

С.С. ГИНКО

# КАТАСТРОФЫ НА БЕРЕГАХ РЕК

26.2

Г-49

А 862926



ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ

1977



551



А 862 926

Г. 49

Гинко, с. с.

Камасинского на  
побережье рек.

ЧБК.

С. С. ГИНКО

# **КАТАСТРОФЫ НА БЕРЕГАХ РЕК**

**речные  
наводнения  
и борьба  
с ними**

862926

ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ ЛЕНИНГРАД 1977



Гинко С. С.

Г 49 Катастрофы на берегах рек. Под ред. д-ра техн. наук  
А. И. Чеботарева Л., Гидрометеиздат, 1977. 128 с. с илл.

Речные наводнения по своей разрушительной силе и катастрофическим последствиям справедливо считаются „врагом номер два“ после самого страшного из стихийных бедствий — землетрясения. Исстари человек селся вблизи рек, источника жизни, и на всем протяжении истории вынужден был бороться с их коварством. Деятельность С. С. Гинко как ученого была тесно связана с изучением наводнений. Им накоплен большой материал, позволяющий полно и убедительно рассказать о специфике наводнений на крупнейших реках мира, о защитных сооружениях прошлого и наших дней, о планах покорения рек. Особую ценность придает книге критический обзор успехов и неудач человека в деле овладения водной стихией.

Представляет интерес для специалистов, деятельность которых так или иначе связана с жизнью рек, и для широкого круга читателей.

20806-207  
Г—————71-77  
069(02)-77

556.044











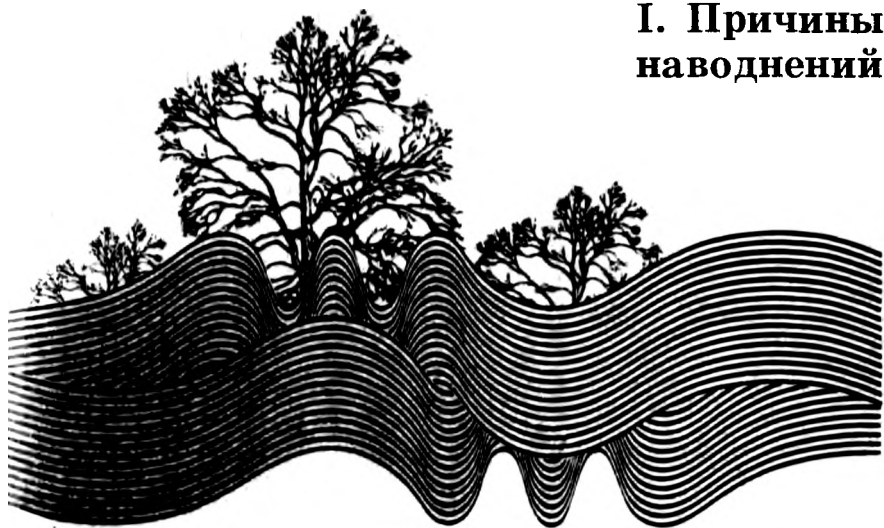








# І. Причины наводнений



## Естественные причины



Идет вода чудовищной силы, стремительная, коварная, страшная, с водоворотами, клокотанием и ревом, разрушая все на своем пути: сокрушает мосты, смывает дома, опрокидывает автомобили, останавливает поезда, размывает дороги, парализует жизнь на громадных территориях.

Обычно спокойно несущие свои воды реки быстро разбухают, становясь могучими водными потоками, каждую секунду готовыми обрушиться на берега своєю гигантскую разрушительную силу.

Быстро поднимается вода! За несколько дней, а иногда и часов уровни ее возрастают на многие метры, неудержимо нарастают энергия водной стихии. Кажется, нет этому буйству и разгулу воды конца, нет от него спасения и заслона. Радио, телевидение, телефон, телеграф передают сигналы тревоги. Территории, подверженные затоплению, объявляются районами бедствия. Сотни и тысячи людей, автомашин, экскаваторов, бульдозеров и другой техники поднимаются на борьбу с водной стихией...

**Особенности наводнений.** Речные наводнения — очень распространенное стихийное бедствие. История населения многих реч-

ных долин и устьевых участков равнинных рек — это одновременно печальная летопись драматической борьбы человека с водной стихией. Не случайно многие реки получили названия рек бедствий и горя, а некоторые народы ведут свое летосчисление от катастрофических наводнений в населяемых ими речных долинах и дельтах.

Наводнения — это затопления местности, городов, населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов, наносящие им тот или иной ущерб. Они всегда затрагивают интересы общества. Паводнения бывают следствием не только естественных причин, но и разнообразной хозяйственной деятельности человека. Причем величина ущерба от наводнений в значительной мере зависит от степени заселенности и застройки речных долин и пойм. Поэтому речные наводнения представляют собой не только явление природы, но и явление социального порядка.

Основные естественные причины речных наводнений — это гидрологические явления: формирование выдающихся половодий и паводков, затяжные дожди и ливни. Естественными причинами речных наводнений могут быть также особенности зимнего режима некоторых рек, гидродинамическое взаимодействие морей (океанов) и рек в дельтах и устьях, оползни и обвалы в долинах предгорных и горных участков водотоков, вызываемые тектоническими процессами в земной коре, и т. д.

Наводнения, порождаемые естественными причинами, происходят не только в речных долинах. Они возникают во время сильных ливней в городах, если не обеспечен быстрый естественный или искусственный отвод выпавших осадков с их территории; на равнинной местности с плоским рельефом, если на ней отсутствует или слабо развита речная или искусственная дренажная сеть; в замкнутых котловинах. В определенных топографических условиях причиной наводнений могут быть не только ливни, но и интенсивное снеготаяние, если оно сопровождается дождями.

Речные наводнения наносят как прямой ущерб — когда они влекут за собой разрушение хозяйственных объектов, гибель посевов, лесов и вынужденную эвакуацию населения зоны затоплений, так и косвенный — когда длительное затопление не освоенных пойм, речных долин, низменностей и лесов приводит к заболачиванию местности, что может затруднить ее хозяйственное освоение в будущем.

Величина ущерба, наносимого наводнениями, зависит от высоты и скорости подъема уровня воды, площади затоплений, своевременности их прогноза, наличия и состояния защитных гидротехнических сооружений.

По высоте подъема уровня воды в реках, размерам площади затоплений и величине наносимого ущерба речные наводнения можно условно разделить на четыре категории: низкие (незначительные), высокие, выдающиеся и катастрофические.

Низкие наводнения охватывают малые территории и отличаются небольшим подъемом уровня воды. Эти наводнения наносят незначительный материальный ущерб и почти не нарушают ритм жизни и производственной деятельности населения. На равнинных реках нашей страны они наблюдаются примерно раз в 5—10 лет.

Высокие наводнения сопровождаются значительными затоплениями, охватывают сравнительно большие участки речных долин и иногда существенно нарушают хозяйственную деятельность и жизненный уклад населения. В густо населенных районах высокие наводнения нередко вынуждают к частичной эвакуации людей, наносят ощутимый материальный и моральный ущерб. Происходят они примерно один раз в 20—25 лет.

Выдающиеся наводнения охватывают целые речные бассейны, серьезно парализуют хозяйственную деятельность и резко нарушают жизненный уклад населения, наносят большой материальный и моральный ущерб. Во время выдающихся наводнений обычно возникает необходимость массовой эвакуации населения и материальных ценностей из зон затоплений и оперативной защиты от затопления наиболее важных хозяйственных объектов. Выдающиеся наводнения повторяются примерно один раз в 50—100 лет.

Катастрофические наводнения вызывают затопление громадных территорий в пределах одной или нескольких крупных речных систем. При этом в зоне затоплений полностью парализуются хозяйственная и производственная деятельность, временно изменяется жизненный уклад населения. Такие наводнения приводят к огромным материальным убыткам и гибели людей. В США, Индии, Китае, Индокитае и других районах с муссонным климатом катастрофические речные наводнения часто носят характер национальных бедствий. На борьбу с ними обычно мобилизуются общегосударственные ресурсы. Подобные наводнения, хотя и редко, происходят и в государствах Западной Европы, и в нашей стране. К счастью, они случаются не чаще одного раза в 100—200 лет или еще реже.

Высота речных наводнений, вызываемых половодьями и паводками на равнинных реках, зависит от степени естественной зарегулированности их стока. На реках, в бассейне которых расположено много озер, выдающиеся и катастрофические наводнения — явление довольно редкое. Например, на Ангаре, Свири, Неве, Вуоксе, Выге не бывало даже высоких наводнений, вызванных половодьями и паводками.

Речные наводнения могут быть кратковременными и длительными. Первые имеют продолжительность от нескольких часов и дней до двух-трех недель; вторые — от нескольких недель до нескольких месяцев. Ко второй категории можно отнести и многолетние затопления завального происхождения на горных реках.

Продолжительность наводнений зависит от размера половодий и паводков, условий рельефа и особенностей формы затоп-

ляемых речных долин. На продолжительность наводнений влияет также и пропускная способность речных русел и долин.

Длительные наводнения наблюдаются в условиях затяжных половодий и паводков. Обычно это свойственно равнинным водотокам с незначительными уклонами русла и поймы. Такие наводнения характерны для рек, текущих с юга на север. Половодье на таких реках, начинаясь на юге, постепенно продвигается на север. Длительные наводнения — обычное явление и на реках, текущих в широтном направлении. У них половодье формируется за счет поступления талых вод вначале с южных притоков, а затем с северных. Длительные наводнения характерны также для рек, протекающих в районах с муссонным климатом.

Многолетние затопления порождаются преимущественно физико-геологическими и тектоническими явлениями — такими, как оползни, обвалы, землетрясения, — вызывающими образование на горных реках завальных озер. При внезапном прорыве завала ниже по их течению возникают катастрофические наводнения.

Составить полное представление о всех особенностях, обо всем многообразии речных наводнений можно, только познакомившись с условиями их формирования на конкретных реках различных климатических зон. О наиболее интересных в познавательном отношении выдающихся и катастрофических наводнениях на крупнейших реках мира будет рассказано в части II книги.

**Половодья и паводки.** Половодьем называют ежегодно повторяющееся в один и тот же сезон относительно длительное, существенное увеличение водоносности рек, сопровождающееся соответствующим повышением уровня воды. За период весеннего половодья на северных реках нашей страны проходит до 60%, а на южных до 80—90% годового стока.

Причина половодья — возрастающий приток воды в речное русло, вызываемый весенним таянием снега на равнинах, таянием снегов и ледников в горах, выпадением обильных дождей во время летних муссонов.

Весеннее половодье, вызываемое таянием снега, наблюдается преимущественно на реках Советского Союза, в Польской Народной республике, скандинавских странах, Канаде и Аляске. Оно начинается обычно через несколько дней после того, как средняя суточная температура воздуха станет положительной. В начале весеннего половодья уровень воды поднимается медленно, а затем, особенно на крупных реках, скорость подъема уровня увеличивается до 0,3—0,5 м в сутки.

Уровень воды на малых и средних равнинных реках во время весеннего половодья повышается обычно на 2—3 м, на крупных реках, например на сибирских, — на 15—20 м, а иногда и больше. При этом реки могут разливаться до 10—30 км в ширину. Наибольший подъем уровня воды, зарегистрированный на равнинных реках Европы, наблюдался на Оке у Калуги в 1908 г.



Наибольший из известных подъем уровня воды — 60 м — наблюдался на р. Янцзы в районе Ичана в 1876 году.

На малых равнинных реках весеннее половодье длится 15—20 дней, на крупных — 2—3 месяца и больше. Наивысший уровень на первых наступает обычно через 3—5 дней после начала половодья, а на вторых — через 20—30 дней. Спад половодья продолжается в три—пять раз дольше, чем его подъем.

Подъем половодья на многих реках северного полушария сопровождается вскрытием и освобождением рек от ледяного покрова. На малых реках весенний ледоход длится 3—5, а на больших 10—15 дней.

В районах муссонного климата (например, в Забайкалье и на Дальнем Востоке), где зима, как правило, малоснежная, а лето дождливое, часто наблюдается летнее половодье. Не бывает весеннего половодья и в теплых районах СССР, где снежный покров — явление редкое (например, на Черноморском побережье Кавказа).

В горных районах — на Кавказе, в Средней Азии, — где реки питаются за счет таяния высокогорных снегов и ледников, половодье растягивается иногда на весь летний период. Летние половодья на горных реках часто бывают причиной катастрофических наводнений в предгорьях.

На колебания максимальных расходов воды в реках может решающим образом влиять климат. В Южной Сибири, где расположен водосбор р. Нура, наблюдаются очень резкие годовые колебания снежного покрова и дружности весны. Поэтому там разница в расходах половодья колеблется в 112 раз, а на р. Иргиз, водосбор которой равен водосбору Оки у Калуги, половодья иногда не бывает совсем.

Паводки — это тоже ежегодные, но обычно кратковременные подъемы воды в реках, вызываемые дождями, но, в отличие от половодий, они повторяются по нескольку раз в год. Нередко паводки проходят один за другим, волнами, соответствующими количеству выпавших сильных дождей и ливней.

Паводками называют и зимние кратковременные подъемы воды в реках, вызываемые оттепелями и зимними дождями. В районах субтропического и тропического климата паводки на реках возможны в любое время года.

На реках Южного берега Крыма, в районе Ленкорани паводки наблюдаются зимой, а на водотоках Кура-Араксинской низменности и реках районов Средней Азии — летом. Объем паводка зависит от интенсивности и продолжительности дождя и ряда других факторов. Для паводков, вызываемых сильными ливнями, характерны небольшая продолжительность, высокий, резкий подъем и спад. Паводки, возникшие в результате длительных дождей, отличаются большой продолжительностью и плавным подъемом и спадом. Продолжительность их на малых и средних равнинных реках составляет 15—30 суток, на горных реках — значительно меньше. Скорость движения паводков колеблется

от 3—5 км/ч на равнинных реках до 15—45 — на горных.

Высота половодий и паводков зависит от многих факторов: климатических — осадки, испарение, температура воздуха; физико-географических — особенности поверхности речного бассейна и его геологическое строение; антропогенных — хозяйственная деятельность человека в речных бассейнах, руслах, поймах и долинах; морфометрических — строение речного русла, поймы и долины; гидравлических — форма русла, определяющая пропускную способность последнего. Высота подъема воды в реках существенно зависит и от площади речных бассейнов. Поэтому прогноз и расчет высоты наводнений, особенно вызываемых паводками, требует обширной и детальной информации о факторах, их обуславливающих.

Советские ученые, рассматривая многолетние ряды наблюдений за 200—300 лет, установили, что на территории нашей страны за этот период прошло не менее 10—20 выдающихся по высоте половодий и паводков, из них три — редчайших. При этом они не выявили каких-либо закономерностей в повторении максимальных расходов — ни по отдельным рекам, ни по стране в целом.

**Ливни и ливневые наводнения.** Ливни — это кратковременные, но очень интенсивные дожди, начинающиеся, как правило, неожиданно и так же неожиданно прекращающиеся.

Ливневые воды, стекая по поверхности земли в речную сеть, разрушают строения, смывают почву, образуют овраги, способствуют возникновению оползней. Ливневые воды опустошают и речные долины, если паводок, сформированный ими в речном русле, высок.

Особенно тяжелые последствия вызывают ливневые наводнения в равнинной местности, откуда затруднен отток воды и где она может оставаться длительное время. Ливневые наводнения отличаются от речных рядом особенностей. Обычно они наступают внезапно и длятся недолго; в районах с умеренным климатом ливни охватывают малые площади, а в зонах с муссонным климатом — огромные территории.

В тропических широтах, где большая влажность воздуха сочетается с высокими температурами, нередко выпадают катастрофические ливни. Огромные количества воды приносят на сушу тропические ураганы. Во время ураганов средней силы выпадает не меньше 150 мм осадков за сутки, но известны многочисленные случаи, когда суточное их количество превышало 230—310 мм.

Рекордное количество дождевых осадков наблюдается в Черрапунджи, в Индии; среднее годовое количество их составляет здесь 13 000 мм (13 куб. м воды на 1 кв. м поверхности земли), причем из них более 10 000 мм приходится на период с мая по сентябрь. В 1861 г. там выпало 22 900 мм осадков, из них 9300 мм в июле. Ливень, прошедший 14 июня 1876 г., дал за

сутки более 1000 мм осадков. В умеренных широтах катастрофические ливни явление сравнительно редкое, хотя интенсивные ливни наблюдаются почти ежегодно.

Один из самых сильных ливней умеренных широт прошел 21 октября 1882 г. в Генуе (Северная Италия) и дал 810 мм осадков за сутки. На Гавайских островах в Кауаи выпадало по 84 мм осадков за 4 минуты. В Калифорнии в апреле 1926 г. прошел ливень с интенсивностью 25 мм/мин.

В других районах земного шара величина притока воды вследствие ливневых дождей достигала 100—115 куб. м/сек с 1 кв. км (бассейн Средиземного моря) и 150—200 (США, штат Техас).

Ливневые осадки, выпадающие в ливнеопасных районах нашей страны, порой формируют на малых речных бассейнах паводки, во время которых приток воды в русла достигает 12—20 куб. м/сек с 1 кв. км. Для сравнения скажем, что приток талых вод во время весеннего половодья повторяемостью раз в 100—300 лет никогда не превышает 4 куб. м/сек с 1 кв. км.

Катастрофические ливни, дающие больше 150 мм осадков за сутки, бывают в ливнеопасных районах Советского Союза довольно редко, примерно раз в столетие.

Основную массу осадков на Европейскую территорию нашей страны приносят циклоны, приходящие из районов Малой Азии, Средиземного и Черного морей, реже — циклоны из Северной Атлантики и Западной Европы.

Циклоны, проходящие над территорией Советского Союза, иногда несут в себе огромные массы влаги. Так, например, циклон, возникший 6 мая 1941 г., пройдя путь в 1800 км, за три дня „вылил“ на территорию нашей страны около 40 куб. км воды, что в 13 раз превосходит запасы воды в озере Ильмень.

В СССР наиболее сильные ливни, вызывающие высокие наводнения, выпадают на территории Украины, Нижнего Дона, Северного Кавказа и Закавказья, в верховьях бассейна Амура, на Дальнем Востоке и реже — в Центрально-Черноземной области.

Перелистаем несколько страниц из истории ливневых наводнений в нашей стране и за рубежом.

В мае 1839 г. в Киеве выпал ливень, о котором академик Веселовский сообщал:

„...Пошел дождь, продолжавшийся непрерывно 3 часа. Он падал не каплями, а ручьями. Казалось, что с неба протянуты веревки толщиной в мизинец. Улица в одну минуту превратилась в бушующий ручей... Вырванные фонарные столбы неслись по ней. Вода так глубоко размывала землю, что обнажились фундаменты домов. Одна из нижних частей города была покрыта водой более чем на 1,5 метра глубины...“

За лето 1964 г. на Северном Кавказе, Нижнем Дону и в Прикаспийской низменности прошло 27 катастрофических ливней. На город Каменск-Шахтинский (Ростовская область) за одну ночь 26 мая из облаков „вылилось“ 7 млн. куб. м воды.

За 12 ч природа отдала городу всю летнюю норму осадков. Уровень воды в р. Казенный Торец, у г. Славянска, во время ливня повысился на 3 м. 15 августа ливень обрушился на Ейск. За 2 ч выпало 135 мм осадков.

Через 12 дней над Туапсе разразился еще более сильный ливень, продолжавшийся непрерывно 30 ч. Временами интенсивность ливня достигала 8,5 мм в минуту. Из грозových туч непрерывно низвергались струи воды. Часть города оказалась под водой. Всего выпало 247 мм осадков.

Ливневые наводнения неоднократно происходили и в Москве. Так, ливень, прошедший над Москвой 29 июня 1924 г., дал 95 мм осадков за полтора часа. Сравнительно низкая часть города в районе Грузинской улицы была залита водой, которая затопила все подвалы. Всякое движение по улицам прекратилось. Интересно, что при этом в Замоскворечье и на окраинах города дождя не было совсем. Ливень 25 июня 1965 г. продолжался несколько часов. Был момент, когда Неглинная и другие улицы сделались „судоходными“. Пассажиры были пересажены в лодки из автобусов и троллейбусов, оказавшихся в воде, и вывезены в безопасные места. К счастью, наводнение было непродолжительным. Вода постепенно ушла через ливневую канализацию.

В середине января 1966 г. страшное бедствие из-за ливней потерпели города Бразилии. Были разрушены тысячи зданий. Сильно пострадал город Рио-де-Жанейро, особенно его окраины.

В Аргентине, в провинции Формоса, в том же году за 5 суток выпало 1200 мм осадков. Без крова осталось 230 тыс. жителей, погибла половина поголовья скота, прервалось железнодорожное и автомобильное сообщение.

Катастрофические ливни бывают причиной разрушения дорожных насыпей в местах, где они пересекаются оврагами, балками, логами. Во время сильных ливней по ним устремляются водные потоки. Для их пропуска в насыпях закладывают водопропускные трубы, имеющие разную площадь поперечного сечения, в зависимости от ожидаемого расхода воды. Если пропускная способность такой трубы по каким-либо причинам (ошибка в расчетах, засорение отверстия принесенными водным потоком камнями, грунтом, деревьями и др.) оказывается недостаточной, то перед насыпью скапливается большое количество воды. Насыпь становится земляной плотиной, тело ее насыщается водой и начинает фильтровать. Фильтрующая вода увлекает за собой из насыпи вначале мелкие, а по мере возрастания напора воды — и крупные частицы грунта. В конце концов это может привести к разрушению насыпи.

30 июня (12 июля) 1882 г. произошла катастрофа, известная под названием Кукуевской.

В этот день в районе села Михайловское бывшей Орловской губернии прошел сильнейший ливень, продолжавшийся 16 ч подряд; выпало 145—150 мм осадков — количество, небывалое для этих мест. Труба, заложенная под железнодорожной насыпью

у станции Кукуевка Московско-Курской дороги, не смогла пропустить воду. В результате насыпь железной дороги размыло и произошло страшное крушение поезда.

Известный русский писатель В. А. Гиляровский в книге „Мои скитания“ так описал последствия этой катастрофы:

„...Огромный глубокий овраг пересекает узкая, сажень до двадцати вышины, насыпь полотна дороги, прорванная на большом пространстве, заваленная обломками вагонов. На том и другом краю образовавшейся пропасти полувисят готовые рухнуть разбитые вагоны. На дне насыпи была узкая, аршина в полтора диаметром, чугунная труба — причина катастрофы. Страшный ночной ливень 29 июня 1882 года, давший море воды, вырвал эту трубу, вымыл землю и образовал огромную подземную пещеру в насыпи, в глубину которой рухнул поезд... Два колена трубы, пудов по двести каждая, виднелись на дне долины в полуверсте от насыпи, такова была сила потока.

Оторвался паровоз и первый вагон, оторвались три вагона в хвосте, и вся середина поезда разбитого вдребзги... рухнула на дно пещеры, где их и залило наплывшей жидкой глиной и засыпало землей, перемешанной тоже с обломками вагонов и трупамы погибших людей...“

Это печальное событие послужило толчком к разработке в России единых методов расчета возможного максимального притока ливневых вод к отверстиям водопропускных сооружений для определения их размеров.

Даже в знойных пустынях бывают ливневые наводнения, наносящие большой урон.

Из-за недостатка атмосферных осадков и отсутствия поверхностных вод четыре пятых территории Туркмении (а это почти 350 тыс. кв. км) составляют безжизненные пространства. Но вода, лучший друг жителей пустыни, порой бывает их врагом. Не успеют пройти в горах Копет-Дага ливневые дожди, как вздуваются горные реки, „шумят“ сухие ущелья и лога и на равнину устремляются бурные и далеко не безобидные потоки воды. Ежегодно с Копет-Дага стекает 300—500 млн. куб. м таких неуправляемых, еще не покоренных человеком вод.

Величайшая пустыня мира — Сахара — наименее заселенный район нашей планеты. В ней нет постоянно текущих водотоков, но там сохранились высохшие русла (вади) крупных рек и озерные котловины. О Сахаре говорят, что она безжизненна, имея в виду полное отсутствие воды. Но и здесь происходят наводнения, притом с человеческими жертвами. В водных потоках, возникавших в результате внезапных дождей, утонуло в 1904 г. 25 человек, в 1922 г. — 22, в 1957 г. — 14 человек. В 1958 г. водным потоком было разрушено 427 жилищ.

Десять лет группа ученых проводила в Центральной Сахаре наблюдения за осадками. Средняя годовая норма их оказалась равной 50 мм. В течение этого времени за три года не выпало ни капли дождя, пять лет осадки были на границе точности их измерения. Все осадки, которые природа „задолжала“ пустыне, неожиданно обрушились двумя ливнями.

В Южной Америке, на севере Чили, в зоне южного тропика, лежит самая засушливая область земного шара — пустыня Ата-

кама, которую местное население называет „Долиной смерти“, „Земным адом“. Здесь практически не бывает осадков: в среднем в июле, в разгар здешней зимы, выпадает 1 мм дождя, остальные месяцы бездождны. Единственный источник влаги в пустыне — зимние и весенние росы — „гарруа“ и густые туманы — „каманчикас“.

