие	186
Приложение	188

НЕЖИХОВСКИЙ РУВИМ АФРОИМОВИЧ РЕКА НЕВА

Редактор *А. А. Луцки*
Техн. редактор *Л. М. Шишкова*
Корректор *Г. Н. Рима*

Сдано в набор 22/IX 1972 г. Подписано к печати 22/X 1973 г. М-11401. Формат 70 × 108¹/₃₂, бумага типогр. № 3 и мелов. Усл. печ. л. 9,45 в т. ч. вкл. Уч.-изд. л. 10,87. Тираж 40 000 экз. Индекс ПЛ-7. Заказ 439. Цена 41 коп. Гидрометеиздат. 199053, Ленинград, 2-я линия, 23.

Типография им. Котлякова издательства «Финансы» Государственного комитета Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Ленинград, Садовая, 21.