Лима — столица Перу — лежит на 5—7° севернее пустыни Атакама. Это город, не знающий дождей. Жителям Лимы чужды такие понятия, как ливневая канализация, водосточные каналы, ливнестоки и т. п. Назначение крыш в домах — главным образом защита от солнца. Справочники сообщают, что в Лиме в течение года в среднем выпадает 37 мм осадков, в виде той же „гарруа“. Настоящий дождь выпадает в Лиме раз за долгие годы и переживается городом крайне болезненно.

Так, в 1925 г. выпали настолько обильные ливни, что были разрушены железные дороги, снесены мосты, затоплены населенные пункты. Города Лима и Кальяо оказались окружены водой. Дожди, выпавшие на огромном пространстве пустыни, быстро затопили высохшие русла рек и переполнили их. Волшебниками, совершившими чудо, были ветер и теплое морское течение Эль-Ниньо. Обычно оно не оказывает влияния на климат Чили и южной части Перу, но иногда в декабре проникает от экватора к западному побережью Южной Америки. В тот год это течение оказалось необычно сильным и оттеснило холодное Перуанское течение от берегов Южной Америки. Оно принесло с собой влажные и теплые воздушные массы. Аномалия в погоде продолжалась с конца декабря 1924 г. до мая 1925 г.

Подобные аномалии, правда в более слабой форме, наблюдались на Чилийском побережье в 1891 и 1918 гг. Подвержена им и сама Лима. В мае 1940 г. на побережье прошел сильный ливень, приведший в отчаяние тысячи людей: он совпал с сильным землетрясением в окрестностях города. Высказывались предположения, что причиной ливня послужили изменения в атмосферном давлении, вызванные землетрясением.

В апреле 1949 г. Лима вновь пережила стихийное бедствие. Над городом в течение часа шел ливень. Подвалы превратились в бассейны, крыши провалились, а хижины, построенные из необожженного кирпича, превратились в кучи грязи...

Ливневые наводнения иногда совпадают с наводнениями, вызываемыми и другими причинами, например интенсивным снеготаянием. Тогда буйство водной стихии принимает еще больший размах.

**Зимние наводнения.** Жизнь рек в зимний период, с момента появления первых признаков льда и до полного его исчезновения, совсем иная, чем в период открытого русла. В это время движение воды в реках происходит под ледяным покровом.

Появление и исчезновение в реках льда зависит от метеорологических условий: температуры и влажности воздуха и скорости ветра, определяющих величину теплообмена между водой

и атмосферой. Существенную роль в процессе ледообразования играет скорость течения воды в реках. Большая скорость течения при значительных отрицательных температурах воздуха способствует охлаждению массы воды по всей ее глубине. При этом, если температура в водном потоке понизится хотя бы на сотую долю градуса ниже нуля, в воде возникает внутриводный лед, который, всплывая на поверхность, образует рыхлые скопления, называемые шугой.

При устойчивой морозной погоде процесс шугообразования происходит непрерывно. Шуга смерзаясь образует так называемые шуговые ковры.

Внутриводный лед возникает и на дне рек в виде пористой массы, примерзшей к камням и выступам дна. Эту разновидность внутриводного льда называют донным льдом. Он также может всплывать на поверхность воды.

Шуга и донный лед особенно интенсивно образуются в ясные безоблачные морозные дни. В рассказе Джека Лондона „На сококовой миле“ образно нарисована картина возникновения донного льда и шуги.

„Погода была настоящая осенняя, солнце поблескивало на золотых лиственницах и дрожащих осинах, рябь на реке так и сверкала, а с севера уже надвигалась голубая дымка зимы... воздух какой-то звонкий и словно искрится... Бросили мы грести, свесились по обе стороны и всматриваемся в сверкающую воду... каждый камень на дне реки был облеплен гроздьями льда, как белыми кораллами... Не успели мы обогнуть порог, как вода вокруг стала белеть, как молоко, покрываясь на поверхности крошечными кружочками... такими, когда на реке идет дождь. Это всплывал донный лед. Справа, слева, со всех сторон, насколько хватает глаз, вода была покрыта такими кружочками. Слово лодка продвигалась вперед в густой каше, как клей, прилипавшей к веслам... Это зрелище запомнилось мне на всю жизнь».

С появлением на реке сплошного ледяного покрова процесс образования внутриводного льда прекращается — исчезают условия для переохлаждения воды в потоке. Однако шуга, образовавшаяся ранее и приносимая с выше расположенных участков реки, может всплывать и задерживаться под ледяным покровом, особенно у его кромки, за полыней, постепенно нарастая и стесняя сечение речного потока. При больших ее скоплениях образуется зажор, вызывающий повышение уровня воды в реке вверх по течению, затопление прилегающей местности или наводнение. При зажорах уровень воды в реках обычно поднимается не более чем на 3—4 м, но известны случаи, когда высота подъема уровня достигала 6—7 м и более.

В нашей стране высокие наводнения зажорного происхождения, как правило, случаются в осенне-зимний период, во время ледостава. Чаще всего они наблюдаются на реках Северо-Запада (Нева, Нарова), Карелии и Сибири (Ангара, Енисей, Подкаменная Тунгуска), в Средней Азии (Амударья, Сырдарья).

Зимние, особенно зажорные, наводнения на реках СССР имеют более тяжелые последствия, чем наводнения такой же высоты,

порождаемые половодьями. Это объясняется тем, что продолжительность зажоров может достигать полутора — двух месяцев, а вызванные ими подъемы уровней воды происходят в начале, а иногда в середине зимы. Поэтому вода, вышедшая из берегов рек на пойму, замерзает. В результате после падения уровня на местности остается много льда, который затем долго тает, затрудняя освоение поймы.

Во время ледохода на реках лед, встречая на своем пути препятствия (перекаты, отмели, острова, берега у извилистых русел, опоры мостовых переходов), скапливается около них в больших количествах и закупоривает русло. Так возникают заторы льда. Они тоже приводят к резким повышениям уровня воды в реках и вызывают наводнения. Особенно часто заторы льда образуются на крупных реках, текущих с юга на север. На таких реках ледоход раньше начинается в верховьях. Поэтому льдины, приплывающие сверху, задерживаются у кромки эдак не тронувшегося льда, уходят под него и, постепенно скапливаясь, образуют затор.

Заторы льда наблюдаются на реках, вытекающих из озер: на Неве, Ниагаре, берущей начало из оз. Эри. До постройки Иркутской ГЭС они были частым явлением на Ангаре. В прошлом, до проведения специальных работ в устье р. Даугавы, наводнения заторного происхождения наносили большой ущерб Риге.

Автор книги «Ладожское озеро» (1875 г., стр. 152) А. П. Андреев описывает грандиозный ледяной затор в истоке Невы, возникший в 1858 г.:

«...по вскрытии Невы сильным северо-восточным ветром нагнало льду из Ладожского озера в Неву такое количество, что он массою скопился у Красных Сосен и сделал сильнейший затор, который образовал собою плотину и загордил течение реки. Вода около Шлиссельбурга, на истоке Невы, поднялась весьма высоко — такого подъема не помнили старожилы; ниже местности Красных Сосен вода упала до удивительно низкого уровня. Жители по осушенному ложу реки находили много якорей, цепных канатов и свободно вывезли на лошадях железо, утонувшее с баржей около порогов в 1824 году. В самих же порогах русло реки так сузилось, что похоже было на весьма малую речку».

Наводнения заторного происхождения обычно кратковременны. Длительность их зависит от длительности заторов и продолжается, как правило, не более 4—5 дней. Во время разрушения заторов напором воды огромные массы воды и льда устремляются вниз по течению реки, образуя на берегах нагромождения льда, достигающие иногда 10 м высоты.

На малых, средних и даже больших реках Восточной Сибири, в зоне многолетней мерзлоты возникают своеобразные монолитные ледяные заторы — наледи. Они наглухо перекрывают, на всю зиму и весну, речные русла и поймы. Наледи — одно из следствий суровой сибирской зимы, во время которой многие реки промерзают до дна. При этом вода, останавливая свой бег под



ледяным покровом, оказывает на него давление и вызывает образование трещин, через которые она изливается на поверхность льда и замерзает. Так образуется наледь. По мере поступления воды с выше лежащего участка реки наледь непрерывно растет в течение всей зимы, распространяясь в пределах долины реки. В результате возникают громадные скопления монолитного льда, представляющие собой прочную ледяную плотину. Высота таких наледей на отдельных сибирских реках достигает 3—5 м. У мостовых переходов наледи полностью закупоривают подмостовые отверстия и весной препятствуют проходу в них талых вод, вызывая наводнения, разрушение мостов и дорожных насыпей.

Капризы погоды порой приводят к заторно-наледным наводнениям в местах, где их можно меньше всего ожидать, например в районах Южного Казахстана, Средней Азии и в других местах с землями, иссушенными зноем, изнывающими от жажды.

Во второй половине зимы 1968-69 г. в Алма-Атинской области стояли тридцатиградусные морозы. Первой рекой, которую весна разбудила от зимнего сна, была р. Чарын, перед этим закованная холодами в мощнейший ледяной панцирь. Вырвавшись с гор на равнину, ее стремительные воды пошли поверх ледяного покрова, образовавшегося в равнинной части русла, разлились по нему, вышли из берега, промерзли и превратились в наледь. Когда, с внезапным приходом тепла, с гор хлынули большие массы талых вод, они встретили на своем пути эту ледяную плотину, вышли из речного русла и вызвали наводнение. Чтобы защитить от затопления близлежащие жилища и фермы, пришлось спешно возводить земляные валы и одновременно прокладывать в ледяной перемычке русло для реки.

Причиной образования ледяных заторов и возникновения наводнений во время ледохода на устьевых участках рек могут быть сильные нагоны воды в речные русла со стороны моря. Подобные наводнения наблюдаются в Архангельске.

**Нагонные наводнения.** Речные дельты в средних и южных широтах — наиболее плотно заселенные районы земного шара. Вместе с тем дельты представляют собой арену борьбы двух водных стихий — реки и моря. Это районы, наиболее подверженные речным и морским наводнениям.

Реки, вынося в море большое количество наносов — продуктов водной эрозии, постепенно „отвоевывают“ у него некоторое пространство, расширяя площадь дельт. Море, в свою очередь, во время приливов, ветровых нагонов и других явлений, вызывающих повышение уровня воды, наступает на дельты. Морские воды переполняют речные русла в устьевых участках, заставляют реки течь вспять, выходить из берегов, вызывают наводнения на островах дельт.

Нагонные наводнения обычно происходят при сильных ветрах с моря на пологих участках побережья и при глубине моря меньше 20 м. У нас в стране такие наводнения довольно часто наблюдаются на Каспийском и Азовском морях, а также в

устьях Западной Двины (Даугавы), Невы и Северной Двины. В Западной Европе нагонным наводнениям подвержены долины нижних течений и устьевых участков рек, впадающих в Северное море.

В 1953 г. жители побережья Англии и Голландии терпели большие бедствия от выдающихся нагонных наводнений.

В феврале 1962 г. шторм силой 12 баллов, свирепствовавший в Северном море, обрушил огромные массы воды на берега Западной Германии. Морская вода ворвалась в устья рек и заставила их течь обратно. В результате воды рек и моря проникли в глубь суши примерно на 100 км, заливая все на своем пути. Под водой оказались города Гамбург, Бремен, Куксхафен и все окрестные населенные пункты. Вода разрушила железные и автомобильные дороги, линии электропередачи и связи, газопроводы, смыла и разрушила сотни жилых построек. Большой ущерб был нанесен промышленным предприятиям. Более 100 тыс. людей оказались без крова, 400 человек погибли в домах, не успев из них выбраться. Наводнение нанесло материальный ущерб, исчисляемый многими миллиардами марок. Подобной катастрофы не наблюдалось за последние 100 лет. В спасательных операциях помимо полиции и специальных подразделений принимало участие 25 тыс. солдат, 100 вертолетов. Шторм одновременно вызвал наводнения в Англии и в других приморских странах Западной Европы. В районе, прилегающем к устью Темзы, волна высотой 2,5 м унесла свыше 300 человеческих жизней. В Голландии лавина воды четырехметровой высоты, пришедшая с моря, не только повернула течение рек, но разрушила защитные дамбы и опустошила юго-запад страны, погубив 1800 человек.

Высокие опустошительные наводнения нагонного происхождения часто наблюдаются на северном побережье Мексиканского залива, в Карибском море, на всем Атлантическом побережье США от южной оконечности полуострова Флорида и почти до Нью-Йорка.

Во время штормовых нагонов из Мексиканского залива уровни воды во впадающих в него реках повышаются на 6,0—7,5 м и более. Примерно такое же повышение уровней воды в реках наблюдается на Атлантическом побережье США, когда приходят штормы и ураганы с Северной Атлантики. Высота волн на затопляемых территориях побережья Мексиканского залива и восточной части полуострова Флорида достигает 5—5,5 м. Продолжительность нагонных наводнений составляет здесь 18—20 дней.

Во время ураганов крупная волна из открытого моря гонит обратно на берег идущую ей навстречу волну отлива. Высота наводнений при этом возрастает.

Самые высокие на земном шаре ветровые нагоны морской воды происходят на побережье Индии, в окрестностях Калькутты. Уровень воды в р. Хугли — восточном рукаве дельты Ганга —

во время ураганов, приходящих со стороны Индийского океана, иногда поднимается на 11 м.

Во многих районах Тихого океана — на Японских, Филиппинских, Гавайских и других тихоокеанских островах — также нередки катастрофические наводнения, вызванные поступлением на сушу огромных масс океанской воды во время тайфунов. (Тайфун — это тихоокеанская разновидность ураганов. Скорость ветра в нем достигает 400 км/ч.)

Тайфуны приносят на сушу, особенно в тропиках, огромное количество воды, выпадающей в виде атмосферных осадков. Поэтому вызванные тайфунами нагонные наводнения всегда сопровождаются обильными дождями, что еще усугубляет тяжелое положение людей, терпящих бедствие.

В 1972 г. такое наводнение обрушилось на Филиппины; оно продолжалось с июля по август, т. е. почти два месяца. Высота слоя воды в некоторых местах достигала 8 м. Под водой оказалась большая половина столицы Филиппин — Манилы. О масштабах катастрофы можно судить по следующим цифрам: свыше 1,5 млн. человек осталось без крова; только лишь ущерб, нанесенный дорогам, плотинам и другим сооружениям, составил около 300 млн. долл. По заявлению президента Филиппин, для полного устранения последствий этого грандиозного наводнения потребуется 10—20 лет.

В нашей стране наводнениям нагонного происхождения подвержены восточное побережье Азовского моря и Таманский полуостров. Они возникают здесь при штормовых ветрах, дующих с моря.

В этом районе катастрофические наводнения были зафиксированы в 1739, 1840 и 1914 гг.

Иногда во время штормов наблюдается перекоп водной поверхности Азовского моря на линии Генчиск (Крым) — Темрюк, также вызывающий наводнения.

Ветровые нагоны — частое явление на Северном Каспии. При сильных ветрах на отдельных участках побережья морская вода проникает в устья рек Эмбы, Урала, в дельту Волги и затопляет их берега. При штормовых ветрах силой 12 баллов вода накатывается на берег двухметровым валом со скоростью 5—8 м/с (до 30 км/ч). Высокие наводнения происходят на северном побережье Каспия примерно один раз в сто лет. Такие наводнения наблюдались в 1910 и в ноябре 1952 г.

От нагонных наводнений часто терпят тяжелые бедствия и южные районы Сахалина, особенно когда там проходят циклоны, сопровождаемые ливнями.

**Селевые наводнения.** Сели — грозное явление природы, наблюдаемое в предгорьях и горах. Они представляют собой особую форму дождевых паводков.

Сель — бурный поток, внезапно возникающий на горных реках. Он несет с собой большое количество наносов, как в виде мелких частиц — грязевый сель, так и в виде гальки и камней —

грязекаменный сель. Арабы называют его „силь“, грузины — „дварцопи“, что значит „бешеный поток“.

Возникновению селя благоприятствуют три условия: интенсивный ливень или очень дружное снеготаяние, значительная крутизна склонов речных долин, логов и балок и, следовательно, большие уклоны водных потоков, наличие на склонах больших масс легко смываемого рыхлого мелкообломочного грунта. Накопившиеся на склонах долин продукты разрушения горных пород могут находиться в состоянии устойчивого равновесия, если угол наклона плоскости скольжения к горизонту меньше угла естественного откоса.

При увлажнении связных грунтов силы трения и сцепления в них снижаются, а глинистые грунты становятся даже текучими. Поэтому во время сильных ливней скопившиеся на склонах гор продукты разрушения горных пород приходят в движение и вместе с потоками воды с огромной скоростью устремляются вниз, в долины, обогащаясь по пути новыми материалами и водой.

Так формируется сель.

В отличие от водных потоков, сели, особенно грязекаменные, движутся не непрерывно, а отдельными валами, то останавливаясь совсем, то опять ускоряя свое движение, резко увеличиваясь в объеме по пути. Причина такого прерывистого, не имеющего определенной закономерности движения грязекаменного потока кроется в том, что из-за наличия в нем крупного материала в местах резких поворотов, сужений и переломов продольного профиля селевого русла селевая масса образует заторы и останавливается. Затем, когда перед таким затором скапливается грязекаменная масса, его прорывает и сель вновь продолжает свое движение с еще большей силой, неся с собой больше грунтового материала и воды, чем перед возникновением затора. Так, если обычно скорость движения грязекаменных потоков составляет 10—15 км/ч, то при прорыве заторов она увеличивается до 20—35 км/ч.

Сели обладают огромной разрушительной силой. О мощи селей можно судить по тому, что они в состоянии увлечь с собой громадные валуны. Селевой поток, прошедший 13 августа 1953 г. по долине р. Чхери на Кавказе, перенес каменную глыбу объемом 71 куб. м и весом около 190 т. Во время прохождения катастрофического селя на р. Малой Алматинке в ночь с 8 на 9 июня 1921 г. высота грязекаменных валов достигала 6 м. За 8 ч прошло 80 валов, состоящих из грязи, камней, деревьев и обломков разрушенных селем же зданий. Объем грунта, вынесенного селем в предгорья, достигал 3,25 млн. куб. м.

С квадратного километра площади своего формирования сель может выносить 50—90 тыс. куб. м горных пород. Длительность прохождения селя обычно составляет 1—2 ч, но в отдельных случаях 6 ч и более.

После того как селевая масса грязекаменного потока прекращает свое движение, она обезвоживается и застывает наподобие лавы.

Один из наиболее селеопасных районов Советского Союза — это бассейн р. Куры. Селевые потоки возможны на всех ее горных притоках. Наиболее разрушительными они бывают на южных склонах Большого Кавказа, в бассейне р. Алазани и левобережных притоках р. Араке.

В высокогорной части бассейна р. Терек сели повторяются примерно один раз в десять лет.

Несут ущерб от селей и некоторые города и населенные пункты Армении.

В Казахстане под угрозой селей находятся несколько городов и поселков. В Таджикистане зарегистрировано 340 селеопасных русел. В Киргизии насчитывается более 3000 селеопасных рек и саев: ущельев, балок, оврагов. Сели наблюдаются также в Карпатах, на Северном Урале, в Забайкалье, на трассе БАМа в районе Станового нагорья.

Сели не наблюдаются в тех горных районах, где выпадает много осадков и развивается богатая травяная и древесная растительность, препятствующая размыву верхних слоев грунта.

Сели в одном и том же селевом русле повторяются редко, иногда через десятки лет. Однако в селеопасных районах их возникновения ждут ежегодно. Сели особенно опасны тем, что наступают внезапно и нарастают быстро, порой почти мгновенно.

О селе в бассейне р. Баксан на Кавказе его очевидец Т. В. Ковалев сообщил:

„Сель начался в ночь с 31 июля на 1 августа 1940 года, в это время впервые стал слышен шум и грохот в балке Джаловчат. Утром 1 августа грязекаменная масса селя, выйдя из узкого овражного русла ручья в широкую долину реки Адыр-Су, ломая лес, направилась к руслу последней и запрудила реку, образовав озеро. Селевая плотина вскоре прорвалась и под нажимом новых волн селя оставила русло. Бешено крутясь между деревьями и скалами, поток устремился через лес к правому склону долины, затем пошел по широкой поляне, подмывая крутой правый склон долины и вызывая в нем оползни. Сель, двигавшийся мощными грязекаменными валами, достигавшими высоты 4—5 метров, вновь подпрудился каменной плотиной из принесенных им же камней и пошел влево к лесу. Затем он подошел к двум большим, плотно сделанным домам, и под его напором гигантская сосна, как копы, протаранила стену дома, затем потолок и вышла через крышу. Еще нажим — и стены домов повалились, все смешалось с грязью“.

Три года подряд, с 1960 по 1962 г., мощные селевые потоки обрушивались в долину р. Баксан, каждый раз оставляя в ее пределах 100—250 тыс. куб. м валунно-галечного материала слоем 2—4 м.

В горных ледниковых районах сели возникают в результате обрыва ледников, вызываемого землетрясением или другими причинами. Такие сели называют гляциальными.

Высокие гляциальные сели, вызывающие завалы р. Терек и приводившие к катастрофическим наводнениям, неоднократно

наблюдались в районе ледников Центрального Кавказа. В июне 1776 г. такой сель на три дня заградил реку, вызвав в ней подъем уровня воды на 76 м. В августе 1832 г. мощный селевой поток, прошедший в долине р. Кабахи, у подножья Казбека, вынес в Дарьяльское ущелье огромную массу льда, снега и камней, образовав в Тереке завал длиной 2 км, который вызвал подъем уровня воды на 100 м. Объем завала достигал 16 млн. куб. м. В этом же районе в июне 1902 г. прошел выдающийся сель. Двигаясь в виде огромной лавины со скоростью до 50 м/сек, он прошел за 4 мин 12 км.

Селевые потоки могут возникать и в результате совпадения дождевых осадков с интенсивным снеготаянием.

В воскресенье 7 июня 1963 г. в Жарсайском ущелье, в горах Заилийского Алатау, в результате таяния горных снегов и ливневого дождя внезапно возник мощный сель. Громадный грязекаменный вал, стремительно мчавшийся вниз, с гор, ворвался в оз. Иссык, которое за его красоту называли жемчужиной Алатау, и уничтожил его. Озеро образовалось несколько сот лет тому назад в результате завала оползнем ущелья Иссык.

Директор турбазы «Озеро Иссык» Ашуев И. Г. писал:

...мы слышали стремительно нарастающий грохот. Я обернулся и примерно в ста метрах от устья реки увидел черный грязекаменный вал высотой в 12 метров, внезапно вышедший из-за крутого поворота ущелья... он несся по ущелью всеокрушающей широкой лавиной... и с грохотом обрушился в озеро...

Вслед за первым селевым валом на озеро обрушился второй, а спустя четверть часа — третий. Он оказался самым грозным, и на озере возникли огромные волны... на них страшно было взглянуть. Разнеся в щепы лодочные причалы, они неистово били о скалистые берега и завальную плотину. При каждом ударе вспененная вода переклестывала через гребень завала, водопадом низвергаясь в ущелье... Восемь часов подряд штурмовали вздыбленные волны завальную плотину, нанося ей один сокрушительный удар за другим. В конце концов гранитные глыбы, стойко сдерживавшие напор воды многие сотни лет, дрогнули, вода стала быстро размывать плотину... бешеные волны прорвали ее от гребня до основания, образовав в каменном завале каньон глубиной 60 метров. Воды озера бушующим потоком ринулись по нему вниз в долину...

Только в два часа ночи шум воды, несущейся по ущелью, стал понемногу стихать.

Всю ночь, до утра рушились в проран камни, наполняя грохотом окрестности, напоминая их жителям о мощи необузданных сил природы.

Сели — бич горных и предгорных районов многих стран. В Югославии, например, имеется свыше 8000 селеопасных бассейнов, со средней площадью 3 кв. км.

В США от селей страдает район г. Лос-Анджелеса, расположенный в предгорьях Кордильер. Он неоднократно нес огромный урон от селей. Один из самых разрушительных селей наблюдался здесь в марте 1938 г. Убытки от грязекаменного потока, обрушившегося на Лос-Анджелес, оценивались в 50 млн. долл. Погибло 200 человек, более 10 тыс. жителей оказалось без

крова. Железнодорожная, телефонная и телеграфная связь были прерваны на несколько суток. Сель принес на улицы и площади города около 11,5 млн. куб. м грязи и камней.

В 1892 г. в Альпах из ледника Тэс-Рус, расположенного на высоте 3100 м, внезапно вылилось 200 тыс. куб. м воды. Двигаясь с большой скоростью по склонам гор, она по пути увлекала с собой грунт и камни. Образовавшийся сель, продолжая стремительно двигаться дальше вниз, уничтожил в г. Сен-Жерве 175 человек и разрушил много строений.

В январе 1962 г. с высоты около 6600 м, в верховьях бассейна р. Санта (Перу), с ледника Уаскаран сорвалась часть ледникового карниза высотой около 100 м. При падении она обрушила участок ледникового языка площадью около 20 га и вместе с ним устремилась вниз. Огромная волна из глыб льда, крупных камней, обломков скал, грязи и песка, непрерывно наращивая объем и мощь, стремительно скатилась в долину реки. За 10 мин она пролетела 4000 м по высоте и 16 км по длине. Высота этой чудовищной волны колебалась от 60 до 120 м. Она двигалась по долине со скоростью курьерского поезда — 100 км/ч и разрушила все селения, расположенные на высоте до 100 м над дном долины. В зоне выноса высота гребня волны снизилась до 10—15 м, а скорость — до 50 км/ч. Однако даже оставшейся мощи селя хватило на то, чтобы полностью разрушить поселок Ренраирка.

Сильное землетрясение, произошедшее в Перу 31 мая 1970 г., явилось причиной возникновения нескольких катастрофических гляциальных селей. Вновь был полностью уничтожен поселок Ренраирка.

У подножия самой высокой вершины Перу Уаскаран перестал существовать г. Юнгай.

„Только ровная засохшая грязь с разбросанными валунами, навечно замуровавшая шестиметровым слоем город и его окрестности, была печальным памятником и свидетельством разбушевавшейся здесь стихии, похоронившей цветущий курортный городок в центре „Перуанской Швейцарии“, — писал очевидец.

**Завальные наводнения.** В мае — июне 1963 г. печать и радио нашей страны сообщали о том, что ледник Медвежий, спускающийся с западных склонов Памира, с хребта Академии Наук в бассейне Амударьи, вдруг ускорил свое движение. Продвинувшись вниз по долине, он перекрыл верхний приток р. Ванч — р. Абдукагор, вызвав в ней подъем уровня воды на 80 м и затопление ее долины. Так возникло небольшое высокогорное озеро объемом в 20—25 млн. куб. м. Озеро просуществовало несколько дней.

В ночь с 19 на 20 июня вода прорвала ледяную перемычку и стремительно двинулась по долине р. Ванч.

В 1973 г. опять начались „странствия“ Медвежьего. Вновь р. Абдукагор перегородила гигантская ледяная гора. Перед ней

быстро начала скапливаться вода, готовая в любой момент прорвать толщу льда и устремиться в долину Ванча грозным потоком. Из долины было срочно эвакуировано население, построены защитные дамбы и предприняты другие меры. Над долиной непрерывно патрулировали вертолеты, гидрологи вели круглосуточные наблюдения за подъемом уровня воды в реке, а результаты измерений передавали на все расположенные ниже по течению гидрологические посты, в том числе и на Амударье. В случае прорыва завала ожидалось увеличение расхода воды в Ванче до 2700 куб. м/сек, что грозило возникновением аварийной обстановки на Амударье. Поэтому на ее берегах тоже была проведена соответствующая подготовка к встрече грозного вала.

Вскоре ледяной завал был прорван водой и ее масса, неся лед и землю, размытую по пути, устремилась в долину Ванча, а из нее в Амударью. Достигнув головной части Каракумского канала, вода вошла в него. Остальная ее часть, продолжая двигаться по реке, увеличила в ней расход воды на 300 куб. м/сек. Благодаря своевременно принятым мерам ущерб от наводнения был невелик.

Изучив повадки Медвежьего, который и до 1963 г. бывал причиной наводнений, инженеры предложили проложить в горах туннель, чтобы направить русло в обход того места, где реку обычно перегораживает завал.

На территории СССР выявлено более семидесяти мест в районах Памира, Тянь-Шаня, Кавказа, Камчатки, где „странствующие“ ледники перегораживают горные реки, вызывая катастрофические наводнения и разрушительные сели.

Наводнения подобного же происхождения наблюдаются и в других местах земного шара: в Гималаях, Альпах, Каракоруме, на Аляске.

В 1840 г. на р. Инд, у подножия г. Нанга-Парбат, ледник образовал ледяную перемычку, которая подняла уровень воды на огромную высоту — 250 м. В 1939 г. на р. Чайог, притоке Инда, по той же причине произошло повышение уровня воды на 60 м.

В Альпах и Баварских горах летом 1954 г. в результате дождей и снежных завалов выходили из берегов реки Ин, Изер и Дунай (в верховьях).

Наводнения в горах происходят и при прорыве завалов, образовавшихся в результате обвала. В сентябре 1893 г. в ущелье Бехаи-Жонга (Гималаи), по дну которого протекает р. Алаккланда, впадающая в Ганг, произошел обвал. Образовался грандиозный завал. Примерно через год, 24 августа 1894 г., вода в озере достигла вершины завала. На следующий день вода начала переливаться через верх завала и размывала его 24 ч. Вода в ущелье, ниже завала, поднялась на 50 м, а в Ганге, у г. Хардвар, в 200 км от места прорыва, — на 3 м. Устремившийся в проран могучий водный поток глубиной 15—20 м смыл с лица земли г. Сридгар.



В Таджикской ССР, в заоблачных высях, на высоте около 3500 м над уровнем моря, плещется Сарезское озеро, разлившееся почти на 100 кв. км. Запасы воды в нем составляют около 17 млрд. куб. м.

В глухую февральскую ночь 1911 г. жители верховий р. Мургаба были разбужены сильнейшим гулом, идущим из недр земли. Над небольшим кишлаком Усой несколько дней кружились клубы густой пыли. Когда земля успокоилась и рассеялась пыль, изумленные люди увидели в русле Мургаба гигантскую каменную стену высотой почти 750 м, воздвигнутую из обломков горных пород стихийными силами природы. Кишлак Усой оказался погребенным под этим гигантским горным завалом, позади которого родилось озеро. Ему не случайно было дано название „Сарез“, что по-таджикски означает „льющийся на голову“. Это горное озеро висит над речной долиной, словно чудовищная грозовая туча, готовая разразиться гигантскими водными потоками.

Сарез девять месяцев в году недоступен для человека, так как глубокие снега, 30-градусные морозы, окрестные неприступные горы надежно его „охраняют“. Однако за ним ведутся непрерывные наблюдения: с 1938 г. там существует гидрометеорологическая станция, где несут вахту гидрологи и метеорологи.

Состояние завала, как утверждают ученые, не вызывает опасений. Тело его прочно сложено. Прорыв его из-за усиления фильтрации маловероятен. Переполнение озера водой и перелив ее через гребень завала исключены. Природа сама побеспокоилась, чтобы этого не произошло. Уровень воды в озере давно стабилизировался и находится ниже верха завала.

Поскольку существует опасность оползания горных пород, нависших над озером, за ними тоже ведутся наблюдения. Прорабатываются варианты предотвращения возможной катастрофы путем снижения завала или его наращивания, а также посредством спуска озера. Имеются предложения о постройке гидротехнических туннелей на 300 м ниже поверхности озера. С их помощью воды озера можно будет пропустить через турбины мощной ГЭС и направить через Амударью на хлопковые поля Таджикистана, Туркмении и Узбекистана.

24 апреля 1964 г. в месте слияния Зеравшана и Фандарьи, у поселка Айни, произошел огромный обвал, полностью перекрывший русло и часть долины р. Зеравшан. Длина завала составила 800—850 м, а ширина — 600—650. Высота его над дном каньона, где протекает река, достигала 150 м. В реке, расход которой в это время составлял несколько больше 70 куб. м/сек, полностью прекратилось течение. Долина перед завалом начала быстро затопляться водой.

Так как завал сложен рыхлыми, легко размываемыми грунтами, нижележащая часть долины оказалась под угрозой катастрофы.

Сразу после образования завала начались работы по устройству в его теле пионерной траншеи для спуска озера. Уже 6 мая траншея была готова и вода направлена из озера в русло Зеравшана. К 20 июня уровень воды опустился на 32,5 м. Так благодаря энергичным, своевременно принятым мерам удалось избежать крупной, казалось неизбежной, катастрофы.

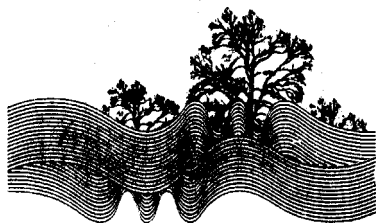
С 6 мая по 24 июня вода, направляемая волею человека, унесла из тела завала и правобережной террасы около 3 млн. куб. м гравелисто-песчаного грунта. Каньон, в котором текла река, ниже завала оказался занесенным грунтом. В нем образовалась широкая пойма. По ней блуждает новое русло Зеравшана.

В Тянь-Шане, в пределах Киргизской ССР, на высоте 1609 м над уровнем моря, в большой межгорной котловине, окруженной вечно заснеженными хребтами, лежит одно из крупнейших высокогорных озер мира — Иссык-Куль (что по-киргизски означает „горячее озеро“). Площадь его водного зеркала около 6200 кв. км, средняя глубина 279 м, а наибольшая — 700 м. Озеро никогда не замерзает. Его питают многочисленные горные реки. Как утверждают ученые, озеро возникло в глубокой древности в результате грандиозного завала нижней части котловины, которая в прошлом была заселена. Подтверждается это тем, что во время сильных штормов на прибрежные отмели выбрасывает предметы древней утвари. Об этом свидетельствуют и археологические исследования, проводившиеся в западной части озера вблизи г. Рыбачий. Однако полностью история затопления Иссык-кульской котловины еще не разгадана и ждет своих исследователей.

В Афганистане имеется множество озер-разливов, возникших в наши дни в результате землетрясений. Одно из таких озер появилось в 1956 г. в долине р. Каморад: девятибалльное землетрясение вызвало огромный обвал, полностью перегородивший реку.

На некоторых реках, например на северо-западе Сибири, наблюдаются завальные наводнения совершенно своеобразного происхождения. Во время сильных ливней из стволов подмытых деревьев и лесного мусора образуются „плотины“, что приводит к длительным наводнениям, подъему уровня грунтовых вод и заболачиванию почв на площади в сотни тысяч гектаров. Так как деревья в период активного роста особенно чувствительны к недостатку кислорода в почве, то длительные затопления и подтопления приводят к массовой их гибели. Значительный ущерб при этом причиняется и пойменным лугам, на которые вода выносит большое количество песка и ила.

## Антропогенные причины



Хозяйственная деятельность в речных бассейнах и руслах. Любой вид хозяйственной деятельности человека, проводимой в значительных масштабах в речных бассейнах, долинах, поймах и руслах, означает собой вмешательство в жизнь рек, которое может вызывать в их водном режиме существенные, а порой и коренные изменения. Целенаправленная, научно обоснованная хозяйственная деятельность позволяет улучшать водный режим рек, уменьшать максимальный сток, увеличивать пропускную способность речных русел и пойм и тем самым снижать высоту наводнений. Если же какие-либо мероприятия осуществляются без научного обоснования, это влечет за собой увеличение высоты и повторяемости наводнений.

Из многочисленных видов хозяйственной деятельности человека в речных бассейнах, пожалуй, более всего способствует увеличению высоты и вероятности наводнений сведение лесов.

Многочисленными наблюдениями и специальными научными исследованиями установлено, что леса весьма эффективно выполняют роль природных регуляторов и хранителей воды и способствуют резкому уменьшению поверхностного стока. Наводнения на реках с сильно залесенными бассейнами, в тех же климатических условиях, обычно бывают меньшими по высоте, чем на реках с такими же по площади, но слабо залесенными или безлесными бассейнами.

В водорегулирующей способности леса основная роль принадлежит почве и лесной подстилке. Почвенный покров в лесу обладает высокой инфильтрационной способностью. Лесная почва не подвержена запыванию и заилению, от которых ее предохраняет лесная подстилка.

В лесу почва промерзает значительно меньше, чем в поле, и даже может оставаться в течение всей зимы в талом состоянии; снег задерживается здесь гораздо эффективнее и распределяется более равномерно. Довольно часто почва в лесу оттаивает до схода снежного покрова, благодаря чему она впитывает талые воды в значительно большем количестве, чем в поле. Это обстоятельство способствует снижению высоты половодий. Наблюдениями установлено, что половодье в залесенном бассейне продолжается в среднем 40 суток, тогда как на залежи — 9 суток. Все это приводит к тому, что поверхностный сток в лесу составляет лишь 6% от стока в поле, т. е. в 15 раз меньше.

Научные исследования, проведенные в США, в бассейне р. Теннесси, показали, что при правильной эксплуатации лесных водоохраных полос пики паводков могут быть снижены на 60—70%.

Лесистость влияет на разветвленность русловой сети, способствует сохранению мелких ручьев и рек и в то же время предотвращает водную эрозию, образование оврагов.

В последние годы ученые выяснили, что на гидрологические условия в речных бассейнах положительно влияет не только лес в целом, но и отдельные древесные породы. Учет особенностей их воздействия позволяет в известной мере влиять на водорегулирующие свойства рек и речных бассейнов.

Человек, вырубая леса, открыл воде, выпадающей в виде осадков, беспрепятственный путь в реки. Там, где нет лесов, она с первоначальной силой обрушивается в речные долины и опустошает их.

Истребление лесов имеет очень давнюю историю. Так, рабовладельческие государства Двуречья и других стран Востока полностью уничтожили леса в пределах своих границ, вначале в речных долинах, затем в повышенных местах и, наконец, в истоках рек и на водоразделах. Усилению наводнений в Двуречье (Месопотамии) и других районах аридной зоны способствовало и исчезновение растительного покрова, к которому приводило разрушение крупных оросительных систем в ходе войн.

История катастрофических речных наводнений во многих странах говорит о том, что и они нередко являются делом рук человеческих.

Во времена арабского владычества на землях Пиренейского полуострова были созданы оросительные системы с многочисленными каналами и водохранилищами. Этот некогда богатейший край быстро пришел в упадок в результате разрушения в последующих войнах гидротехнических сооружений и варварского истребления лесов. Леса сводились по приказу испанских грандов, чтобы освободить земли под пастбища для овец: разводить овец было очень выгодно, так как Испания в прошлом была основным поставщиком шерсти для английской текстильной промышленности; срубленный лес шел на продажу, что также составляло одну из статей дохода. Огромные стада овец, которые паслись на бывших лесных землях, уничтожали почвенный и растительный покров в речных бассейнах полуострова, разрушали копытами дерновое покрытие почвы, не давая расти ни лесу, ни кустарникам. Дождевые воды довершили разрушительную работу, оголили склоны. Засухи и опустошительные наводнения стали резко сменять друг друга.

В Греции, бывшей некогда центром мировой культуры, безжалостное истребление лесов и разрушение во времена турецкого владычества ее ирригационных систем, созданных в древности, также привели к развитию водной эрозии и частым катастрофическим наводнениям.

Первые поселенцы Северной Америки, стремясь поскорее разбогатеть, сжигали на огромных площадях лес, чтобы занять лесные земли под посевы. В тех местах, где когда-то зеленели леса, стала свирепствовать эрозия, во много раз более интенсивная, чем в прериях, благоприятствуя формированию катастрофических наводнений.

Ученые-лесоводы полагают, что от первоначальных площадей лесов к началу XX в. сохранилось: в Великобритании около 5%, в Италии, Греции, Испании, Франции, Бельгии и Голландии — 8—20%, в Германии — 28%, в Финляндии и Швеции — 50—65%.

Огромные территории европейской части нашей страны еще задолго до Великой Октябрьской революции остались без достаточных запасов леса. Только за период с конца XVIII в. до 1914 г. в районах быстрого развития промышленности площадь лесов сократилась с 204 млн. га до 159 млн. га, что незамедлительно привело к резкому увеличению высоты речных наводнений и их разрушительной силы.

Неслучайно проблема сохранения лесов в России издавна волновала передовых ее людей. А. П. Чехов устами доктора Астрова говорил:

„Русские леса трещат под топорами, гибнут миллиарды деревьев, опустошаются жилища зверей и птиц, мелеют и сохнут реки, исчезают безвозвратно чудные пейзажи... климат испорчен, и с каждым днем земля становится все беднее и безобразнее...“

Многие некогда лесные районы нашей Родины давно ощущают на себе печальные следствия сведения лесов: это не только лесной голод, но и, прежде всего, ослабление гидрологической и почвозащитной роли леса, приводящее к частым засухам, обмелению рек, в том числе и важных водных магистралей, к резкому усилению наводнений, снижению урожайности сельскохозяйственных полей. Бездумное отношение в прошлом к лесам и забвение их водоохранной и водорегулирующей роли стало причиной частых катастрофических наводнений в Карпатах, на Подольско-Волынской возвышенности, в лесостепной полосе, на Урале, Северном Кавказе и Закавказье, в республиках Средней Азии, Забайкалье, Приамурье и на Дальнем Востоке.

Причиной увеличения высоты наводнений может быть неосмотрительная ликвидация ранее созданных в речной системе для регулирования стока плотин.

Строительство дорог большой протяженности — когда оно ведется без учета условий стекания поверхностных вод, характера размещения речной сети и особенностей гидрологического режима рек — может способствовать заболачиванию местности и возникновению наводнений. На это обстоятельство указывал еще в 1891 г. выдающийся русский климатолог А. И. Воейков, побывавший в Полесье в связи с работами по его осушению. Он обратил внимание на тот факт, что вдоль железной дороги

Гомель — Пинск, на участке, проходящем по северной части долины р. Припять и пересекающем северные притоки последней, условия обводненности и растительность на территориях, примыкающих к ней с северной и южной сторон, резко различаются между собой.

К неблагоприятным последствиям для человека приводит и хозяйственная деятельность, осуществляемая непосредственно в речных руслах, поймах и долинах: строительство мостов и дорожных насыпей на поймах, застройка пойм, строительство плотин, дамб и т. д. Извечное стремление человека к рекам нередко берет верх над здравым смыслом. Застраивая не только понижения речных долин, но и поймы, он забывает и недооценивает опасность, которую таят в себе реки в период половодий и паводков. Ведь поймы предназначены природой для пропуска вод половодий и паводков, когда они не вмещаются в речное русло. Строения на пойме могут стеснять проходящий по ней водный поток и способствовать усилению наводнений выше по течению.

В апреле — мае 1950 г. в Канаде, на р. Руж, паводковые воды, пришедшие с территории США, причинили г. Виннипег и его окрестностям значительные разрушения, хотя расход воды в реке и не был большим. Причиной его был значительный подъем уровня воды выше по течению, вызванный тем, что многочисленные здания и фабрики, построенные в непосредственной близости от русла реки, мешали проходу паводковых вод по пойме.

Летом 1954 г. во время паводка в Верхней Австрии было разрушено 130 мостов из-за недостаточной водопропускной способности подмостовых отверстий. Перед мостами скопились большие массы воды, затопившие значительные территории. Когда же мосты разрушились, вода устремилась в образовавшиеся проганы мощным потоком, смывавшим все на пути своего движения по поймам.

Во время катастрофического наводнения на р. Тисе в 1879 г. был почти полностью разрушен г. Сегед. Это наводнение хранится в памяти поколений как страшное стихийное бедствие. Причина, его вызвавшая, весьма поучительна. Некогда Тиса имела чрезвычайно извилистое русло при малом его уклоне. Извилистость русла реки была столь велика, что при протяжении ее долины 560 км длина его составляла 1180 км. Во время высоких половодий и паводков воды реки разливались по широкой пойме и затопляли громадные площади, чуть ли не четверть всей территории Венгрии. В прошлом веке были предприняты громадные работы по спрямлению русла реки, его обвалованию, постройке разгрузочных каналов и осушению поймы. В 120 местах произвели спрямление излучий, в результате чего длина русла реки сократилась на 480 км. Вдоль русла возвели сотни километров защитных дамб. Казалось, что водная стихия укрощена. Однако, поскольку указанными работами были охвачены только отдельные части реки и ее поймы, произошло следующее. На спрямленных и углубленных участках русло стало пропускать больше воды.

Неспрямленные же и неуглубленные участки русла, обвалованные дамбами и, естественно, стесненные ими, стали обладать меньшей водопропускной способностью, и во время половодья на этих участках произошло резкое повышение уровня воды. В результате пространство между дамбами и у г. Сегед оказалось переполненным водой. Она пошла через дамбы, прорвала их и обрушилась на город.

Если бы работы начали с низовьев, а не с верховьев реки и на всем протяжении обвалованной ее части пространство между дамбами обладало достаточной водопропускной способностью, катастрофы можно было бы избежать.

**Ошибки в инженерных расчетах и гидрологических прогнозах.** Недостаточное гидрологическое и инженерно-геологическое обоснование проектов гидротехнических сооружений может привести к тяжелым последствиям. Особенно опасны аварии плотин. Они происходят внезапно и сопровождаются быстрым, почти мгновенным поступлением в речные долины огромных масс воды.

Недостаточное гидрологическое обоснование проектов приводит к неправильному (заниженному) определению максимальных расходов воды, которые кладутся в основу расчета водосбросных отверстий плотин. В таких случаях не обеспечивается пропуск высоких половодий и паводков редкой повторяемости, что влечет за собой переполнение водохранилищ, перелив воды через гребни плотин и размыв их тел, если они земляные. При переливе воды через бетонные плотины за ними может происходить размыв русла, увеличивается давление воды на тело плотины, если к тому же снижается несущая способность ее основания, все это в совокупности приводит к аварии.

Следствием недостаточного инженерно-геологического обоснования проекта бывают ошибочная оценка надежности оснований плотин — грунтов, на которых они возводятся, и неправильный выбор местоположения плотины.

В 1802 г. разрушилась плотина Пуэнтес на р. Гвадалантин в Испании, имевшая высоту 50 м. Это была одна из первых зарегистрированных аварий плотин, сопровождавшихся человеческими жертвами. За последние 60—70 лет в капиталистических странах произошло более тысячи аварий крупных гидротехнических сооружений, причем около 80% из них приходится на США. Все они приводили к наводнениям, сопровождавшимся крупным материальным ущербом, а порой и человеческими жертвами.

В 1962 г. в результате проливных дождей была разрушена плотина на р. Пирей в Центральной Греции, не имевшая достаточного запаса прочности и устойчивости.

В октябре 1963 г. неожиданно переполнилось водохранилище, образованное одной из крупнейших арочных плотин в Европе, построенной в 1960 г. на р. Пьяве в Италии. Причиной переполнения был большой оползень, внезапно обрушившийся в водохранилище. Огромная масса воды, перелившись через гребень

плотины, устремилась в русло реки, переполнила его, затопила и разрушила стоявший на ее пути г. Лангороне. Общее число жертв насчитывало 4000 человек.

22 февраля 1972 г. в 8 ч утра в верховьях р. Буффало-крик, несколько выше по течению г. Сандер, в округе Лонг (штат Западная Виргиния, США), рухнула глухая дамба высотой более 100 м. Тело дамбы, построенной без дренажа в основании низового откоса, пропиталось водой, превратилось в скопление грязи, стало оседать, и вода хлынула через верх. Дамба не выдержала колоссального напора воды и рассыпалась, как картонный домик. Масса воды и грязи стремительно ринулась вниз, смыла на своем пути еще две такие же дамбы и обрушилась на город. Люди, дома, машины, деревья — все было уничтожено. Мчась по извилистой долине, гигантский поток сносил целые поселки. За три часа он прошел 24 км, поглотив 125 мужчин, женщин и детей, покалечил 1000 человек, уничтожил 551 дом и повредил 936 зданий. Ущерб, нанесенный этим наводнением, оценивался в 50 млн. долл.

Катастрофа имела свою предысторию, весьма характерную для капиталистического мира.

Выполняя требование администрации указанного штата по очистке вод, угольная компания „Буффало майнинг“ решила удовлетворить его самым дешевым способом и кое-как возвела каскад из трех водохранилищ. Они предназначались для слива так называемой черной воды — продукта промывки угля с целью освобождения его от пустой породы.

Дамбы водохранилищ построили из грунта, взятого в отвалах пустой породы, то есть заведомо непригодного для этой цели. Дамбы не имели водосбросов, которые предотвращали бы переполнение водохранилищ. По замыслу строителей, „черная вода“, скоплявшаяся за дамбами, должна была отстаиваться, осветляться и далее, фильтруясь через их тело, попадать уже чистой в реку.

Жители долины реки, над которыми после постройки первой из трех импровизированных дамб нависла угроза катастрофы, писали жалобы в соответствующие инстанции.

За шесть лет до катастрофы представитель Геологического управления США обследовал в этом штате 38 плотин. Осмотрев дамбу на Буффало-крик, он заявил, что „она может быть размыта“, и отметил неудовлетворительное состояние еще 30 плотин. Администрация штата не отнеслась с должным вниманием к этому предостережению. Угольная компания начала строительство третьей дамбы, заложив ее на грунте, вымытом фильтрующей водой из тела вышележащей дамбы, что было грубейшим нарушением технических правил строительства таких сооружений.

Самая верхняя дамба была размыта и разрушена дождем, продолжавшимся двое суток и переполнившим водохранилище. На вопрос одного из корреспондентов, прибывших на место ка-



тастрофы, вице-президент угольной компании ответил, что катастрофа, „разумеется, дело рук господ бога“, и пояснил: „Плотина не смогла сдержать массы воды, которые послали небеса“.

Разрушение плотин во время высоких половодий и паводков довольно часто наблюдалось в прошлом и на малых реках нашей страны. Основной их причиной обычно были недостаточные размеры водосбросных отверстий плотин, что объяснялось слабой разработкой теории максимального речного стока и недостаточной гидрологической изученностью рек.

26 июня 1862 г. на Урале, во время летнего катастрофического паводка, вызванного небывалым ливнем (суточные осадки составили около 20 % годовой нормы), из-за недостаточных размеров водосбросных отверстий оказались разрушены несколько плотин и стоявшие при них металлургические заводы. Там же в 1945 г. в результате высокого половодья потерпели аварии несколько плотин сельских ГЭС, пострадали некоторые населенные пункты, но человеческих жертв не было.

Причиной высокого наводнения может быть неоправдавшийся гидрологический прогноз при эксплуатации водохранилищ.

После постройки водохранилищных плотин, уменьшающих высоту наводнений, ниже их по течению обычно начинаются интенсивная застройка и освоение ранее затоплявшихся плодородных участков речных долин и пойм. Эти участки подвержены опасности наводнений, не только в случае аварии водохранилищных плотин, но и при вынужденных сбросах больших объемов воды из водохранилищ. Такие сбросы воды осуществляют во время высоких половодий и паводков, во избежание переполнения водохранилищ.

Служба эксплуатации водохранилища обычно отвечает за нормальное и своевременное обеспечение водой всех обслуживаемых им водопотребителей. Поэтому его предвесеннюю сработку выполняют с таким расчетом, чтобы затем оно вновь наполнилось водами половодья; одновременно этим достигается уменьшение высоты наводнений ниже по его течению.

В зависимости от содержания гидрологического прогноза могут быть два варианта сработки водохранилища: большая и незначительная.

Первый вариант применяют тогда, когда, согласно прогнозу, ожидается высокое и затяжное половодье и для его приема необходимо освободить значительную часть емкости водохранилища. Незначительную сработку производят, когда ожидается невысокое и кратковременное половодье небольшого объема.

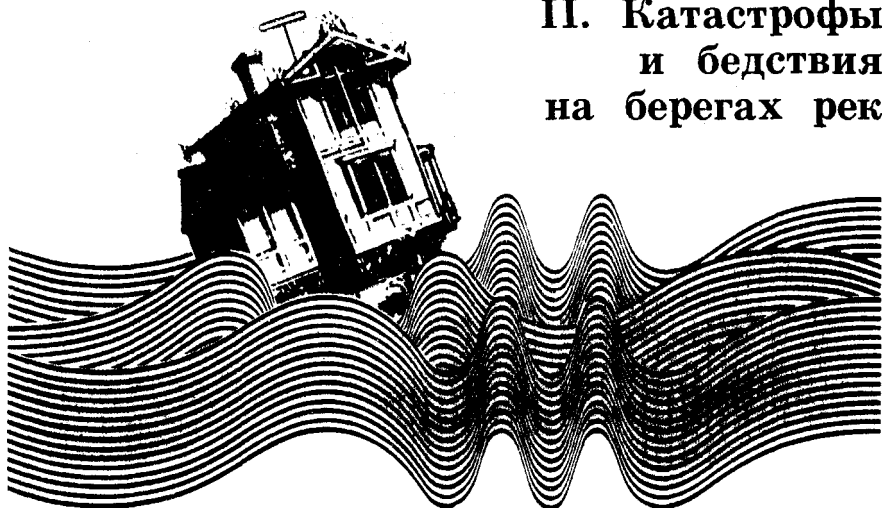
Если в первом случае прогноз окажется ошибочным и вместо высокого пройдет низкое половодье, то водохранилище не наполнится до проектных отметок и водопотребители не получат необходимого количества воды, орошаемые сельскохозяйственные поля дадут низкий урожай, промышленные предприятия не выполнят запланированную продукцию.

При ошибочном прогнозе во втором случае, когда половодье, вопреки прогнозу, оказывается высоким и затяжным и совпадает еще и с ливнями, то приходится во избежание переполнения водохранилища сбрасывать большие количества воды в нижний бьеф. Сбросные расходы могут при этом оказаться близкими к максимальным расчетным для весеннего половодья, что неизбежно повлечет за собой наводнение ниже плотины.

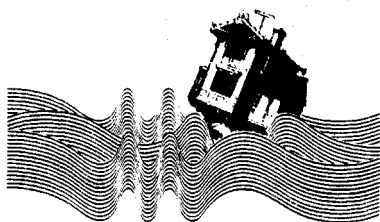
С развитием производительных сил, с ростом численности населения, растет и потребность человека в естественных ресурсах, расширяется его вторжение в природу, а отсюда усиливается и роль антропогенных факторов, оказывающих воздействие на жизнь рек. К изучению этих факторов и их влияния на водный режим рек и увлажненность территорий в настоящее время приковано особое внимание гидрологов.



## II. Катастрофы и бедствия на берегах рек



### Реки бедствий



„Строптивные“ реки Европы. В Европе немало „строптивных“ рек, которые на протяжении столетий затопляли и продолжают затоплять прибрежные районы, нанося им большой ущерб.

Среди заснеженных вершин Альп берет начало Дунай. Ледники и вечные снега во время таяния питают верховья реки, образуя мощную волну летнего альпийского паводка. От Венгерских до Железных ворот на протяжении 950 км лежит среднее течение Дуная, отличающееся частыми наводнениями. Здесь главным источником питания реки являются уже не ледники и снега Альп, а снега и дожди, выпадающие на обширных низменностях и в предгорных частях ее бассейна. Особенно высокими уровни воды в реке бывают тогда, когда на весеннее половодье накладывается волна альпийского паводка.

На Дунае происходят также заторного происхождения. Весной 1838 г. в результате ледяного затора дунайские воды затопили улицы Будапешта и произвели в городе страшные опустошения, уничтожив более половины всех зданий в Пеште.

Летом 1954 г. газеты многих европейских стран сообщали о выдающемся наводнении на Дунае. В начале июля в Альпах

выпал обильный снег, а в предгорьях прошли ливни. Правые притоки Дуная превратились в бурные водные потоки, вышли из берегов, и огромные массы воды устремились вниз по реке. Уровень воды повышался очень быстро. В Братиславе он вместо обычных 3—4 м достиг более 9 м. Расход воды в реке стал в 7 раз больше, чем при обычных паводках. В Верхней Австрии подобного подъема воды не наблюдали с 1501 г. Тысячи жителей Вены, Братиславы, Будапешта, десятков придунайских сел и небольших городов вынуждены были укрепить береговые защитные дамбы, на сотни километров протянувшиеся вдоль реки с давних времен. Но реке все же удалось в отдельных местах прорвать дамбы и причинить большой урон прибрежным районам.

В июне 1965 г. югославская печать сообщала о подъеме уровня воды в Дунае на высоту, не наблюдавшуюся 120 лет. На борьбу с наводнениями поднялись десятки тысяч человек. От наводнения сильно пострадали и придунайские районы Австрии, Чехословакии и Венгрии, где подобные подъемы уровня воды в реке не наблюдались за последние 70—90 лет.

Образно нарисовал картину разгула водной стихии во время наводнения на Дунае известный русский писатель и инженер Н. Г. Гарин-Михайловский, работавший в 1878 г. на постройке железной дороги Бендеры — Галац, участок которой проходил по долине реки.

«...Разлившийся Дунай представлял из себя целое море, и на горизонте этого моря едва синели там, на той стороне, горы Добруджи. На всем пространстве от Рени до Галаца вода поднялась почти до полотна дороги. Одно за другим размывались укрепления из огромных ящиков, засыпанных камнем. Местами еще торчали эти укрепления, но за ними вместо насыпи была только вода; насыпь смыло, и рельсы висели навесу, только местами прикасаясь еще к кое-где уцелевшему полотну...»

Наводнение не только размыло дорогу на протяжении 30 верст, но и разрушило железнодорожный мост, и, подмыв берег, вызвало громадный оползень.

«Картина превзошла всякие ожидания,— пишет далее Гарин-Михайловский.— Вместо моста зияла в несколько десятков саженей бездна, через которую, как две нитки, тянулись по воздуху рельсы и прикрепленные к ним шпалы. Посредине над бездной торчали в воздухе сваи моста, и теперь, в этой бездне, они производили впечатление каких-то висевших щепок.

Там, глубоко внизу этой десятисаженной бездны, как в заливе, приветливо и страшно сверкала вода Дуная...

Еще более усиливал впечатление контраст между этой тихой безмятежной ночью и тем непонятным и страшным, что произошло.

— Смотрите, смотрите! — закричал дорожный мастер.

Он показывал рукой назад, по направлению к Рени.

Вся поверхность земли и полотна, до самой будки, волновалась, точно эта поверхность была не земля, а жидкость.

Какое-то оцепенение охватило всех троих, и глазами, полными ужаса, они смотрели на непонятное и невиданное ими никогда явление... и они побежали, шатаясь и спотыкаясь... от берега к горам, где не было волн...

А затем все произошло как во сне, настолько было несообразно с действительностью... почти в то же мгновение раздался какой-то вздох, точно сотни, тысячи сразу вздохнули, — и все волны и вся земля исчезли. У самых ног их зияла такая же бездна, как и там у моста... Только легкие волны заходили по Дунаю, и опять стало все тихо, точно и прежде, так же сверкала там, внизу, в новом заливе, вода».

Река Тиса протекает по плоской Средне-Дунайской низменности и имеет ничтожное падение — всего несколько сантиметров на километр. Бассейн Тисы расположен на территории пяти государств: СССР, ЧССР, ВНР, СРР, СФРЮ.

На реке наблюдаются два подъема уровней воды: весенний, связанный с таянием снега, и летний, июньский, вызываемый обильными дождями.

Тиса, как уже говорилось, отличается большой извилистостью и весьма „капризным“ нравом. Время от времени в паводки она прорывает построенные вдоль ее берегов защитные дамбы и на речную долину обрушиваются опустошительные наводнения.

В паводок 1970 г., несмотря на более высокий уровень воды в реке, чем в 1879 г., г. Сегед устоял благодаря мужеству и организованности его населения. Но десятки других населенных пунктов оказались под водой. Только своевременная эвакуация, непрерывное наращивание защитных дамб, подлинно всенародное сопротивление стихии позволили избежать человеческих жертв.

Ущерб от наводнения оценивался в 3,3 млрд. форинтов.

Коварство Тисы заставляет жителей ее долины быть всегда начеку. Поэтому в каждом поселке, расположенном в ее долине, существуют специально обученные для борьбы с наводнениями добровольные дружины, взаимодействующие с межобластным управлением водного хозяйства.

Несмотря на то, что в вековой борьбе со своенравной рекой население научилось довольно эффективно противостоять водной стихии, угроза наводнений на Тисе все еще существует.

Колоссальный материальный ущерб от речных наводнений несет Италия. Ежегодно печатать и радио сообщают о бедствиях в долинах итальянских рек.

Самая большая река страны — По. Она берет начало в Приморских Альпах, в узком ущелье, и далее протекает по Ломбардской низменности, в извилистом и неустойчивом русле, и наконец впадает в Адриатическое море. Водами ее орошается житница Италии — Ломбардская низменность. Однако, неся долине изобилие, река затопляет ее своими водами, особенно в пониженных частях. Ниже впадения р. Танаро русло По обваловано для защиты возделанных земель, занимающих обширные пространства ее широкой поймы, от наводнений. Обвалованы также русла многих притоков реки, протекающих по равнинной местности. И все же вдольбереговые защитные дамбы и другие гидротехнические сооружения в бассейне реки не отвечают в полной мере своему назначению и не всегда в состоянии противостоять

водной стихии. Это и является главной причиной катастроф в долине По.

Одно из самых высоких за последнее столетие наводнений на реке произошло в ноябре 1951 г. Под водой оказались обширные массивы наиболее плодородных земель в Ломбардии. Затоплялись города Ровиго, Адрия и многие другие населенные пункты, расположенные в междуречье По и Адидже.

Осеннее наводнение 1952 г. превратило долину По в сплошной грозный поток, лишивший тысячи людей крова и средств существования.

Страшное наводнение обрушилось в ноябре 1966 г. на итальянскую провинцию Тоскана. В результате проливных дождей, продолжавшихся несколько суток, вышли из своих берегов реки По и Арно (впадает в Лигурийское море у г. Пизы) и разрушили защитные дамбы. Воды Арно затопили Флоренцию и Пизу, воды По — Ломбардскую низменность, воды других рек — Венецию, Гроссето и многочисленные населенные пункты, расположенные в долинах. Особенно пострадала Флоренция. На нее, по подсчетам итальянских гидрологов, обрушилось 250 млн. куб. м воды, за четверть часа превративших мирно спящий город в бурлящий поток.

Когда вода ушла, открылась картина страшного бедствия. Город представлял собой бесконечное болото. Многие магазины, кафе, бары, тысячи домов, мастерские, фабрики, библиотеки оказались разрушены или сильно повреждены.

Непоправимо были повреждены исторические и художественные ценности Флоренции, очень сильно пострадали дворцы, музеи, картинные галереи, в которых хранились уникальные произведения искусства. В результате этого наводнения был уничтожен урожай на площади свыше 300 тыс. га, более 100 человек лишилось жизни, погибло 50 тыс. голов крупного рогатого скота.

От ноябрьского наводнения 1966 г. пострадала и Венеция. На площади Св. Марка глубина воды достигала 2 м.

Прошло два года, и новая, не менее страшная, катастрофа в ноябре 1968 г. произошла в Северной Италии, в провинции Пьемонт. Только в долине Строны были полностью разрушены около 1500 мелких предприятий. 3500 предприятий были повреждены настолько, что смогли возобновить работу лишь через несколько недель, а некоторые — спустя четыре-пять месяцев.

Население Пьемонта, насчитывавшее около 116 тысяч человек, оказалось практически беззащитно перед разгулом водной стихии. Водные потоки, увлекая с собой массу грязи, хлынули из вздувшихся после трехдневных ливней рек и, не встречая никаких препятствий — ни защитных дамб, ни водорегулирующих плотин, — затопили множество населенных пунктов, десятки тысяч гектаров возделанных плодороднейших земель.

В разных районах Италии за 15 лет — с 1951 по 1966 г. — произошло 102 высоких наводнения. Площадь затопленных земель измерялась многими сотнями тысяч гектаров, погибшие ис-

числялись десятками и сотнями, оставшиеся без крова и работы — тысячами и десятками тысяч.

В начале сентября 1965 г. произошло катастрофическое наводнение на р. Тибр.

Большинство речных наводнений в Италии является следствием безответственного отношения муниципальных и правительственных органов к обеспечению безопасности населения речных долин.

Разрушительные речные наводнения — частое явление во Франции. Ущерб от них составляет в среднем 100 млн. франков в год.

Самая длинная река страны — Луара. Эта беспокойная река неоднократно затопляла во время высоких паводков свою плодородную долину. Поэтому русло ее обваловано дамбами протяженностью более 500 км и высотой 5—7 м.

В 1875 г. от катастрофических наводнений на пиренейских реках Франции Арьеж, Верхняя Гаронна и Ажен в течение двух дней погибло 500 человек, из них 200 в Тулузе. Для Гаронны характерны бурные паводки от дождей и таяния снегов в горах. Уровни в среднем течении повышаются на 8—11 м над меженью. В катастрофическое наводнение 1930 г. на р. Гаронне и ее притоке Ажен г. Ажен заливало слоем воды высотой около 5 м.

Самая многоводная река Франции — Рона. В пределах среднего и нижнего ее течения под угрозой наводнений находится до 2400 кв. км земель.

Сена также доставляет много хлопот жителям ее бассейна, особенно парижанам. Причиной наводнений в Париже в многоводные годы являлось совмещение пиков паводка на Верхней Сене и ее притоке Ионе с пиком паводка на Марне, впадающей в Сену вблизи города. В январе 1910 г. в Париже произошло наводнение, вошедшее в историю города. Река затопила значительную часть города — многие площади и улицы, дороги, железнодорожные вокзалы, станции метрополитена. После этого наводнения вдоль берегов Сены, в пределах города, начали возводить защитные дамбы и наращивать высоту набережных. Однако в феврале 1970 г. Сена вновь выходила из берегов. Воды реки затопляли не только набережные Парижа, но и все улицы г. Вильнев-Сен-Жорж, расположенного в 40 км от столицы Франции.

Бедствия от речных наводнений терпят и многие другие страны Европы.

**Янцзы и Хуанхэ.** Древние китайские летописи сообщают, что в 3 тысячелетии до н. э. китайское государство постигло наводнение небывалой силы. Под водой оказалась вся Великая Китайская равнина. Основной причиной наводнения, как говорят предания, были интенсивные и длительные ливни, выпавшие в бассейнах этих рек. В самых низких местах равнины вода держалась несколько лет. Территория, подвергшаяся затоплению,

включая и нижнюю часть бассейна р. Янцзы, была в то время покрыта девственными лесами, болотами и озерами. Население равнины жило на возвышенных местах. Гидротехники древнего Китая длительное время пытались отвести воду с затопленной территории. Борьба с водной стихией продолжалась свыше десяти лет.

Документально установлено, что с 206 г. до н. э. по 50-е годы нашего столетия в Китае произошло свыше 1030 больших наводнений.

Река Янцзы — огромный водный поток, по водоносности занимающий четвертое место среди величайших рек мира. Она приносит в своем русле почти в 16 раз больше воды, чем Нева у Ленинграда, или в 4 раза больше, чем Волга у Волгограда. В нижнем течении, в устье, средний многолетний расход воды в ней достигает 33,7 тыс. куб. м/сек. Во время паводка 1954 г. расход воды в устье реки достигал почти 93 тыс. куб. м/сек. Такой расход повторяется примерно один раз в 100 лет.

Янцзы ежегодно выносит в море около 300 млн. т наносов, поэтому ее дельта наступает на море со скоростью около 1 км за 40 лет.

Катастрофические наводнения на Янцзы всегда представляли собой угрозу для жизни не менее чем 25—30 млн. людей, населяющих ее долину. За последние две тысячи лет они происходили более 50 раз, а на ее притоке Ханьши — более 30 раз; средняя их повторяемость — 50—55 лет.

В 1931 г. во время разлива Янцзы было затоплено 5,5 млн. га посевов и снесено свыше 4 млн. домов. В долине реки терпели бедствие около 40 млн. человек, из них непосредственно пострадало от наводнения свыше 10 млн. Береговые защитные дамбы не выдержали напора вод и были размыты в 23 местах. Под водой оказалось свыше 300 тыс. кв. км территории. Площадь затоплений превышала территорию Австрии, Болгарии и Венгрии вместе взятых. На всем обширном пространстве, охваченном наводнением, миллионы людей спасались от водной стихии на возвышенностях, уцелевших дамбах, крышах капитальных зданий, деревьях. Утонуло свыше 140 тысяч человек. В г. Ханькоу вода держалась свыше четырех месяцев, глубина ее превышала 2 м, а местами 5—6 м.

На устранение нанесенных городу разрушений потребовалось свыше двух десятилетий.

Причиненные наводнением убытки составили около 6% общегосударственного годового дохода.

В наводнение 1954 г. вода в Янцзы и ее притоках поднималась еще выше исторического максимума 1931 г. Когда паводок стал угрожающим, на борьбу с водной стихией было направлено около 10 млн. человек. Только лишь для защиты от затопления г. Ухань городские власти сформировали отряд добровольцев численностью до 300 тыс. человек. Они непрерывно укрепляли и наращивали дамбу протяженностью свыше 100 км, предохраня-



ющую город от затопления. В ее тело уложили около 8,5 млн. мешков с песком и землей.

Река Хуанхэ имеет для Китая не меньшее народно-хозяйственное значение, чем Янцзы. Ее бассейн — один из самых густонаселенных районов земного шара. В его пределах проживает до 200 млн. человек. По водоносности Хуанхэ значительно уступает р. Янцзы. Средний многолетний расход ее в устье — 1500 куб. м/сек. Максимальные расходы воды в реке превышают минимальные в 220 раз. Хуанхэ выносит в средневодный год со своего бассейна 920 млн. куб. м наносов, а в многоводный год — 2,5 млрд. куб. м. В 1 куб. м воды их содержится до 34 кг. Обилие наносов способствовало формированию самой большой на Земле дельты. Ее площадь составляет 200 тыс. кв. км. Только за пять лет с 1947 по 1952 г. она выдвинулась в Желтое море на 25 км.

В нижнем течении реки, на Великой Китайской равнине, высокие паводки наблюдаются в среднем один раз в 2,5 года. Во время наводнения в 1887 г. была затоплена территория в 78 тыс. кв. км. Многие селения были похоронены под трехметровым слоем ила. Погибло около 1 млн. человек. Пострадало около 7 млн. В наводнение 1889 г. около миллиона людей остались без крова. В 1898 г. во время наводнения было разрушено более 1500 населенных пунктов.

Чтобы удерживать реку Хуанхэ во время половодья в своих берегах, население Китая издавна сооружало вдоль берегов земляные дамбы. Общая их протяженность на реке и ее притоках достигает 4900 км; расстояние между ними колеблется от 1 до 10—20 км. Устройство дамб повлекло за собой повышение дна вследствие отложения в ее русле огромного количества наносов. Повышение дна реки сопровождалось соответствующим повышением уровня воды и увеличением опасности наводнений. Поэтому приходилось вновь и вновь наращивать дамбы по высоте, и так из года в год на протяжении сотен лет. В результате дно Хуанхэ в ряде мест оказалось выше окружающей местности на 5 м, а в нижнем течении — на 6—7 м. В наводнение 1933 г. на обоих берегах Хуанхэ прорвало дамбы, и под водой оказалось более 3000 населенных пунктов, 18 тыс. человек утонуло, пострадало около 3,7 млн. человек.

На ликвидацию проранов в дамбах были брошены десятки, сотни тысяч, а кое-где и миллионы людей. Чтобы отрегулировать водную систему Хуанхэ, после этого прорыва пришлось переместить за два года свыше 400 млн. куб. м земли.

Борьба с наводнениями усложнилась еще и потому, что грунт, сформировавший русло, мало устойчив, легко размываем. Русло Хуанхэ по этой причине несколько раз коренным образом меняло свое положение. Расстояние между древним и современным устьями реки в наше время составляет по прямой около 800 км. В среднем прорыв береговых дамб происходил примерно через два с половиной года. Дело в том, что в их тело укла-

дыгался тот же легко размываемый грунт, который формирует русло. Поэтому на наиболее подвижном участке реки длиной 640 км были возведены усиленные гигантские защитные дамбы шириной по основанию до 120 и высотой свыше 20 м. Но и их создание не устранило полностью угрозы наводнений.

Осадки, выпадающие в бассейнах Янцзы и Хуанхэ, сравнительно невелики — в среднем 470 мм за год. Но больше половины их выпадает за сезон дождей, продолжающийся 4 месяца.

Катастрофическим наводнениям в бассейнах этих рек, помимо обильных муссонных дождей, способствуют стеснение русел отлагающимися в них наносами и плоский рельеф прилегающих к ним обширных равнин. Такой рельеф является основной причиной длительного скопления воды в понижениях местности. Поэтому жители равнинных районов Китая в течение многих столетий, из поколения в поколение, проводили и проводят гигантскую работу по упорядочению стока поверхностных вод. Огромные земельные площади, расположенные в нижнем течении Хуанхэ и Янцзы, изрезаны бесчисленными каналами, вдоль которых тянутся защитные земляные дамбы. Только в южной части дельты Янцзы протяженность каналов превышает 35 тыс. км.

**Ганг, Брахмапутра и Инд.** Катастрофические наводнения на Ганге, Брахмапутре и Инде наблюдаются с незапамятных времен. Они всегда были и остаются самыми трагическими событиями в жизни народов, населяющих берега этих рек, особенно в нижнем течении и дельтах.

В бассейнах рек Ганг и Инд во время муссонных дождей часто формируются столь высокие половодья, что воды их затопляют в долинах почти все поля и деревни, хотя последние, как правило, расположены на естественных или насыпных холмах.

Ганг имеет огромную (площадью 129,5 тыс. кв. км) низменную дельту с великим множеством протоков, рукавов и стариц. На ее бесчисленных островах, известных своим плодородием, живут миллионы людей. Острова дельты возвышаются над уровнем моря не более чем на 5 м.

В дельте Ганга на левом (восточном) берегу ее западного рукава — Хугли, в 140 км от моря, расположен самый крупный город Индии — Калькутта. Территория, занятая городом, совершенно плоская, она не имеет стока, не защищена со стороны реки. Каждый ливень оборачивается для Калькутты наводнением.

Климат в дельте Ганга, как и во всей Южной Азии, муссонный. Два раза в году направление муссона меняется. Летом он имеет юго-западное направление. Летний муссон, с мая по сентябрь, несет жаркую и дождливую погоду. Зимой, с декабря по апрель, муссон меняет свое направление на северо-восточное и устанавливается ясная, прохладная и сухая погода. При смене муссона, в октябре — ноябре, происходит перемещение области

низкого давления с суши к экваториальным широтам. В это время развивается интенсивная циклоническая деятельность, сопровождающаяся штормами и ливневыми дождями.

В бассейне Ганга и Брахмапутры выпадает в среднем 1500—3000 мм осадков в год, причем 80% из них приходится на четыре дождливых месяца.

Русла Ганга, его рукавов в нижнем течении и их притоков неустойчивы. Только за последние 15 лет воды Ганга образовали в восточной части Бенгальского залива новый архипелаг, плодородные земли которого были немедленно заселены и освоены жителями из засушливых областей страны. Рост дельты и изменение ее очертаний происходят здесь настолько быстро, что географическими картами, составленными в 1967 г., во время спасательных операций при катастрофическом наводнении 1970 г. уже нельзя было пользоваться.

Катастрофические наводнения на Ганге, Брахмапутре и Мегне происходили в 1954, 1960 и 1961 гг. В 1962 г. в восточных штатах Индии огромная территория была затоплена водами вышедшей из берегов р. Джамны. Окрестности Дели превратились в безбрежное озеро. Калькутский ураган в октябре 1964 г. вызвал чрезвычайно высокий подъем уровня воды в реках, приведший к наводнению. Погибло около 50 тыс. человек.

Во время наводнения в октябре 1965 г. в штатах Западный Бенгал, Ассам и Бихар погибло более 2000 человек.

С 1965 по 1967 г. в дельте Ганга произошло пять высоких наводнений, имевших очень тяжелые последствия. Во время одного из них в мае 1965 г. погибло 10 тыс. человек и пострадали около 20 млн., из них 5 млн. осталось без крова.

В 1970 г. население дельты Ганга постигла страшная катастрофа. В этот роковой год в дельте было два наводнения — летом и в ноябре. Летнее наводнение было довольно сильное, но оно померкло перед ноябрьским наводнением, которое можно уподобить разве что библейскому потопу. Причиной его был сильнейший циклон. Ураганный ветер скоростью свыше 200 км/ч поднял океанскую волну высотой до 10 м. Она встретила с могучими водами Ганга, направила их вспять, накрыла и поглотила острова дельты и широкую полосу суши. Специалисты утверждали, что энергия этого циклона более чем в 100 раз превышала мощность взрывной волны от атомной бомбы, сброшенной на Хиросиму. Жители о. Рабнабад, расположенного в дельте, рассказывали итальянским журналистам:

„В четверг 12 ноября, около 9 часов вечера, над островом пронесся страшный смерч. Он бушевал больше часа, вырывая с корнями деревья и поднимая в воздух крестьянские хижины. Затем раздался зловеющий гул, нараставший с каждой минутой, и на остров обрушился океан. Водяные валы пронеслись над ним один за другим. Люди пытались укрыться на крышах уцелевших кое-где домов и в вершинах сохранившихся деревьев. После нескольких минут обманчивой тишины, когда казалось, что стихия, насытившись буйством, утихла, огромные волны внезапно вновь усилили свой натиск, вода стала катастрофически прибывать, затопляя дома и деревья с людьми,

которые висели на них гирляндами. Ураган продолжал свирепствовать вплоть до рассвета, и вода спала лишь через полтора дня".

Это наводнение нанесло ущерб обширной территории площадью около 20 тыс. кв. км. Точное число жертв катастрофы установить не удалось. По официальным данным, погибло свыше 500 тыс. человек, по другим данным — около 1,5 млн. Общее число людей, непосредственно пострадавших от наводнения, преисчислило 10 млн. Те, кто чудом спасся от наводнения, вскоре умерли от голода и болезней. Были уничтожены целые деревни и крупные населенные пункты. Океан и река смыли все запасы пищи, разрушили или занесли илом источники питьевой воды. В дельте погиб весь скот. Океан долго выбрасывал на берег трупы животных. Когда стих ветер и схлынула вода, возникли эпидемии тифа и холеры. Это наводнение можно отнести к числу величайших стихийных катастроф, когда-либо наблюдавшихся на Земле.

Высота здешних наводнений обусловлена орографией региона. Бенгальский залив, принимающий в себя воды больших рек, расширяясь к югу, переходит в Индийский океан. Дельта вдаётся большим выступом в Бенгальский залив и открыта всем ветрам, дующим со стороны Индийского океана. К северу от залива тянется цепь Гималайских хребтов. Они, понижаясь к востоку, образуют своеобразный воздушный коридор в сторону бескрайних равнин Азии, откуда поступают массы холодного воздуха, способствующие образованию резкого перепада атмосферного давления над океаном и материком, который приводит к быстрому смещению расположенных над ними воздушных масс. Усилению наводнений на берегах Ганга и Брахмапутры способствовало истребление лесов в бассейнах этих рек. Когда-то Индия была лесистой страной. Сейчас значительная часть территории страны, особенно ее север — это необозримые поля, по межам которых встречается лишь редкий кустарник. Знаменитые джунгли сохранились только в горах: в Гималаях, Центральной Индии, на Западных Гатах и на Майсурском плато.

В 1971 г. печать и радио сообщали о катастрофических наводнениях в северных и северо-восточных районах Индии. Воды шести разлившихся притоков Ганга в его среднем течении почти полностью затопили крупнейший штат страны Уттар Прадеш. В результате наводнения погибло около 300 человек и было разрушено около 217 тыс. домов. В этом же году в Бангладеш из-за наводнения на Ганге и его притоках без крова осталось 500 тыс. человек, а материальный ущерб составил 125 млн. долл.

В августе 1973 г. в Пакистане произошло небывалое в его истории катастрофическое наводнение. Вышедшие из берегов вследствие продолжительных дождей в Кашмире р. Инд и ее притоки, разрушив защитные дамбы и плотины, затопили более 50 тыс. кв. км территории Пенджаба — основного сельскохозяйственного района Пакистана. 22 города и более 10 тыс. де-

ревень оказались под водой. Полностью или частично было разрушено около миллиона домов. 8 млн. человек остались без крова, свыше тысячи утонуло. Ущерб, нанесенный сельскому хозяйству, составил 300 млн. долл.

На р. Инд прорывы дамб особенно опасны в низовьях, где в результате отложения наносов в русле уровень воды в реке местами на 10—15 м выше окружающей местности.

„Неистовые“ Миссури и Миссисипи. Миссури (на языке местных индейцев — „листая река“) — самая большая и самая неспокойная река Северной Америки. Она берет начало недалеко от континентального водораздела, в Скалистых горах. Длина Миссури 4740 км. Подобно гигантской спиральной лестнице, она опускается от истока до места впадения в Миссисипи на 3965 м, образуя на пути огромные изгибы. Бассейн Миссури с притоками занимает площадь 1 370 000 кв. км, то есть шестую часть территории Соединенных Штатов. Люди, населяющие ее берега и берега ее притоков, бранят и проклинают ее, дают реке разнообразные прозвища — „Дикая Миссури“, „Дымящиеся воды“ — и с увлечением пересказывают истории о неистовствах реки со времен ранних пионеров и до наших дней.

После путешествия по Миссури в 1673 г. французский миссионер-исследователь Маркет писал:

„Я никогда не видел ничего более страшного, группы огромных деревьев — целые плавающие острова — неслись с такой стремительностью, что, лишь подвергая себя большой опасности, мы могли рискнуть переправиться“.

В течение многих десятилетий река служила главной дорогой для американских колонистов, осваивавших Запад.

Бич равнин в северной части долины Миссури — губительные частые засухи. А жители ее южной части издавна живут под угрозой сокрушительных наводнений.

Миссури несет с собой огромное количество наносов. Это как бы две реки — одна из ила, а другая из воды. „Слишком жидкая, чтобы ее можно было вспахать, и слишком густая, чтобы ее можно было пить“, — гласит старая американская поговорка.

Миссисипи (на языке местных индейцев — „Отец воды“) — крупнейшая река Северной Америки. По длине (3950 км) она намного уступает Миссури, но по площади бассейна превосходит ее. Бассейн Миссисипи простирается от континентального водораздела — Скалистых гор — на западе до Аппалачской горной системы в восточных штатах, и от Канады и Нью-Йорка на севере до Мексиканского залива на юге. Водосбор (бассейн) Миссисипи занимает площадь, равную площади Скандинавии, Франции, ФРГ и ГДР, Великобритании и Италии вместе взятых. На площади 3 222 000 кв. км, или почти 323 млн. га, речушки и речки, а также горные источники и ручьи дождевых вод, сливаясь вместе, образуют 100 тыс. притоков, несущих свои воды в Миссисипи. На бассейн Миссисипи приходится 70% убытков, которые несут США от речных наводнений. Катастро-

фические наводнения наблюдаются преимущественно в нижнем течении Миссисипи, а также на ее притоках, особенно на Миссури и реке Огайо.

Основная причина наводнений в бассейне Миссисипи — высокие паводки. Как правило, они порождаются интенсивными и затяжными ливнями муссонного происхождения.

Первый высокий паводок, отмеченный в истории колонизации края, прилегающего к Нижней Миссисипи, датирован 1718 г.

В XIX в. высокие наводнения на Нижней Миссисипи происходили 16 раз. В 1809 г. наводнение было настолько большим, что местные жители говорили о нем: „Мы думали, что Великие озера прорвались и их воды устремились в Мексиканский залив“.

В катастрофическое наводнение 1883 г. защитные береговые дамбы вдоль Миссисипи были размывы и разрушены напором вод в 224 местах. Общая протяженность образовавшихся в них промоин достигала 54 км. В 1884 г. катастрофическое наводнение на Миссисипи у Нового Орлеана продолжалось 107 дней.

В начале XX в. береговые защитные дамбы вдоль Миссисипи были значительно повышены и укреплены. Однако они не спасли долину реки от высокого наводнения, происшедшего в январе 1913 г. на Огайо, Миссисипи и в нижнем течении Миссури. Под напором воды более чем в сорока местах в дамбах вновь образовались промоины. Свыше 30 тыс. кв. км речных пойм и долин покрывала вода.

В продолжение первых двух десятилетий XX в. от наводнений, вызванных ураганами, штат Флорида терпел бедствие 22 раза, штаты Луизиана, Миссисипи и Алабама — 19 раз, штат Техас — 13 раз и т. д. После второй мировой войны в США не было года без одного или нескольких свирепых ураганов, сопровождавшихся катастрофическими наводнениями.

В 1927 г. в долине Нижней Миссисипи произошло самое высокое наводнение за весь предшествующий период. Уровень воды у г. Кейро достигал небывалой высоты — 17 м над нулем местного водомерного поста, и вода слоем в 3,6 м переливалась через вдольбереговые дамбы в „защищенную“ часть речной долины, опустошая ее. В результате дамбы оказались разрушенными более чем в 200 местах. Для спасения Нового Орлеана от полного разрушения пришлось взорвать ниже его по течению защитные дамбы, с тем чтобы они не стесняли водный поток.

Через десять лет необузданная водная стихия вновь, с еще большей силой, обрушилась на многострадальные долины могучей реки и ее притока Огайо. На этот раз наводнение приняло характер национальной катастрофы. Под угрозой нарастающей опасности правительство США вынуждено было 27 апреля 1937 г. принять решение о немедленной эвакуации всего населения из зоны угрозы, которая простиралась на 2500 км вдоль течения Миссисипи и примерно на 160 км в ширину. Район затоплений в период пика наводнения представлял собой бушующее море

площадью 72 тыс. кв. км, вмещавшее около 100 млрд. куб. м воды.

Когда вода спала, вся огромная территория, подвергшаяся затоплению, оказалась в руинах. Длительное время в зоне бедствия отмечались вспышки эпидемических заболеваний. Имелись и смертельные исходы.

Вновь укреплялись дамбы, строились новые гидротехнические сооружения, создавались противопаводковые водохранилища на притоках Миссисипи, рождались более совершенные и грандиозные проекты защиты от наводнений. Великая река спокойно катила свои мутные воды в Мексиканский залив. Но через 14 лет на многомиллионное население долин Миссисипи — Миссури и их притоков обрушилось еще более страшное бедствие.

22 июля 1951 г. американское радио передало в эфир тревожное „Все, всем, всем...“ и вслед за этим — правительственное сообщение: „Вода в Миссури и Миссисипи продолжает подниматься и вчера вечером достигала наивысшего уровня за последние сто лет. Близ города Сент-Луиса береговые дамбы сносятся бурными потоками воды. За десять дней до этого полностью был затоплен г. Канзас-Сити с населением около 600 тыс. человек. Катастрофа усугублялась тем, что паводковыми водами на линии электропередачи высокого напряжения были занесены цистерны с нефтью и бензином; в результате возник пожар. Канзас-Сити понес ущерб в 1 млрд. долл. Наводнением была охвачена территория трех штатов.

Причиной этого наводнения был высокий паводок, вызванный интенсивными затяжными ливнями, наложившийся на высокое запоздалое половодье.

7 апреля 1952 г. в долинах Миссури и Ред-Ривер вновь произошло катастрофическое наводнение. Спустя четыре дня радио сообщило о том, что Миссури вышла из берегов на участке протяженностью свыше 1500 км и что свыше 100 тыс. человек терпят бедствие. К 16 апреля в бассейне реки частично или полностью было затоплено 123 города, а также сотни ферм и мелких населенных пунктов.

На укрепление земляных защитных дамб, ликвидацию в них промоин, ограждение затоплявшихся объектов пошло 5 млн. мешков с песком, около 100 тыс. т камня, десятки кубометров сборного железобетона и других строительных материалов. Однако фронт борьбы с водной стихией имел слишком большую протяженность, чтобы все эти мероприятия принесли ощутимый успех. Ущерб от наводнения оказался столь велик, что оценить его полностью не представилось возможным.

Наводнения на Нижней Миссисипи бывают особенно опустошительными в тех случаях, когда высокие паводки на ней совпадают по времени с высокими паводками на реках Огайо и Миссури.

Наводнения на Огайо происходят в среднем один раз в два года, на Нижней Миссисипи — в три-четыре года, на р. Аркан-

зас — в шесть лет. В бассейне Миссури только за одно десятилетие, с 1940 по 1950 г., произошло 100 больших наводнений.

В апреле 1969 г. пять штатов США — Айова, Миннесота, Северная Дакота, Южная Дакота и Висконсин — объявлялись районами бедствия. Весенний разлив рек Миссисипи, Миннесота и Ред-Ривер, вызванный таянием снегов, привел к самому крупному в нашем столетии наводнению.

В конце апреля 1973 г. на Миссисипи — Миссури вновь произошло катастрофическое наводнение. По заявлению президента США, тяжелое бедствие терпели штаты Айова, Иллинойс, Миссури, Кентукки, Теннесси, Арканзас, Миссисипи и Луизиана. Это наводнение было самым жестоким из всех, когда-либо происходивших на Миссисипи. В Сент-Луисе вода достигала наивысших отметок за всю историю наблюдений за уровнем воды в реке... „Как в жутком фильме, в опустевших поселках и на фермах ветер трепал над водой белье на веревках, выдувал занавески из окон, по воде плыли мебель, доски, посуда... Это был ад. Никогда в жизни я не видел столько воды. Хотелось убежать в горы“, — рассказывала житель Гринвиля Рестон Монтгомери. Наивысшая точка разлива была зафиксирована в г. Ганнибал, как раз там, где родился знаток и певец Миссисипи Марк Твен. В коридорах отеля „Марк Твен“ вода поднялась выше спинок стульев.

**Амазонка.** Когда в 1500 г. испанцы открыли побережье нынешней Бразилии, они наткнулись на подлинное чудо природы, повергшее смелых мореплавателей в панический страх. Таинственная земля низвергала в Атлантический океан огромные массы клокочущей воды. В водоворотах кружились стволы могучих деревьев, вырванных с корнем, и плавучие лесные островки, отторгнутые мощным водным потоком от суши...

„Что это?“ — в ужасе спрашивали у своих проводников-индейцев суеверные испанцы. „Амассона“, — отвечали индейцы, что на их языке означает „крушитель лодок“. Это было устье великой, неведомой еще в то время европейцам реки — Амазонки.

Амазонка — самая большая по водоносности река в мире. Представление о гигантской массе, которую несет Амазонка в Атлантический океан, дают следующие цифры. В межень на некоторых участках среднего течения реки глубина ее достигает 100 м, а у г. Обидус — 135 м. У г. Манаус, находящегося в 1700 км от устья, глубина реки составляет около 50 м, а у г. Икитос, что вблизи Кордильер, в 4600 км от устья, — около 20 м. Средний многолетний расход воды в Амазонке достигает почти 200 тыс. куб. м/сек., что в 24 раза больше среднего многолетнего расхода Волги у Волгограда. Река принимает около 500 притоков, многие из которых сами по себе достаточно крупные реки (пятнадцать из них уступают по водоносности Днепру и Амударье). После слияния с Укаяли Амазонка имеет ширину 1,5 км, в среднем течении — до 5, в нижнем — 15—20, перед устьем — от 80 до 150 км.



Правые притоки реки расположены в южном полушарии, а левые — в северном, поэтому половодья там происходят в разные времена года: первые — с октября по март (лето южного полушария), вторые — с апреля по сентябрь (лето северного полушария). Основное течение Амазонки находится в наиболее обильно и равномерно увлажняемой области земного шара. Средняя норма осадков в бассейне реки колеблется от 1500 до 3000 мм в год и более, отчего Амазонка полноводна в течение почти всего года. Ежегодно река выносит в океан около 1 млрд. т наносов. В бассейне Амазонки сосредоточена четвертая часть мировых ресурсов пресной воды, а произрастающие на его площади грандиозные тропические леса — гилея (они занимают 7 млн. кв. км) „вырабатывают“, по подсчетам специалистов, пятую часть потребляемого на Земле кислорода.

На всем своем протяжении, вплоть до океана, Амазонка течет по равнине, во многих местах заболоченной. Пойма ее до впадения р. Риу-Негру имеет ширину до 30 км, ниже устья последней достигает 80—100, а в отдельных местах — 200 км.

Амазонка характеризуется незначительным продольным уклоном, поэтому океанский прилив беспрепятственно продвигается вверх по течению реки на расстояние около 1400 км. Проникая в низовья и на мелководье, приливы вызывают образование так называемой поророки („гремящей воды“) — отвесной волны высотой 3 м и более, которая с сильным гулом мчится вверх по реке со скоростью 20 км/ч, заливая берега.

Река-колосс дважды в году переполняется дождевыми водами и дважды уровень воды в ней снижается. Самого высокого уровня вода в реке достигает в мае, и тогда в долине ее начинается наводнение, переходящее в потоп. Вода распространяется на сотни километров от берегов реки, заливая тропические леса. В местах, куда разливы реки не проникают, образуются дождевые болота и озера.

В сентябре все меняется. Дожди дают себе короткую передышку, вода спадает, реки обнажают белые пляжи, отовсюду слетается пернатое население леса и все дышит радостью, купаясь в солнечных лучах. Такая идиллическая картина на Амазонке продолжается недолго, не больше трех месяцев. В декабре опять наступает пора дождей и наводнений.

Для рек бассейна Амазонки характерен очень быстрый подъем уровней воды во время ливней. Через сутки после начала дождей речная пойма превращается в могучие водотоки глубиной 15—20 м. Они несут свои мутные воды, прокладывая путь к Амазонке между деревьями, сотрясая их могучие стволы.

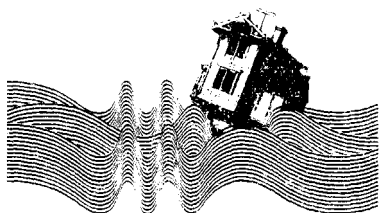
...За ночь уровень воды в реке поднялся на четыре метра... Это уже была не река, а какое-то воплощение буйства. Она металась, брызгала пеной, яростно kloкотала, кидалась вспять, образуя бездонные воронки и чудовищные водовороты. Огромные деревья-богатыри тропического леса и какие-то сваи неслись с верховьев вздувшейся реки; они с грохотом налетали друг на друга, усиливая адский хаос.

Во времена паводка река несет так много деревьев, что, сцепившись ветвями, они образуют целые плавучие острова. Над такими сплетениями, чудовищными, словно видения из Дантова ада, вздымаются покореженные сучья — воздетые к небу искаленные руки лесных исполинов, словно зывающие о помощи. Плышет целый лес — не счастье в нем деревьев; река днем и ночью несет куда-то несметные богатства”, — рассказывал польский писатель и путешественник А. Фидлер.

Обильные дожди превращают берега Амазонки и ее притоков с их буйной растительностью и богатой гаммой красок в бесконечно унылый пейзаж.

Мрак и ненастье накладывают на них, во время дождей, печать трагической обреченности и безысходности. В период муссонов вода льется без конца, с неумолкаемым шумом дробясь о высокий зеленый свод, стекая по стволам деревьев и проникая в глубь леса в виде тончайшей пыли, тумана, от которого деревенеет тело, ноют кости и липкая тоска просачивается в душу”, — рассказывает очевидец.

В период дождей вода днем и ночью угрожает человеку и порождает неуверенность в завтрашнем дне. Именно поэтому, хотя по площади бассейн Амазонки составляет больше половины Бразилии, в нем проживает всего 6% населения страны. Наводнения существенно затрудняют использование природных богатств края и развитие его производительных сил.



## Наводнения на реках СССР

**Разливы Волги.** На реках Советского Союза также происходят наводнения, хотя и не столь грандиозные, как на „реках бедствий“. По необъятной территории нашей страны протекает бесчисленное множество рек: общее число рек протяженностью более 10 км достигает почти 3 миллионов. Дать исчерпывающую картину наводнений на реках СССР рамки этой книги не позволяют, поэтому мы расскажем о наводнениях на самых крупных наших реках и об их характерных особенностях. Начнем с самой „русской“ реки — Волги.

До создания системы водохранилищ наводнения в Волжском бассейне, особенно на самой Волге, носили катастрофический характер и приводили к огромным бедствиям. Наибольший ущерб от них несли города Тверь (Калинин), Углич, Калязин, Рыбинск, Нижний Новгород (Горький), Казань, Самара (Куйбышев), Камышин и Астрахань.

У Твери высокие наводнения наблюдались многократно. Весной 1807 и 1838 гг. уровень воды в реках Волге, Тверце и Тьмаке поднимался на 11 м над средним многолетним уровнем. У Ярославля уровень воды в Волге несколько раз поднимался выше чем на 10 м, а у Костромы — на 11 м.

Особенно большие бедствия от волжских наводнений терпел Нижний Новгород (сведения имеются с 1370 г.). Зимой 1829 г. уровень воды в Волге у города поднимался на 12 м выше ледяного покрова.

В литературе имеются весьма ценные сведения о наводнениях у г. Макарьева, расположенного на левом, „дуговом“ берегу Волги в 90 км ниже впадения Оки, около устья р. Керженец (левый приток Волги). Вследствие невысокого расположения над уровнем реки город часто подвергался разрушительным наводнениям, сопровождавшимся подмывом берега.

В 1709 г. у Макарьева произошло катастрофическое наводнение. 31 мая 1722 г. Петр I во время поездки по Волге из Москвы в Астрахань посетил монастырь, при его осмотре расспрашивал об этом наводнении и „...по имянному своему императорского величества указу повелел подписать (на доске — С.Г.), по каком месте была вода в 1709 году...“

Этот указ стал знаменательной вехой в истории изучения наводнений в нашей стране, так как с тех пор фиксирование отметок выдающихся и катастрофических наводнений стало обязательным.

На этой же доске затем были отмечены уровни наводнений 1751, 1786, 1788, 1796, 1806, 1807, 1809, 1810, 1820, 1821, 1829, 1844 и 1846 гг. Все они были ниже уровня воды в наводнение 1709 г. Уровень его был превышен только 217 лет спустя — в 1926 г., и то лишь на 2 см.

Во время наводнений Волга меняла положение своего русла. В 1839 г. она приблизилась к стенам Макарьевского монастыря. К 1849 г., несмотря на укрепление берега, река оказалась в 8 м от юго-восточной башни монастырской стены, вымыв омут глубиной 29 м. Затем река начала уходить от монастыря вправо и омут вскоре занесло песком.

В наводнение 1856 и 1862 гг. уровень воды в реке у Самары превысил меженный уровень более чем на 12 м.

„Волга и Самара, разлившиеся на необозримые пространства, взволновались: огромные бурые валы поднимались на поверхности воды и подбрасывали суда, как щепки. Волнение было так сильно, что во многих местах поносило надворные строения, даже дома, затопленные талой водой... Дома, крыши, заборы, бочки и разная домашняя утварь массами носилась по воде“ („Академический месяцеслов“ на 1857 г.).

В наводнение 1888 г. вода в Волге у Казани поднималась на 13 м.

Во время весенних половодий на Волге прибрежные города и населенные пункты несли большой урон от ледохода.

„Каждый год пробуждается Волга от своего зимнего сна, каждую весну несет она гибель и разорение жителям,— писал один волжанин.— С неодолимой силой она ломает ледяные оковы и гонит их вниз, сокрушая все, что встретится на пути: льдины напирают на берег, рвут и роют его, лезут одна на другую, нагромождаются в целые горы. Редко обходится без крупных несчастий. Лед проникает даже в затоны и ломает укрывшиеся там суда“.

После постройки волжских водохранилищ угроза ледохода устранена.

В 1908 г. на Европейской территории России произошло катастрофическое наводнение, охватившее бассейн Верхней и Средней Волги и почти все реки ее центральной части. В результате наводнения без крова осталось более 50 тыс. человек (не считая Москвы, терпевшей небывалое бедствие). Разбушевавшаяся стихия разметала и затопила сотни тысяч домов и различных построек и погубила огромное количество посевов. Страна понесла неисчислимые убытки.

Основными причинами грандиозного наводнения 1908 г. в России, как было установлено специальной комиссией Академии наук, явились на редкость снежная зима (запас воды в снеге составлял 170—200% нормы), дружное таяние снега, глубокое промерзание почвы (зима была очень суровой) и обильные дожди после таяния снега, длившиеся в течение полутора — двух недель. Размаху наводнения существенно способствовали также застройка поймы реки, вырубка в больших количествах лесов в речном бассейне и превращение вырубок в пахотные земли.

Древнейшее упоминание о наводнении на р. Москве содержится в Воскресенской летописи 1496 г.

Катастрофический характер носили наводнения в 1607 г., когда в городе было разрушено и повреждено около 100 домов, и в 1655 г.

„...вода притопила и разрушила множество домов с немалым числом людей и вырвала с корнем большое количество деревьев. Прежде люди ходили по ней, а теперь стали плавать на лодках из улицы в улицу, от дома до дома“, — рассказывал очевидец этого наводнения („Записки гетмана Жолкевского“, СПб, 1871).

**Наводнения на Днепре и его притоках.** Днепр далеко не всегда соответствовал эпитетам „родной“, „чудный“, „кормилец“ и поэтическим образам, которыми его щедро наделяли предания и легенды, писатели и поэты. История показывает, что Днепр неоднократно был источником огромных по масштабам бедствий для жителей его берегов. Не случайно Н. В. Гоголь в повести „Страшная месть“ восторженные строки, посвященные Днепру — „Чуден Днепр при тихой погоде...“, — закончил словами:

„Когда же пойдут горами по небу синие тучи, черный лес шатается до корня, дубы трещат, и молния, изламываясь между туч, разом осветит целый мир — страшен тогда Днепр! Водяные холмы гремят, ударяясь о горы, и с блеском и стоном отбегают назад, и плачут и заливаются вдали... Дико чернеют промеж ратующими волнами обгорелые пни и камни на выдавшемся берегу. И бьется об берег, подымаясь вверх и опускаясь вниз, пристающая

лодка. Кто из казаков осмелится гулять в челне, в то время, когда рассердился старый Днепр? Видно, ему не ведомо, что он глотает как мух людей”.

На Днепре, в нижнем и среднем течении, в недавнем прошлом от наводнений постоянно несли ущерб города Херсон, Запорожье, Екатеринослав (Днепропетровск), Кременчуг и Киев, в верхнем течении — Могилев, Смоленск и множество населенных пунктов.

Первые относительно достоверные сведения о высоком наводнении на Днепре относятся к 1128 г.— выдающемуся по водности для всей современной Европейской территории СССР. „В се же лето бысть вода велика, потопаи люди, жита и хоромы унесе..“ — писал о нем летописец.

Неоднократно высокие половодья происходили в районе Смоленска. Царь Алексей Михайлович, находившийся во время наводнения 1655 г. в городе, писал своим сестрам, что „с моста, возвышавшегося над меженным уровнем в Днепре на 7 сажень (около 15 м — С. Г.), черпают воду и старожилы не помнят такого 30 лет“.

О наводнении 1684 г. у Могилева литературные источники сообщают: „В сем году необыкновенна велика вода была, многих понудила выбираться из домов... и вообще много причинила вреда“. Город терпел бедствия во время наводнений в 1709 и 1760 гг.

Особенно тяжелым по последствиям оказалось весеннее наводнение 1789 г. Его называли „ужасным“, „пагубным“, „разрушительным“. От него терпели бедствия Киев, Кременчуг и многочисленные приднепровские села.

Весной 1800-го и осенью 1818 г. колокольный звон в Киеве возвещал о стихийном бедствии — разливе Днепра.

Небывалые по высоте и разрушительной силе катастрофические наводнения, остающиеся пока историческими, произошли на реке в 1845 и 1931 гг.

Весеннее половодье 1845 г. было высоким на всей европейской части России, на Кавказе и в Крыму. В бассейне Днепра создались исключительно благоприятные условия для формирования высокого наводнения.

Однако в наводнение 1931 г. максимальные уровни на всем протяжении Днепра и его притоков, кроме Припяти и Десны, оказались еще более высокими. Это наводнение считается непревзойденным, как по высоте стояния воды, так и по размерам зоны затопления. Измеренные уровни и расходы воды в реке дали возможность установить, что такие наводнения могут повторяться примерно один раз в 300 лет. Причинами этого наводнения были следующие обстоятельства. В августе — октябре предшествующего, 1930-го, года в бассейне реки прошли дожди, на 40—80% превысившие среднюю многолетнюю норму осадков для этого периода. Почва оказалась увлажненной до предела. К концу марта 1931 г. запасы снега на водосборе достигали 140—200% многолетней нормы. Снеготаяние, наступившее в первой

декаде апреля, проходило очень дружно, при температуре +6, +12°, и в течение 3—4 дней охватило весь бассейн.

Однако в бассейне Днепра возможны еще более благоприятные сочетания условий для формирования высоких половодий.

В 1933 г. половодье на Днестре было невысоким, но осадки, выпавшие в бассейне реки в летне-осенний период, оказались столь обильными, что превысили в 1,5 раза среднюю многолетнюю норму и вызвали небывалый паводок повторяемостью примерно 1 раз в 350 лет.

После создания системы водохранилищ от наводнений страдают только притоки Днепра (Березина, Друть, Сож, Припять, Десна и др.), а также его верховья.

Среди притоков Днепра р. Припять отличается длительностью наводнений. Продолжительность наводнений на Припяти в отдельные годы достигает 90 дней. Разливы ее в половодье достигают 20 км и более. Связь между населенными пунктами, расположенными на островах среди болот Полесья, в это время осуществляется только на лодках. Высокая вода держится иногда до июля. До Октябрьской революции на правом берегу р. Пины (приток Припяти) в некоторых селах, например в Мисятичи, ритуальный пасхальный обряд православных „крестный ход“ вокруг церкви почти ежегодно совершается на лодках.

**Днестровские наводнения.** Для Днестра и его притоков характерны ливневые паводки, происходящие по несколько раз ежегодно. В Прикарпатье сумма осадков во время ливней достигает почти 300 мм. В Днестр, в среднем течении, и в его притоки за один выдающийся паводок поступает до 25—35% годового стока.

Начало истории днестровских наводнений теряется в глубине веков. Катастрофические наводнения на Днестре, оставившие о себе память навсегда, происходили в 1164, 1700 и 1941 гг. Выдающиеся наводнения начиная с 1785 г. наблюдались 14 раз.

В Ипатьевской и Воскресенской летописях за 1164 г. сообщается, что летом был потоп в Галиче. Сильный дождь, шедший день и ночь, вызвал большой подъем воды в Днестре. Река вышла из берегов, произвела огромные разрушения, похоронила в разбушевавшихся водах более 300 человек. Наводнение возникло настолько внезапно и быстро, что население вынуждено было спасаться на деревьях и крышах строений, оказавшихся в воде. В результате летнего катастрофического наводнения 1700 г. оказались затопленными большие площади пашен, лугов, садов, погибли огромное количество скота, имелось много человеческих жертв.

Многочисленно терпел бедствия от днестровских наводнений город Могилев-Подольский как в далеком прошлом, так и в более позднее время.

В 1841 г. на реке дважды было большое наводнение, и газеты сообщали о „сильных и быстрых приливах вод, каковых не помнят старожилы“.

Три года подряд — в апреле 1863 г., июне 1864 г. и в марте 1865 г. — из-за ливневых дождей высокие наводнения возникали в бассейнах левобережных притоков Днестра.

В весеннее наводнение 1871 г. сильно пострадали г. Ямполь, г. Рыбница и многочисленные населенные пункты.

В течение 1882 г. на Днестре наблюдалось девять паводков, вызвавших значительные наводнения.

Никогда так не бушевала водная стихия в бассейне Днестра, как в сентябрьское наводнение 1941 г., во время Великой Отечественной войны. Его вызвали сильные дожди, перешедшие в ливень, который длился с 29 августа по 4 сентября. Исключительной силы ливень достиг 2 сентября и продолжался непрерывно около 12 ч „как из опрокинутой бочки“. Стремительные потоки воды сносили все, что встречалось на их пути. Вода затопила массу населенных пунктов, смыла почти весь урожай, произвела огромные разрушения. Еще сильнее бушевал ливень в горах. Население горных районов вынуждено было срочно эвакуироваться.

В июне — июле 1948 г. на реках Молдавии вновь наблюдались высокие наводнения, вызванные дождями. На укреплении и подсыпке защитных дамб левобережья Днестра работало 20 тыс. человек. Их самоотверженный труд предотвратил затопление площадей, занятых ценными сельскохозяйственными культурами.

В весенний период вследствие неустойчивых температур воздуха в бассейне Днестра и сильной порожистости его русла нередко возникают наводнения заторного происхождения.

В апреле 1845 г. около Григориополя возник огромный ледяной затор, вызвавший повышение уровня воды в реке на 6,4 м. Старожилы утверждали, что подобного наводнения в предшествующие 60 лет не наблюдалось.

В феврале 1861 г. во время ледохода на притоке Днестра Ущице образовался ледяной затор, вызвавший внезапное высокое наводнение. Жители прибрежных селений едва успели спастись сами, бросив все свое имущество. На следующее утро виднелись только крыши затопленных домов, плывущие по воде стога сена и домашний скот.

Своеобразно формировался ледяной затор, вызвавший высокое наводнение во время зимней оттепели 1959-60 г. в районе пос. Жванец. В начале декабря 1959 г. в результате похолодания на реке образовался ледяной покров. Однако в конце месяца наступила оттепель и произошло вскрытие реки, вызвавшее ледоход. К 5 января 1960 г. река очистилась ото льда, в середине третьей декады наступило похолодание и река вновь покрылась льдом. В конце января опять пришла оттепель. По реке двигалась густая масса льда и шуги в виде вала, напоминающего селевой поток. С 30 января по 1 февраля температура воздуха снова понизилась и достигла  $-15^{\circ}$ . Движение льда замедлилось и началось образование затора. Он просуществовал около 24

дней. Наступившая 26 февраля оттепель способствовала еще большему подъему воды в Днестре. Вскрылись притоки Збруч и Жванчик, перед затором подъем уровня воды достиг 564 см, вызвал его подвижку и образование разводий. Разрушение затора, к счастью, происходило медленно, горизонт воды перед ним снижался постепенно.

В 1969 г. водная стихия Днестра дважды напоминала о своей мощи. Зимой, в декабре, в верховьях реки в Карпатах произошла внезапная оттепель с дождями. Лед, взломанный в верховьях, пошел поверх льда на ниже лежащих участках реки, периодически образуя заторы. Вода, встретив затор, разливалась, затопляла все кругом, затем, набрав силы, прорывала ледяную перемычку и, захватив из нее лед, вновь устремлялась вниз, где опять образовался затор. Этот процесс развивался вниз по течению реки, пока затор не был остановлен ниже городка Сороки наступившими морозами. Первыми весенними водами, пришедшими с Карпат, когда лед еще стоял по всему Днестру до устья, был подтоплен городок Сороки. Затем затор двинулся вниз и остановился ниже г. Рыбница, плотно запрудив реку. Воды Днестра вышли из берегов. Спустя несколько дней наводнением было охвачено все течение Днестра. Затор, похожий на своеобразный айсберг, двигаясь вниз по течению, достиг водохранилища Дубоссарской ГЭС и здесь окончательно остановился.

„Он производил ошеломляющее впечатление. Перед нами без конца и края лежало неподвижное поле вздыбившихся друг на друга огромных ледяных пластов полутораметровой толщины. Местами ледяные скопления, словно горы, возвышались над торосами.

Ледяное поле жило своей таинственной жизнью, дышало — негромко, но слышно — однотонным, застывшим шорохом, будто переводило дыхание после мощного разрушительного броска перед следующим“, — писал очевидец.

Прошло несколько месяцев, и вновь газеты сообщали:

„Два дня, 7 и 8 июня, продолжались ливневые дожди в Карпатах и на территории Ивано-Франковской, Львовской, Закарпатской областей. Переполнились, разлились горные реки, уровень воды в Днестре, Пруте и их притоках быстро повысился...“

Достаточно заблаговременный прогноз дал возможность своевременно эвакуировать население из наиболее опасных мест.

**Карпатские реки.** Реки, стекающие с Восточных Карпат, отличаются многочисленными и интенсивными паводками дождевого, снегового и смешанного происхождения. Паводки возникают в любое время года и часто приводят к катастрофическим наводнениям.

Из различных литературных источников известно о нескольких выдающихся наводнениях на р. Прут, сопровождавшихся большими затоплениями и разрушениями. Необычайный разлив



реки произошел в половодье в марте 1854 г. и в августовский паводок 1889 г.

«Страшный» ливень, выпавший 26—27 мая 1893 г. и вызвавший катастрофическое наводнение на многих реках, надолго остался в памяти местного населения.

В нашем веке катастрофические наводнения на реках в верховьях бассейнов Тисы, Прута и Днестра происходили в 1927, 1941, 1947 и 1957 гг.

Наводнения на карпатских реках бывают особенно разрушительными, когда их водосборы полностью охватывают сильные ливни, интенсивностью свыше 75 мм в сутки. Названия многих карпатских рек говорят об их характере: Быстрец, Ломница, Горляц, Каменный, Тесный, Шумовка, Быстрая, Зверь, Озерец и др.

Очевидец так рассказывает о наводнении в конце августа 1927 г. на реках Дземброня и Быстрец:

„Всю ночь с 30 на 31 августа шли большие дожди... Раскаты грома и яркие вспышки молнии не прекращались в течение нескольких часов, перемежаясь с грохотом камней, приводя в ужас не только домашних животных, но и людей. Многие жители в поисках спасения переходили повыше в горы, перегоняя с собой скот.

...Наибольшей высоты и разрушительной силы наводнение достигло ночью. За несколько минут до катастрофы хозяин с семьей вышли из дому, угоняя домашний скот и унося наиболее ценное имущество. Когда они через несколько минут вернулись домой за остатками последнего, то увидели дом плывущим по реке подобно кораблю с освещенными иллюминаторами, так как подвешенная к потолку керосиновая лампа продолжала гореть, освещая внутренность дома с его мебелью и утварью. Дом плыл по грохочущему водокаменному потоку несколько сот метров, пока на резком повороте русла реки не разбился о выступ скалы“.

Своеобразно формировалось катастрофическое наводнение на реках бассейна верховьев Тисы в конце декабря 1947 г. Ему предшествовал бесснежный период с отрицательными температурами, доходившими до  $-14^{\circ}\text{C}$ . Он длился почти месяц, вследствие чего почва успела промерзнуть. В начале и середине второй декады декабря прошли обильные снегопады, и толщина снежного покрова в отдельных местах речного бассейна достигла 40—60 см. С 26 декабря в Закарпатье началось резкое потепление в связи с приходом с запада теплых воздушных масс. Повышение температуры сопровождалось выпадением интенсивных дождей. Количество суточных осадков в отдельных частях бассейна составляло 100—133 мм, что способствовало быстрому возникновению паводка, который прошел на всех реках Советского Закарпатья. На ряде рек он достиг наивысшего значения за наше столетие.

Иначе зарождалось и протекало в Восточных Карпатах катастрофическое наводнение 14 декабря 1957 г. В горах лежал глубокий снег. Температура воздуха днем составляла  $-10^{\circ}$ , а ночью  $-22^{\circ}$ . Была настоящая зимняя погода. В ночь с 11 на 12 декабря в Карпаты внезапно вторглись с юго-запада теплые

массы влажного морского воздуха, принесшие с собою сильные ливневые дожди и грозы. Температура воздуха повысилась до  $+8^{\circ}$ , а местами до  $+14^{\circ}$ . Началось интенсивное таяние снега. Огромные массы воды устремились в речные русла. Подъем и спад уровней воды в реках происходил очень быстро, достигая 2—3 м в час и более. Русла рек претерпели значительные деформации. На некоторых реках размывы берегов достигали 12—15 м. В отдельных местах водотоков возникли вторые русла (рукава).

Та же резкая оттепель вызвала катастрофическое наводнение на карпатских притоках Днестра. Наводнение нанесло большой ущерб народному хозяйству ряда областей. Борьба с ним осложнялась сильным ветром, скорость которого достигала 20—25 м/сек, а в бассейне верховьев р. Прут — 40 м/сек. Причиной таких ветров является сложная орография Карпат и частая смена над ними синоптической обстановки.

**У стен древнего Новгорода.** Река Волхов, оз. Ильмень (по летописям — Ильмер, у древних славян — Словенское море) и его притоки Мста, Пола, Ловать с Полистью, Шелонь и др. с незапамятных времен являются источниками наводнений в Ильменско-Ловатской (Ильменской) низменности.

В оз. Ильмень несут свои воды до 50 рек, а вытекает из него только одна река — Волхов. В истоке Волхова на обоих его берегах свыше тысячи лет стоит старинный русский город Новгород.

В осенне-зимний период и весной, в ветреную погоду, ветер взламывает на озере лед и нагоняет его в Волхов, образуя заторы. Вызывая резкие подъемы уровней воды в реке и озере, они приводят к наводнениям.

В записях о погоде в новгородских летописях за период с IX по XVIII в. несколько раз отмечено, что на Волхове наблюдалось даже обратное течение в оз. Ильмень, что было, видимо, связано с образованием заторов льда ниже города по течению. Иногда Волхов тек вспять на продолжении 5—7 дней.

Как свидетельствуют летописи, за период с 998 по 1716 г. катастрофические наводнения происходили в Новгороде свыше 25 раз. Они приносили городу разрушения, вызывали неурожаи, порождавшие длительный голод и эпидемии. Печально повествуют об этих тягчайших стихийных бедствиях летописи.

1128 г. — „Была большая вода... в Волхове. В Новгороде был очень сильный голод... Люди ели листья липовые и кору березовую... мертвыми падали от голода...“

1376 г. — „В Новгороде течет река Волхов обратно семь дней, это уже третий год она так течет...“

1437 г. — „Осенью в Новгороде вода была очень большая. Когда начал образовываться лед, он выломал семь городень у большого моста... и много бед причинил новгородцам“.

1540 г. — „Была большая вода в Великом Новгороде... очень дождливая осень, солнце не проглядывало, до заговенья Филиппова (то есть до 15 ноября ст. ст.), и яровой хлеб на полях и гумнах погнил... нивы по берегам рек и озера залила вода“.

Систематические наблюдения за уровнями р. Волхов ведутся с 1881 г. Начиная с этого времени выдающиеся наводнения наблюдались 6 раз, повторяясь в среднем один раз в 14—15 лет. Наводнения 1922, 1926 и 1966 гг. относятся к катастрофическим. Вероятность повторения таких наводнений для р. Волхова составляет соответственно один раз в 100 лет и один раз в 40 и 50 лет.

Несмотря на то что максимальный уровень воды в половодье 1966 г. был на 35 см ниже исторического уровня 1922 г. и на 10 см ниже уровня воды 1926 г., народное хозяйство Новгородской области понесло серьезный материальный ущерб. Были затрачены большие средства на спасение общественного и личного имущества, устройство временного жилья, снабжение продуктами и фуражом.

Особенно пострадал г. Старая Русса, стоящий в низовьях р. Полисти — притока Ловати.

Основной причиной наводнения 1966 г. была очень снежная зима. К началу весны снегозапасы в Волховско-Ильменском бассейне достигали 1,5—2 годовых норм. Снеготаяние было дружным и в апреле сопровождалось ливневыми дождями, в результате которых выпало 2—2,5 нормы месячных осадков.

Среди жителей Ильменско-Ловатской низменности бытует мнение, что катастрофические наводнения в ней участились после того, как на плотине Волховской ГЭС им. В. И. Ленина появилась деревянная надстройка, отчего уровень воды в Волхове повысился. Это мнение опровергается специально проводившимися инженерными расчетами. На самом же деле основная причина Волховско-Ильменских наводнений в годы с обильными осадками и дружным снеготаянием — недостаточная пропускная способность русла р. Волхов в ее истоке.

Волховско-Ильменские наводнения затрудняют освоение для сельского хозяйства больших земельных площадей, расположенных в Ильменско-Ловатской низменности, и усложняют гидромелиоративные работы в ее пределах.

**Невские наводнения.** Величественная, спокойная Нева за 270 с лишним лет, в течение которых ведутся наблюдения над ее уровнем, свыше 300 раз выходила из своих берегов и совершала набеги на город, затопляя пониженные его части. За период с 1703 по 1968 г. зарегистрировано 227 наводнений с подъемами уровня воды свыше 1,5 м над ординаром, в том числе 173 случая с подъемом воды свыше 2 м. Некоторые из них увековечены в граните и бетоне в виде различных знаков и надписей на цоколях многих зданий Ленинграда.

Первое наводнение в Петербурге произошло в августе 1703 г. — спустя два месяца после его закладки. Скептики тогда сразу заговорили об «исторической ошибке» Петра I, рискнувшего строить город на болоте. Они ссылались на то, что новгородцы, владевшие берегами и устьем Невы пять веков тому назад, не рисковали закладывать в этом „гиблом месте“ большой пор-

товый город, несмотря на то что хорошо понимали его огромное стратегическое значение и имели большой градостроительный опыт. Тем не менее Петр I был непреклонен и город интенсивно строился.

Крупнейшим в XVIII в. было наводнение 21 сентября 1777 г. Наводнение случилось ночью, застало население врасплох и сопровождалось человеческими жертвами. Множество судов оказалось выброшено на берег.

Катастрофическим было наводнение 19 ноября 1824 г., во время которого уровень воды в Финском заливе и в устье Невы поднялся на 421 см выше ординара.

А. С. Пушкин образно нарисовал картину наводнения 1824 г. в поэме „Медный всадник“ :

Осада! приступ! злые волны,  
Как воры, лезут в окна. Челны  
С разбега стекла бьют кормой,  
Лотки под мокрой пеленой,  
Обломки хижин, бревны, кровли,  
Товар запасливой торговли.  
Пожитки бедной нищеты,  
Грозой снесенные мосты,  
Гробы с размытого кладбища  
Плывут по улицам!

Следующее катастрофическое наводнение, лишь немногим уступавшее по высоте наводнению 1824 г., произошло в сентябре 1924 г. Ранним утром 23 сентября еще ничто не предвещало беды; наоборот, из-за сильного юго-восточного ветра уровень воды в Неве упал на 10 см ниже ординара. Однако к 9 ч утра юго-восточный ветер сменился на юго-западный и, постепенно усиливаясь, превратился в шторм. Скорость ветра достигала 23 м/сек. С 10 ч утра в реке начался быстрый подъем воды. В 13 ч 20 мин раздался выстрел орудия Петропавловской крепости, оповестивший ленинградцев об угрозе наводнения. Через 20 мин после выстрела уровень воды в Неве достиг 160 см выше ординара, к 14 ч подъем его несколько замедлился. Около 15 ч 30 мин вода в реке вновь стала быстро подниматься, и в 16 ч Нева вышла из берегов. Ветер непрерывно крепчал, и к 16 ч 30 мин он превратился в ураган скоростью 40—42 м/сек.

Очевидцы наводнения рассказывали:

„Повсюду стоял страшный шум и треск, как при артиллерийском обстреле. Рушились мосты и деревянные постройки. На залитых водой улицах остановились трамваи. Вода на улицах Васильевского острова стояла так высоко, что верховые могли передвигаться по ним на лошадях только вплавать“.

В 19 ч 15 мин уровень достиг наибольшего значения — 369 см над ординаром и, продержавшись на этой отметке около 25 мин, начал падать. Вода покидала затопленную территорию довольно медленно. Почти 4 ч она понижалась до уровня 270 см над ординаром. Только через 6—7 ч вода ушла и с самых низких мест.

В чем же причина наводнений на Неве? Циклоны, пересекающие Балтийское море с юго-запада на северо-восток, вызывают в его водной массе вертикальные колебательные перемещения — сейши, происходящие около одного или нескольких центров (узлов). Подъем уровня воды в устье Невы за счет сейш может достигать 100—150 см. Циклоны нарушают в море и равновесие водных масс. В центре циклонов атмосферное давление ниже, чем в окружающем пространстве. Поэтому циклон, подобно гигантскому насосу, всасывает массу воды с акватории моря и на его поверхности образует впадину, которая оседает после отхода циклона. При этом она растекается во все стороны со скоростью 40—60 км/ч в виде так называемой длинной волны, неуклонно движущейся и к Ленинграду. У Невской губы за счет сужения залива высота волны увеличивается до 130 см и более. Кроме того, западный ветер в Финском заливе у Ленинграда может сопровождаться значительным нагоном воды.

Когда все перечисленные факторы действуют одновременно, уровень воды поднимается у города особенно высоко. Причины, вызывающие подъем уровня воды, могут проявляться в разных комбинациях.

С тех пор как механизм ленинградских наводнений стал ясен, они не застают город врасплох. Их предсказывают по данным наблюдательных станций у Таллина, регистрирующих прохождение длинной волны. Таким образом, город об угрозе наводнения узнает за 6—7 ч.

Наиболее часто наводнения, особенно катастрофические, повторяются в сентябре — ноябре; на эти месяцы приходится около 70% случаев. Очень редко наводнения случаются в городе весной. Одно из них произошло в апреле 1914 г.

Сгоны воды в Невской губе и Финском заливе, происходящие при восточных ветрах, приводят к понижению уровня воды в Неве. Оно тоже отрицательно отражается на жизни города.

Интенсивность подъема и спада уровня воды при нагонах и сгонах колеблется в пределах от 10 до 110 см в час.

Ленинград несет ущерб и от зажорных наводнений, что обусловливается рядом особенностей зимнего режима Невы.

Ледяной покров на Неве быстро устанавливается в устьевой ее части, до Литейного моста. Средняя дата установления ледяного покрова у последнего — 28 ноября, в истоке реки у Петрокрепости — 21 декабря. Выше Литейного моста замерзание реки протекает беспокойно. В многоводные годы, соответствующие высоким и средним уровням воды в Ладожском озере, образование ледяного покрова на Неве всегда сопровождается зажорами. Свообразными „фабриками“ шуги являются долго не замерзающие полыньи в истоке реки и Ивановские пороги. Зажоры вызывают большие и продолжительные подъемы уровня воды. Продолжительность стояния высоких зажорных уровней составляет от 1 до 30 суток и даже более. Тело зажора может

иметь длину от 2—3 до 8—11 км, а толщину — от 2—4 до 6—10 м.

При сильных штормовых ветрах западного направления ледяной покров в Невской губе взламывает, наваливает на береговые отмели — торосит. Высота торосов достигает 10 м.

„Дыхание“ льда и моря. Значительный ущерб от наводнений несет г. Архангельск, стоящий в дельте Северной Двины. Главной причиной наводнений являются здесь ледяные заторы, образующиеся в рукавах дельты во время весеннего ледохода. Иногда наводнения бывают вызваны перемещением водных масс со стороны Белого моря.

Весеннее половодье на Северной Двине начинается в середине — конце апреля и проходит в течение 10—15 дней; уровень воды в ней поднимается в это время на 5—10 м. Во время сравнительно редких летних дождевых паводков уровень воды повышается на 1—2 м, а во время осенних — до 3 м.

Амплитуда колебаний уровня воды у города во время приливов и отливов составляет около 1 м, поэтому приливы и отливы почти не нарушают водного режима реки в дельте. Приливная волна распространяется вверх по Северной Двине до устья р. Пинеги. За исключением периодов весеннего половодья, в рукавах дельты во время приливов наблюдается обратное течение воды.

Катастрофические подъемы уровней воды в рукавах дельты происходят при неперіодических колебаниях уровня моря, вызываемых ветровыми нагонами больших масс воды со стороны моря. Нагоны в период ледохода задерживают продвижение льда в реке и способствуют образованию заторов.

Сгонно-нагонные явления в устье Северной Двины связаны с атмосферной циркуляцией над Баренцевым морем. Чаще всего они наблюдаются весной и осенью. Сгоны происходят при ветрах южного направления, нагоны — при ветрах, дующих со стороны Баренцева моря. Жители Архангельска часто удивляются тому, что в тихую безветренную погоду внезапно повышается уровень воды в реке.

Это и есть не что иное, как доходящее до города «дыхание» далекого Баренцева моря.

Не меньшее значение для возникновения нагонов имеет и ветер, дующий с Белого моря, — „моряна“.

За 200-летний период наблюдений за уровнем воды в Северной Двине у г. Архангельска установлено, что высокие подъемы повторяются здесь в среднем один раз в четыре года.

В XIX в. наводнения в городе три раза носили катастрофический характер. В мае 1811 г. уровень воды в реке поднимался на 6,1 м. Наводнение продолжалось 6 суток. На Маймаксе (глубоководный, судоходный рукав дельты) и других рукавах дельты 42 иностранных и русских корабля были выброшены на берег или занесены на другие острова. От этого наводнения пострадали и многие деревни.

В мае 1843 г., вскоре после вскрытия Двины ото льда, возник затор, который привел к повышению уровня воды в реке на 8 м. Последовавший затем прорыв затора повлек за собой катастрофу.

„Свирепая река,— писал очевидец,— в густых громадах льда мчала обывательские строения с домашним скотом, которым подать помощь не было никакой возможности. Несколько поселян лишилось жизни. Каменному береговому укреплению города причинено во многих местах разрушение, даже несколько речных судов выкинуло на набережную. Для разрушения затора льда была применена артиллерия, залпами которой удалось предупредить дальнейшую беду“.

Навалы льда вызвали образование на берегах реки в пределах города ледяного тороса высотой около 10 м.

Мощный ледяной затор на Маймаксе во время ледохода 10 мая 1958 г. привел к наводнению, максимальный уровень которого на 13 см превысил наводнение 1843 г.

В 1961 г. на реке вновь образовались заторы. Высокая вода держалась три дня, но активная жизнь в городе не прекращалась, так как наводнение было своевременно предсказано местным управлением Гидрометслужбы.

В бассейне Северной Двины от наводнений часто терпят бедствия и другие города, особенно Великий Устюг. Он стоит на левом берегу р. Сухоны, вблизи устья ее правого притока р. Юг. В месте слияния Сухоны и Юга берет начало Северная Двина, на верхнем участке называемая Малой Северной Двиной.

Сведения о выдающихся и катастрофических наводнениях на р. Сухоне за период с 1517 по 1817 г. встречаются в Велико-Устюгской летописи.

Так, летопись повествует, что в апреле 1761 г. произошло большое наводнение из-за ледяного затора. После его прорыва лед потащило с „ужасным стремлением“ (с большой скоростью), при этом разрушило много домов. Все поля на берегах Сухоны и Малой Северной Двины оказались затопленными. Этот затор продержался четыре дня. Как свидетельствует летописец, „далеко в окрестностях был слышен шум переливающейся через него воды“.

В апреле 1807 г. во время ледохода на Сухоне возник большой затор. Вызванное им наводнение причинило городу много бед. Вода, устремившись в обход затора, образовала промоину, которая соединила Сухону с Северной Двиной и отделила от Великого Устюга деревню Коромыслово, ранее располагавшуюся на одном берегу с городом.

В 1817 г. на Малой Северной Двине ниже Великого Устюга образовался большой затор, вызвавший выдающееся наводнение, которое продолжалось с 28 апреля до 4 мая.

Наводнение 1929 г., как и многие из предшествовавших ему, возникло вследствие почти одновременного вскрытия рек Малой Северной Двины (7 мая), Сухоны (8 мая), Юга (6 мая), сопро-

вождавшегося образованием большого ледяного затора на Малой Северной Двине.

В последние годы благодаря принимаемым мерам подъем уровня воды у г. Архангельска в заторные наводнения значительно уменьшился.

**На водных просторах Оби.** От Алтая до Северного Ледовитого океана проложила себе путь одна из величайших рек мира — Обь. Народнохозяйственное значение Оби исключительно велико — и как транспортной артерии, и как огромного потенциального источника гидравлической энергии, обводнения и орошения. Через Обь пролегли трассы сверхмощных высоковольтных линий электропередачи, нефте- и газопроводов. В среднем течении ее недавно пересекла железнодорожная линия на Сургут.

На своем пути к морю Обь на протяжении 3000 км течет по Западно-Сибирской равнине.

Ниже впадения Томи Обь становится многоводной и имеет плоскую долину шириной 30—50 км. В ее пойме, достигающей 20—30 км в ширину, находится много стариц, озер, лугов и лесов. После впадения Иртыша Обь — это могучий водный поток, текущий в широкой, до 50—60 км, долине. У г. Салехарда Обь имеет ширину до 20 км.

Река и ее притоки в основном питаются дождевыми и снеговыми водами. Половодье на Средней и особенно на Нижней Оби отличается длительностью стояния „большой воды“. Оно порой продолжается от начала ледохода почти до начала ледостава.

Формируясь за счет талых вод на юге, половодье постепенно продвигается на северо-запад, а затем на север, где еще только начинается таяние снегов. Подъем и спад уровня воды в Оби тоже происходят медленно.

В конце мая — первой половине июня Обь на многих участках нижнего течения становится похожей на море. До самого горизонта разливаются ее воды, а волны в ветреную погоду на глубоких плесах достигают двухметровой высоты.

Вскрытие ледяного покрова обычно совпадает с началом повышения уровня воды. На реке часто случаются заторы.

Своеобразен и режим притоков Нижней Оби. Затяжные дожди в их бассейнах превращают пониженные места в непроходимые топи. За июль — август иногда выпадает по 300 мм осадков, а за один дождь — до 73 мм.

Длительные высокие половодья на Средней и Нижней Оби отрицательно сказываются на растительном и животном мире громадных приречных территорий. Например, на пойменных лугах травы начинают интенсивно расти только во второй половине лета, а иногда и осенью. В результате резко снижается их урожайность и чрезвычайно усложняется уборка сена.

В июне — июле на нижнем и среднем течении Оби можно наблюдать, как впадающие в нее небольшие реки и ручьи текут вспять, от устья к верховьям. По этим рекам половодье



проходит раньше, а затем их русла вновь заполняются, но уже водами, принесенными Обью.

Наносы, откладывающиеся на берегах реки при понижении уровня воды, образуют широкие, всегда влажные грязевые пляжи, угнетающие прибрежную растительность. Нередко ил заносит луга с хорошим травостоем и на их месте появляются заросли хвощей и осок. Заболачивание влечет за собой гибель леса на повышенных участках поймы.

Половодье на Оби в пойме и долине вызывает такое гиблое бездорожье, что даже трактора вязнут и тонут в болотах.

Древний сибирский город Тобольск терпит бедствия от наводнений с момента основания.

Серьезный ущерб от наводнений несут прибрежные районы других притоков Оби. В майское половодье 1958 г. уровень воды на р. Томи у г. Кемерово на 848 см превышал уровень меженного горизонта, что привело к высокому наводнению.

В 1966 г. на Оби и ее притоках Бии, Катунь, Томи, Кандоме, Чулыме произошло катастрофическое наводнение.

В 1973 г. произошло выдающееся наводнение на Чулыме.

Высокие наводнения периодические происходят на реках бассейна р. Тобол — притока Иртыша.

**Наводнения на Енисее.** Енисей, одна из величайших рек земного шара, часто затопляет свои берега.

Весеннее половодье на Енисее происходит в апреле — мае. В летне-осенний период уровень воды в нем колеблется за счет дождевых паводков. В остальное время года наблюдаются заторно-зажорные явления, достигающие колоссальных масштабов. Их основные причины те же, что и на Оби: течение реки с юга на север, большая ее протяженность, специфические климатические условия и орография бассейна. В марте — апреле, когда в южной части бассейна в степях Монголии и Тувы расцветают цветы, в северной его части лежит снег, не видно признаков весны; разность температур воздуха в пределах водосбора составляет 20—40°.

За период весеннего ледохода ниже впадения Ангары Енисей проносит в отдельные годы до 400—600 млн. куб. м льда. На Нижней Тунгуске, у большого порога, при образовании заторов во время весеннего ледохода уровень воды повышается на 35—40 м выше среднего многолетнего.

Наводнения возникают и в период ледостава. При внезапных и сильных похолоданиях на участках реки с быстрым течением и на ее притоках интенсивно образуется шуга. Поступая в Енисей из Абакана, Маны, Ангары, Большого Пята, Подкаменной и Нижней Тунгусок, а также из других притоков, она приводит к образованию зажоров. Ледостав сопровождается формированием заторов и сильным торшением льда. Когда на ледяной покров снизу намерзает шуга, толщина его возрастает в два-три раза. За последние 50 лет в разных местах реки на-

блюдалось 30 значительных заторов, сопровождавшихся наводнениями.

Множество заторов образовалось на реке в 1941 г. Самый крупный из них наблюдался у Красноярска и сопровождался небывалым подъемом уровня воды. Мощные ледяные заторы возникли 1 мая 1943 г. ниже устья Сухой Тунгуски и 22 апреля 1945 г. у г. Кызыла. На Нижнем Енисее вода поднималась на 17 м. У устья Нижней Тунгуски вода в реке текла даже в обратную сторону.

Водомерные наблюдения на Енисее начались в 1902 г. С тех пор высокие наводнения, в том числе и катастрофические, наблюдались здесь шесть раз.

Очевидец наводнения 1800 г. в г. Енисейске архимандрит Никита Арамальский писал:

„... видел страшные горы льдов, такие высокие, что с реки не было видно церкви... неподдающееся описанию разорение терпели все жители тех мест... многие деревни снесло до основания и на их месте остались столбики да пни“.

Причиной наводнений в этом городе является одновременное прохождение пиков половодий на Ангаре и Енисее, которые, накладываясь друг на друга, дают резкие повышения уровней воды.

Самое высокое за весь предшествующий период наводнение наблюдалось в г. Енисейске в 1937 г.

Высокие весенние половодья вызывали выдающиеся наводнения на Енисее и его притоках Абакане, Тубе, Кане, Кизире в 1960, 1966 и 1969 гг.

В конце июля — начале августа 1960 г. произошло историческое наводнение на р. Кан (левый приток Енисея), не наблюдавшееся в течение 350—400 лет, т. е. с начала заселения края. Причиной его явились затяжные ливневые дожди, прошедшие в верховьях бассейна реки. За 7 суток выпало более 200 мм осадков при годовой норме 400—500 мм. В отдельные дни выпадало 50—60 мм осадков.

**Амур и реки Забайкалья.** На Амуре и его притоках Зее, Бурее, Усури и Шилке наводнения наблюдаются ежегодно, а порой и несколько раз в году. За последние 60 лет на Амуре и его крупных притоках зарегистрировано около 550 наводнений, в том числе 54 катастрофических.

Первые сведения об амурских наводнениях встречаются в „челобитной“ крестьян слободы Покровской (Верхний Амур), датированной 1682 г., в которой они жалуются, что „проливные дожди хлеба все затопили, а сено водами разнесло.“

В 1839 г. произошло большое наводнение на р. Нерче, нанесшее громадные убытки Нерчинскому заводу.

В 1861 г. паводок, пришедший с Зеи, поднял уровень воды в Амуре у Благовещенска на 10 м. На Усури из-за продолжительных летних и весенних дождей произошло выдающееся наводнение. О нем очевидцы писали:

„Реки превратились в озера, на низких местах не было видно берегов, а в горах реки разливались от хребта до хребта. Селения очутились на островах. Старики гольды не помнили такой воды“.

В 1872 г. наводнением на Шилке и Амуре охватило города Сретенск, Благовещенск, 27 казачьих станиц. Ряд населенных пунктов после этого наводнения на старых местах больше не восстанавливался.

Летом 1881 г. уровень воды в Амуре и Зее повышался шесть раз.

В 1897 г. на р. Ингоде (левом притоке Шилки) и на самой Шилке прошел паводок, рекордный для XIX в. Паводок показал, что расчетные уровни высоких вод, принятые при проектировании Забайкальской железной дороги, были ошибочны, и при восстановлении поврежденных участков дороги ее полотно перенесли на более высокие отметки.

Пострадал и г. Чита. Вот одна из записей очевидца этого наводнения:

„Нынешний год долго будет жить в памяти населения Забайкальской области как год страшного бедствия, причиненного наводнением, по силе своей и распространению беспрецедентного в местной летописи.“

Высокие и частые катастрофические наводнения в бассейне Амура вызываются рядом причин. Основные из них следующие. В бассейне Амура, в средней его части и в низовьях, летом выпадает значительное количество осадков (на Среднем Амуре 400—600 мм, на Нижнем 500—700 мм), что объясняется дующими здесь муссонами, несущими на материк влажный океанический воздух.

Муссонные дожди, особенно в горах Сихоте-Алиня, на Уссури и его притоках сопровождаются ураганами. Поэтому картина наводнений там надолго запоминается. Вот как нарисовал ее известный путешественник-писатель В. К. Арсеньев:

„Дождь, туман, тучи — все это перемешалось между собой... В абсолютной тьме казалось, будто вместе с ветром неслись в бездну деревья, сопки и вода в реке, и все вместе с дождями образовало одну сплошную, с чудовищной быстротой движущуюся массу. На реку было страшно смотреть. От быстрого бегущей воды кружилась голова“.

Особенности рельефа речных бассейнов притоков Амура (глубокие котловины, окруженные горами) способствуют быстрому формированию в его речной сети высоких летних паводков. Спад воды происходит очень быстро. Известны случаи, когда баржи во время летних паводков заплывали на острова, а затем оказывались на суше, среди деревьев, далеко от русла. Количество зимних осадков ничтожно мало, и поэтому на Амуре и его притоках почти не бывает весенних половодий.

Летние подъемы воды на Амуре и его притоках носят различный характер в зависимости от того, на каком участке те-

чения реки они происходят. В верховьях бассейна за лето бывает несколько высоких паводков, разделенных периодами спадов. На реке Зее летние паводки иногда бывают до восьми раз в год. При этом максимальные расходы нередко превосходят как минимум в два раза их значения во время весеннего половодья.

В 1928 г. в среднем течении Амура и Зеи произошло четыре наводнения. Они принесли с собой неисчислимые бедствия. Население спасалось на плавсредствах; 4000 человек вынуждены были искать убежище на железнодорожном мосту в Хабаровске.

Частым наводнениям подвержены долины рек Уссури, Большая Уссурка с гг. Лесозаводск и Дальнереченск, а также район оз. Ханка. Для наводнений на этих реках характерна их частая повторяемость на различных участках речных бассейнов. Так, например, за 31 год наблюдений (с 1927 по 1957 г.) на реках бассейнов Уссури и на оз. Ханка произошло 241 наводнение, из них 29 катастрофических и 66 высоких.

Наибольшей длительностью отличаются наводнения в низовьях притоков Уссури и рек, впадающих в оз. Ханка. На р. Большая Уссурка у г. Дальнереченска, в 1938 г. наводнение продолжалось 37 суток, на р. Илистой у с. Халкидон в 1968 г.— 58 суток. По нескольку недель держится высокая вода на пойме р. Уссури и на берегах оз. Ханка.

В отдельные годы в бассейне Амура, преимущественно в его верховьях, во время весеннего ледохода возникают наводнения заторного происхождения. Они повторяются 1—2 раза в 10 лет и сопровождаются высокими подъемами уровня воды. Заторные наводнения нередко наблюдаются на реках Зее и Буреи.

Паводки, вызывающие наводнения в среднем течении Амура (ниже Благовещенска), в основном формируются в бассейне рек Зеи и Буреи. На Зее за 56 лет (с 1901 по 1957 г.) произошло 4 катастрофических наводнения (1928, 1938, 1953 и 1956 гг.) длительностью от нескольких дней до двух месяцев.

Грандиозное наводнение произошло на реках Ингода и Читинка в 1969 г. Проливной дождь, шедший несколько дней подряд в середине августа, переполнил реки, они вздулись, вышли из берегов. В сентябре того же года в результате высоких дождевых паводков возникли наводнения на реках Забайкалья — Селенге и ее притоках Хилоке, Уде, Чикой.

В 1973 г. дважды выходила из берегов р. Селенга. Осеннее наводнение того года можно считать выдающимся.

Достаточно заблаговременные прогнозы паводков в Амурском бассейне в 1959, 1969 и 1971 гг. позволили свести к минимуму убытки от наводнений.

**Амударья.** Амударья — не только самая крупная река Средней Азии, но и одна из самых буйных и своенравных рек мира. В амударьинской воде содержится в два раза, а в начале летнего паводка даже в три раза больше наносов, чем в водах Нила.

Ежегодно она выносит в Аральское море около 200 млн. т наносов. За многие столетия в долине и русле реки отложилось такое количество наносов, что ложе ее проходит не по самому низкому месту речной долины, как у подавляющего большинства рек, а по гребню огромного вала шириной в несколько километров. В паводки Амударья, иногда меняя направление, прорывала вал и уходила в более низкие места, формируя себе новое русло. При этом водозаборные сооружения оросительных каналов оставались вне реки, а там, куда она уходила, разрушались арыки, затоплялись и заносились илом сады и посевы.

Веками боролись люди с буйной рекой, возводили вдоль ее русла многокилометровые валы.

Местным жителям хорошо знакомо слово „дейгиш“. Река, прижатая в половодье к берегу, противоположному тому, где отложились транспортируемые ею наносы, начинает быстро его размывать. При этом огромные куски мягкого грунта, слагающего берег, обрушиваются в воду. Это и есть „дейгиш“. Разрушительная работа реки, в зависимости от длительности и интенсивности паводка, может продолжаться не только дни и недели, но даже месяцы. Русло „уходит“ от первоначального положения на многие километры.

„Дейгиш тушты“ — „дейгиш начал действовать“ — эти слова раньше наводили на жителей Хорезма ужас. Руины древних городов в Каракумах, огромные впадины бывших озер, следы древних русел, удаленные на 1000 км от нынешнего течения Амударьи, свидетельствуют о блужданиях ее русла. На аэрофотоснимках можно насчитать остатки многочисленных древних городов, которые когда-то получали воду из Амударьи.

Основной причиной наводнений, дейгишей, размыва береговых дамб и изменений положения русла Амударьи являются зажоры и заторы, в меньшей степени — высокие половодья. Зажоры и заторы обусловлены тем, что река течет с юга на север, в различных климатических зонах. В среднем течении она редко замерзает, но начиная примерно от селения Титляк (384 км от устья) и до Аральского моря Амударья почти ежегодно на несколько месяцев покрывается льдом.

Половодий на реке бывает два: весеннее (апрель — май), от таяния снегов в горах, и летнее (июнь — июль), от таяния снегов и ледников в высокогорной части бассейна. Значительные половодья на реке наблюдаются один раз в 6—7 лет, а высокие половодья — примерно раз в 11—12 лет.

В 1925 г. река неумолимо наступала на кишлаки Чарджоуского оазиса и г. Чарджоу. Она прорвала несколько ограждающих дамб, повредила предмостовые укрепления Ашхабадской железной дороги и мутными желтыми волнами катилась к городу, угрожая ворваться в улицы и дома. Чтобы предотвратить бедствие, все население района вышло на укрепление защитных сооружений и строительство новых дамб.

В 1932 г. река вплотную подобралась к тогдашней столице Каракалпакии — г. Турткулю. На этот город, основанный в 1873 г., она напала не однажды и каждый раз причиняла ему большой ущерб. В одну из летних ночей 1942 г. по Турткулю разнеслась весть о наводнении. Население города было быстро поднято на ноги. Берега рушились на глазах у людей. Слоны подрезанные невидимым подводным ножом, глыбы земли ментально исчезали в шумных водоворотах. „Джейхун“ („бешеная“), как прозвали Амударью древние арабские географы, упорно, метр за метром, наступала на берег. Люди бросали в поток мешки с землей, камни, вязанки хвороста, бревна — все, что попадалось под руку, но остановить наступление стихии не удалось.

В результате население вынуждено было покинуть злополучную столицу и переселиться в г. Нукус.

Были годы, когда Чарджоуская область теряла во время наводнений на реке тысячи гектаров земли, с огромным трудом отвоеванной у пустыни. Много неприятностей приносил своему нравный характер Амударьи среднеазиатскому пароходству — фарватер иногда изменялся за считанные минуты.

Теперь дейгиш не так страшен. Гидрологический режим реки ее капризный нрав за много лет хорошо изучен. Однако и в наши дни коварный дейгиш иногда дает о себе знать.

В середине января 1969 г. Чарджоу облетела тревожная весть — Амударья вышла из берегов. Необычные для здешних мест морозы сковали ее толстым ледяным панцирем, а затем резкое потепление вызвало интенсивное таяние снега. Огромные потоки воды, начавшие поступать в реку, взломали в отдельных местах лед и стали увлекать его за собой вниз по течению. Он образовал заторы в нескольких километрах ниже и выше железнодорожного моста, перекинутого через реку. Вода в Амударье быстро поднялась до уровня, какого здесь не наблюдалось за последние сто лет, и устремилась к городу.

О возможном наводнении городские власти были предупреждены службой прогнозов местного Управления Гидрометеорологической службы. На борьбу с водной стихией были брошены отряды людей, техника, в том числе авиация, бомбардированная гигантские заторы. Эта операция увенчалась успехом. На помощь людям пришла природа — наступившие морозы вновь сковали реку льдом.

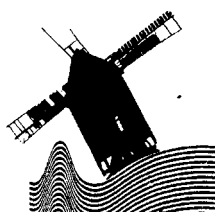
Спустя некоторое время, уже весной, Амударья вновь показала свой буйный нрав. Обильные снегопады и весенние ливни резко обострили на реке и без того тяжелую ледовую и шуговую обстановку. Пришедший с верховьев реки паводок вновь переполнил ее русло и начал интенсивно размывать берег у Чарджоу. Возник дейгиш.

На борьбу с рекой вышло 50 тыс. человек, на помощь им было брошено 450 экскаваторов, 800 бульдозеров, около 2000 автомашин.

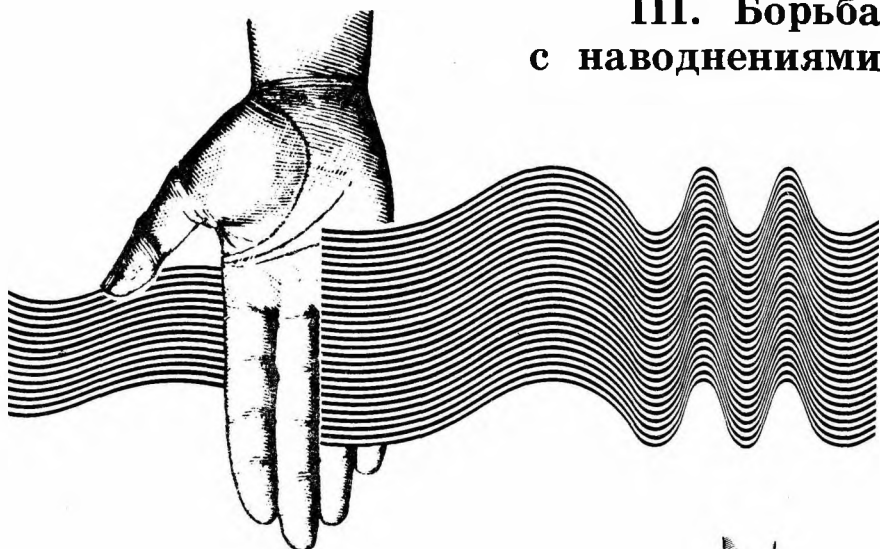
Из приведенного, далеко не полного обзора катастроф и бедствий на берегах наших рек видно, что наводнения во многих районах страны не только наносят большой ущерб, но и сдерживают развитие производительных сил, затрудняют вовлечение в сельскохозяйственный оборот новых земель, усложняют городское и промышленное строительство, разработку полезных ископаемых, причиняют большой вред природе и природным ресурсам.

Вот почему борьба с наводнениями стала в нашей стране одной из основных водохозяйственных проблем и ее решению уделяется большое внимание.

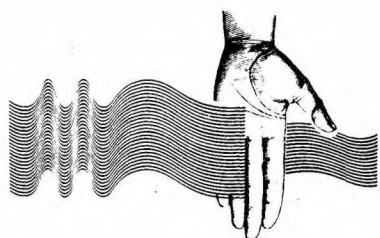
О том, как осуществляется борьба с наводнениями за рубежом и в нашей стране, читатель узнает ниже.



### III. Борьба с наводнениями



#### Стратегия и технические способы борьбы с наводнениями



**Немного истории.** Борьбу с водной стихией человек начал в незапамятные времена. Древнейшими ее свидетелями являются насыпные холмы и свайные конструкции, на которых располагались и сейчас еще располагаются жилища людей в дельтах и поймах рек.

Создание таких убежищ от наводнений позволяло ценой огромных усилий сохранять в целостности жилье. Но оно не давало возможности уберечь от гибели пашни и луга, а также урожай. Поэтому человек искал способы защиты от наводнений и в то же время старался приспособливаться к водной стихии, сосуществовать с ней, чтобы нести от нее возможно меньший урон.

Борьба с наводнениями там, где они всегда угрожали человеку, была одной из причин объединения в общины, а затем стала общегосударственным делом, поскольку требовала участия тысяч людей.

Задолго до нашей эры в Месопотамии, Египте, Китае и других районах земного шара были построены крупные гидротехнические сооружения для орошения и защиты от водной стихии. Около 2000 г. до н. э. в Египте для снижения высоты наводнений в нижнем течении Нила было осуществлено частич-



ное регулирование стока половодья в известной Файюмской котловине (ныне Файюмский оазис), в которой расположено оз. Карун. Эта впадина находится в 60 км от Каира, к западу от Нила. Река была соединена с ней каналом, представлявшим собой искусственно углубленный рукав Нила. В половодье воды Нила текли по каналу и затопляли впадину. При понижении уровня воды в реке вода из впадины уходила обратно в Нил.

В Месопотамии в эпоху существования города-государства Вавилон путем отвода части вод Евфрата в естественную впадину Хоббания с оз. Эль-Хоббания через специальный соединительный канал регулировался паводочный сток реки. Воду, накопленную во впадине во время паводков и половодий, направляли на орошение полей.

В III тысячелетии до н. э. на р. Оронт в Сирии воздвигли Хомскую плотину. Она предназначалась для регулирования речного стока и для защиты ниже расположенной части речной долины от затопления и заболачивания.

Тогда же объекты, подверженные затоплению высокими водами, стали ограждать земляными дамбами. Вначале дамбами окружали жилые постройки и ценные земельные площади. Позже их стали строить на большом протяжении по обоим берегам речных русел.

Как говорят предания, первым строителем земляных защитных дамб на поймах рек был египетский царь Менес (около 3400 лет до н. э.).

Колоссальные работы по сооружению защитных дамб в глубокой древности велись в Египте, Месопотамии, Китае, Индии, Восточной Бенгалии, Индокитае и других странах.

Несмотря на то что в странах с муссонным климатом наводнения самое страшное бедствие, местное население всегда селилось в низовьях рек, в их затопляемых долинах и поймах, куда влекли их плодородные почвы и обилие влаги. Многовековой опыт народов Востока выработал разные способы приспособления к условиям часто повторяющихся наводнений. В Таиланде, в центральной равнине и в долине низовьев р. Меконг в Южном Индокитае выведены специальные сорта „плавающего“ раннего и скороспелого риса. В зонах с глубинами затопления 0,3—1,5 м культивируют ранние сорта риса, урожай которого собирают до наступления периода половодья, или, наоборот, его засевают после спада высокой воды. В зонах с глубиной затопления свыше 1,5—4 м культивируют «плавающий» рис. Эти культуры риса получили распространение в тех районах Юго-Восточной Азии, где невысокая плотность населения и одного урожая хватает, для того чтобы прокормиться. В районах с высокой плотностью населения (долина р. Жемчужной и др.), где на одного жителя приходится всего лишь 0,095 га обрабатываемой земли и одного урожая в год недостаточно для пропитания, практикуют обвалование рек. Под защитой земляных дамб там снимают два урожая риса в год.

В Европе строительство защитных дамб началось с VIII в. н. э. Каждый человек, живший под защитой дамб, обязан был помогать остальным содержать их в сохранности. „Кто не хочет строить плотину, тот должен отступить“, — гласил закон средневековья. Лица, сознательно или по халатности способствовавшие прорыву защитных дамб, карались смертью, при этом первой сваей после восстановления дамбы пронзалось тело виновника ее разрушения.

Однако, естественно, возникает вопрос — почему же человек, многими столетиями накапливавший опыт противоборства водной стихии, терпел и продолжает терпеть поражение в борьбе с ней?

Малая эффективность борьбы с водной стихией до недавнего прошлого вызывалась следующими причинами.

В большинстве случаев дамбы, построенные гидротехниками прошлого, оказывались недолговечными и не всегда отвечали своему назначению, потому что строились без научного обоснования, по интуиции.

Борьба с наводнениями осуществлялась вне связи с охраной природы в речных бассейнах, и более того, в полном отрыве от нее. В речных бассейнах вырубались леса, бессистемно проводилась распашка земель, выпас скота и другие виды хозяйственной деятельности, способствующие увеличению высоты наводнений и их повторяемости.

Недостаточное знание законов жизни рек не позволяло полностью использовать возможности, которые открывают регулирование стока речных систем и крупномасштабные комплексные мелиоративные мероприятия, проводимые в речных бассейнах.

Основные усилия направлялись не на борьбу с речными наводнениями, а преимущественно на защиту от них.

Борьба с водной стихией велась только в отдельных пунктах речных долин и пойм, но не охватывала речные бассейны, речные системы и реки целиком. Поэтому снижение высоты наводнений на одних участках рек вызывало увеличение их высоты на других. А между тем плацдармами, с которых следует начинать наступление на наводнения, являются именно речные бассейны и первичная русловая сеть, где зарождаются паводки и паводки, где они формируются и набирают силу.

С наводнениями боролись не в период зарождения, не в „колыбели“, а тогда, когда водная стихия обрела чудовищную силу, которой нечего было противопоставить. В этом и состояла основная „стратегическая“ ошибка в борьбе с наводнениями.

Необходимо отметить, что человек не располагал и надлежащими техническими средствами для активной борьбы с наводнениями, особенно на крупных реках.

**Научные основы стратегии борьбы с наводнениями.** Все компоненты природы — климат, горные породы, геологические структуры, вода, речные системы, элементы рельефа, почвенный и растительный покров, животный мир — взаимно связаны и вли-

яют друг на друга. Изменения одного компонента природы влекут за собой, в большей или меньшей степени, изменение других. Поэтому мероприятия, проводимые для борьбы с наводнениями, как уже говорилось, могут иметь и отрицательные последствия, проявляющиеся по-разному в зависимости от природных особенностей речного бассейна, его водного режима, гидрографической сети и других факторов. Если человек не воспринимает природу, речные системы и бассейны как единое целое, то, активизируя свою деятельность, направленную на борьбу с речными наводнениями, он невольно усиливает и негативные последствия этой борьбы. Поэтому в настоящее время ареной борьбы с наводнениями становятся не отдельные реки, а речные бассейны. Борьба с наводнениями начинается с момента выпадения в речном бассейне осадков и завершается в руслах и долинах рек. Почти во всех странах мира она стала общегосударственным делом.

Основная задача борьбы с речными наводнениями в свете современных научных представлений состоит в том, чтобы создать в речном бассейне условия, благоприятствующие выравниванию процессов стекания воды по земной поверхности. Это выравнивание достигается комплексом мероприятий, проводимых в начальных звеньях гидрографической сети, и регулированием стока с помощью водохранилищ. Эти мероприятия — агротехнические, лесомелиоративные, полезащитные и т. п. — позволяют ослабить процессы поверхностного стока и эрозию. Однако огромные массы воды, поступающие в речные системы при особо благоприятных условиях формирования стока и вызывающие выдающиеся наводнения, могут быть эффективно задержаны лишь в водохранилищах, специально создаваемых для борьбы с наводнениями.

Таким образом, начальный и главный этап борьбы с наводнениями заключается в перехватывании на поверхности речных бассейнов жидких осадков (дождя) и элементарных струй, зарождающихся в процессе весеннего снеготаяния. Для этого в речных бассейнах осуществляют специальные агролесомелиоративные мероприятия: полосное земледелие, контурную пахоту, посадку лесных полос поперек склонов на пути возможного движения поверхностных вод — склонового стока.

Сущность полосного земледелия состоит в чередовании полос пропашных культур со сплошными посевами, например кормовых трав. При этом полосы обязательно располагают и распашивают поперек склонов. Смыв почвы, происходящий в полосе пропашных культур, задерживается в нижерасположенной травяной полосе.

Контурная пахота заключается в распашке поля бороздами, почти точно следующими по горизонталям. Она является одним из способов предохранения почвы от водной эрозии. Контурную пахоту сочетают с террасированием склонов, посадкой кустарника и леса по террасам и устройством прудов.

Хороший эффект дает устройство поперек склонов контурных водоотводных борозд, а также строительство запруд, лиманов копаней и других типов хранилищ воды в логах, балках, оврагах и прочих понижениях местности, на пути ручейкового перемещения поверхностного стока.

Перечисленные приемы борьбы с наводнениями одновременно улучшают водный режим, общую увлажненность, предотвращают водную и ветровую эрозию почв, способствуют повышению их плодородия и эффективности земледелия.

Решающая роль мелиорации в речных бассейнах, долинах и поймах в борьбе с наводнениями определяется тем, что она воздействует прежде всего на такие природные факторы, как воды, почвы и растительный покров. Так, с помощью гидромелиораций в речных бассейнах можно также выравнивать колебания речного стока посредством увеличения его подземной составляющей.

Этому особенно способствуют вентиляционный, кротовый и другие виды дренажа.

Фитомелиорация — это применение древесной, кустарниковой и травяной растительности для улучшения местных природных и климатических условий. Она позволяет улучшить не только почвенные и биологические условия земельных площадей, но и водный режим.

Земельная мелиорация представляет собою систему приемов, направленных на улучшение почвенного покрова. Ей также принадлежит существенная роль в борьбе с речными наводнениями, так как она предотвращает водную эрозию.

Агромелиорация заключается в регулировании водного режима почво-грунтов с помощью агротехнических способов. Соответствующая обработка почв — глубокая вспашка, рыхление подпахотного слоя, кротование — организует сток по подпахотным горизонтам, а также повышает аккумуляцию влаги в почве. Тем самым снижается высота наводнений.

В засушливой зоне для снижения поверхностного стока используются такие агротехнические приемы, как черные пары и зяблевая вспашка.

Противоэрозионная мелиорация, направленная на уменьшение количества и скорости стекающих поверхностных и подземных вод, тоже способствует снижению высоты паводков и паводков.

Важное мероприятие в борьбе с обмелением рек и речными наводнениями — предотвращение образования оврагов и прекращение их развития. Последнее достигается закреплением вершин оврагов, устройством в них поперечных запруд для стабилизации базиса эрозии, сглаживанием берегов и их закреплением травяной растительностью.

Мелиоративные мероприятия в борьбе с наводнениями должны носить комплексный характер, правильно сочетаться между собой.

Существенно улучшают водный режим лесные полосы, и притом не только на непосредственно занимаемой ими площади, но и на прилегающих территориях. В комплексе с гидро- и агромелиорацией и высокой культурой земледелия они надежно защищают почву от водной эрозии, замедляют и уменьшают поверхностный сток, увеличивают запасы подземных вод и межвенный сток.

Большое значение в борьбе с наводнениями придают восстановлению (рекультивации) природных ландшафтов после разработки полезных ископаемых. В ряде зарубежных стран существуют законы, по которым владелец предприятия обязан за свой счет „восстановить“ природный ландшафт после разработки тех или иных полезных ископаемых открытым способом. Восстановлению, сохранению и созданию культурных ландшафтов, „ремонт“ и „реставрация“ рек уделяют внимание и в нашей стране, в ее средней полосе и на юге.

Часть поверхностного стока, которая, преодолев все преграды, созданные в речном бассейне, все же попадает в русла рек, задерживается там с помощью плотин в противонаводочных водохранилищах, благодаря чему высота наводнений на ниже расположенных участках рек существенно снижается.

В арсенале технических средств защиты от наводнений нашли свое место и способы, пришедшие в современность из прошлого. Это — возведение защитных дамб вокруг объектов, подверженных периодическим затоплениям, а также искусственное повышение затопляемых территорий.

Для снижения высоты наводнений широко практикуют и „хирургическое“ вмешательство в жизнь речных русел с целью увеличения их пропускной способности. Это достигается ликвидацией рукавов, углублением, спрямлением и укреплением берегов основного русла или, когда эти работы не дают желаемого результата, — строительством разгрузочных каналов. Широко применяется и сочетание нескольких активных способов защиты от речных наводнений.

Например, одновременно с созданием водохранилищ проводят регулировочно-выправительные работы в руслах и их обвалование, а также агролесомелиоративные мероприятия в речных бассейнах.

В бессточных областях и на равнинных территориях с редкой речной сетью для предотвращения наводнений сооружают и системы открытых и закрытых ливнеотоков, обеспечивающих отвод жидких осадков или талых вод в специальные бассейны. Там их хранят для последующего хозяйственного использования или удаляют с помощью насосных станций за пределы территории, защищаемой от наводнений.

В случаях когда под защищаемыми от наводнений территориями с плоским рельефом имеются достаточно мощные водоносные горизонты и слои горных пород, хорошо поглощающих воду, жидкие осадки и талые воды направляют в эти геологи-

ческие образования с помощью вертикальных поглощающих колодцев или буровых скважин большого диаметра.

В городах и населенных пунктах первичным техническим звеном в системе мероприятий по борьбе с наводнениями является ливневая канализация. Она представляет собой совокупность канав, каналов, закрытых ливнестоков, обеспечивающих надежный и быстрый отвод максимальных атмосферных осадков и талых вод.

В борьбе с наводнениями предпринимаются попытки активного воздействия на погоду, на те атмосферные процессы, которые являются их причиной. В США ведутся разработки научно обоснованных технических методов воздействия на ураганы — основных виновников ливневых катастрофических наводнений. Опыты по управлению погодой на значительных территориях проводятся и в Советском Союзе.

При разработке и реализации стратегических планов борьбы с наводнениями широко используют не только достижения естествознания и техники (особенно гидротехники), но опираются и на археологию, историю, гидрометеорологию, синоптику и другие науки.

Сведения о высоте наводнений, происходивших в далеком прошлом, весьма полезны для определения возможной высоты подобных им наводнений в настоящем. Здесь существенную помощь оказывает археология. В результате археологических исследований в целом ряде случаев удалось выявить особенности изменения речных русел в древности, вековые колебания водности рек, высоту катастрофических наводнений, происходивших на реках до начала организации на них наблюдений.

Исторические документы — летописи и погодные записи — широко используются для изучения катастрофических и выдающихся наводнений в прошлом, без чего невозможно судить об их ожидаемой высоте в настоящем и будущем.

Гидрометеорологии и синоптике в борьбе с наводнениями принадлежит особая роль; о ней будет рассказано ниже.

В Советском Союзе в основу стратегического плана освоения водных богатств и наступления на речные наводнения положен принцип, согласно которому использование водных ресурсов и их охрана осуществляются комплексно, в интересах всех отраслей водного хозяйства: гидромелиорации (осушения и орошения), обводнения и водоснабжения, гидроэнергетики, водного транспорта, развития водной фауны и флоры, санитарной охраны вод, борьбы с наводнениями. Этот принцип наиболее полно соответствует особенностям социалистического народного хозяйства и вытекает из того, что все отрасли водного хозяйства тесно связаны между собою, поскольку они используют одни и те же водные объекты.

В речных бассейнах в широких масштабах проводятся защита почв от водной эрозии, почвенновосстановительные, агролесомелиоративные, лесовосстановительные работы, водоохран-

ные мероприятия и гидротехническое строительство в овражно-балочной сети.

В речных долинах и руслах рек ведутся большие работы по регулированию речного стока, как для удовлетворения нужд водопользователей, так и для борьбы с речными наводнениями.

**Оковы для рек.** Земляные вдольбереговые оградительные дамбы представляют собой наиболее распространенный во всем мире тип гидротехнических сооружений для защиты от наводнений. Их строительство получило особенно большое развитие в дельтах рек.

В настоящее время на протяжении многих сотен километров обвалованы Дунай, Лаура, Тиса, Рейн, По, Висла и другие реки. Очень крупные работы по обвалованию рек системы Миссисипи — Миссури выполнены в США.

Развитую систему оградительных дамб имеют долины рек Хуанхэ, Янцзы, Ганга и Брахмапутры, Иравади.

В нашей стране в широких масштабах проведено обвалование Терека, Кубани, Куры, Риони (нижнее течение в пределах Колхидской низменности), Амударьи и Сырдарьи. От амурских наводнений защищены дамбами Хабаровск, Благовещенск, Комсомольск, Биробиджан и другие города. Обвалование используется также для защиты городов, крупных промышленных объектов и ценных сельскохозяйственных земель от затопления при создании водохранилищ.

Размещение вдольбереговых дамб обвалования подчинено определенным правилам. Их располагают вдоль речных долин на таком расстоянии от меженного русла реки, чтобы пространство между ними было достаточным для пропуска половодий и паводков заданной обеспеченности.

Дамбы обвалования примыкают к склонам долины на участках, которые не затопляются при самом высоком уровне наводнений. В местах впадения притоков защитные дамбы поворачивают в их долины; они также примыкают к незатопляемым склонам. На случай возможного прорыва кроме продольных дамб устраивают и поперечные, так называемые траверсы.

В местах возможного силового воздействия волн на откосы дамб их покрывают надежными креплениями из бетона, железобетона и каменной наброски.

Обвалованную территорию с помощью каналов, дренажа и насосных станций предохраняют от заболачивания водами атмосферных осадков, стекающими по склонам долины и фильтрующими со стороны реки через тело дамб в их основание.

Ответственную и сложную технико-экономическую задачу представляет собой выбор расстояния между дамбами обвалования и их высоты. Чем больше расстояние между дамбами, тем меньше их высота и стоимость, но больше затопляемая территория. Наоборот, чем меньше расстояние между ними, тем больше их высота и выше стоимость, но зато меньше затопляемая территория.

В поисках более дешевого способа применяют дамбы, пропускающие перелив воды через гребень. Такие дамбы используют для защиты объектов, периодическое затопление которых допустимо.

Нельзя допускать сильного стеснения русла дамбами, ибо при этом выше обвалованного участка реки за счет подпора неизбежно увеличивается высота наводнений и величина наносимого ими ущерба, а ниже по течению за счет расширения водного потока, выходящего из стесненного дамбами русла, могут происходить интенсивные размывы его берегов или углубление речного русла. Оно приводит к снижению уровня воды в реке, что может вызвать снижение уровня грунтовых вод на пойме, ее остепнение и снижение плодородия.

Как уже указывалось, обвалование рек имеет тот существенный недостаток, что русла рек, несущих большое количество наносов, рано или поздно оказываются выше окружающей местности, отчего опасность наводнений еще более усиливается. Так, на р. По вследствие обвалования максимальный уровень воды во время половодий и паводков одинаковой повторяемости за 200 лет увеличился более чем на 2 м. На Тисе у г. Сегед в начале нашего века такое же повышение уровней произошло за 50 лет.

Известны случаи, когда в качестве защитных сооружений от наводнений в старинных городах использовались городские стены и сами здания, располагавшиеся в определенном порядке. Например, чтобы защитить от наводнений Ригу, в XIX в. устраивали затворы, преграждающие путь воде, в воротных проемах городских стен и зданий, в защитных валах, в концах улиц между зданиями. Чтобы предотвратить проникновение воды в город по проходящему через него каналу, в его верховьях и при впадении в Даугаву были устроены шлюзы-регуляторы.

В Бирме, на р. Ситтанг, успешно применяют бездамбовый метод регулирования речного русла. По обоим берегам реки строят продольные изгороди (ограждения) из бамбуковых жердей с поперечными шпорами. Основным назначением продольных изгородей на ранней стадии регулирования русла является придание нужного направления течению реки, а на более поздней — регулирование перелива воды через берега. Продольные ограждения иногда имеют до пяти рядов. Они способствуют отложению вдоль них наносов и уменьшению скоростей перелива воды из русла на пойму. Поперечные шпоры уменьшают и продольные скорости течения на пойме. При этом вода откладывает на затопляемой территории весь находящийся в ней плодородный ил.

**«Хирургия» речных русел.** Устройство вдольбереговых дамб широко сочетают с хирургией речных русел, то есть с искусственным увеличением их пропускной способности. Это достигается одновременным проведением целого ряда работ — спрямления речного русла, отсечения рукавов и староречий, расширения



русла, углубления и устранения всех препятствий на пути движения водного потока как в русле, так и на пойме. Все эти операции в комплексе называются регулированием речного русла. По мере того как горизонт воды в реке понижается до требуемого уровня, характер регулировочных работ сильно усложняется и объем их значительно возрастает.

При регулировании речных русел изменяют с помощью специальных сооружений структуру водного потока, которая в свою очередь изменяет форму речного русла, увеличивая его пропускную способность, припятствуя значительному отложению наносов в русле и т. д.

Правильный выбор состава регулировочно-выправительных работ представляет собой сложную инженерную задачу. Практика знает случаи, когда в результате проведения этих работ понижался базис эрозии (высотная отметка, определяющая нижний предел врезания русла в дно речной долины) рек, что нарушало работу ГЭС, водного транспорта, портовых устройств, водозаборов, систем водоснабжения и других гидросооружений.

В этом отношении поучительна история регулирования русла р. Рейн, на участке от г. Базеля до г. Мангейм. В марте 1812 г. немецкий инженер Тулла разработал проект гидротехнического строительства на Рейне для борьбы с наводнениями. Задолго до этого на реке неоднократно проводились работы по защите от наводнений; ее русло в ряде мест было спрямлено и ограждено дамбами, под защитой которых местное население осваивало пойму. Однако периодически высокая вода прорывала защитные дамбы, размывала созданное для нее искусственное русло, меняла направление течения и возвращалась в свое старое ложе.

Рейн в прошлом представлял собой беспорядочное сплетение протоков и русел, образовавших бесчисленные острова. Только на баденском отрезке реки насчитывалось две тысячи островов. В пределах государства Баден 5 городов, 37 деревень и 5 поместий попадали в зону затопления при авариях земляных дамб.

В соответствии с проектом Туллы Рейн был спрямлен. Все его меандры и старицы были отсечены от основного русла дамбами, пороги взорваны, река получила новое искусственное ложе. Произошло то, что и ожидалось: река промыла и углубила свое собственное русло и паводки стали проходить при более низких уровнях. Опасность наводнений снизилась. Староречья и отсеченные меандры высохли, и появилась возможность осушать болота. Работы по спрямлению Рейна продолжались до 1872 г. В 18 местах было произведено спрямление реки, что сократило длину ее русла со 135 до 85 км; на верхнем участке река была укорочена с 219 до 188 км.

Спрямленный Рейн стал бунтовать. Скорость течения в верхнем течении реки возросла до 3—4 м/сек, что значительно затруднило судоходство. Движение донных наносов в реке стало беспорядочным. Русло ее начало неудержимо углубляться. В от-

дельных местах Рейн за одно столетие углубил свое русло в галечниковое ложе на 5, а местами даже на 10 м. Это пагубно отразилось на окружающем ландшафте. Из-за недостатка влаги на месте великолепного леса с высокими пышными видами, тополями, дубами, ивами появился кустарник: терн, кизил, боярышник. Снижение горизонтов воды привело к тому, что Рейн стал играть роль колоссальной дрены, вызвавшей резкое снижение уровня грунтовых вод. Особенно это почувствовали люди, связанные с сельским хозяйством. Шварцвальдские ручьи начали иссыхать, колодцы пересыхать, засухи стали бичом этого края, сто лет назад славившегося влажными пастбищами.

Бедя пришла на берега Рейна и в нижнем течении, в Рурской области. В районе одного из крупнейших речных портов Германии — Дуйсбурга река стала ежегодно углублять свое русло на 3—4 см. За период с 1885 по 1948 г. средний уровень воды в районе порта и дно реки понизились почти на 3 м, минимальный уровень воды в реке упал еще ниже. Такое понижение дна реки серьезно затруднило работу порта.

На Тисе после исправления ошибок, о которых рассказывалось в части I, паводки стали проходить быстрее, при более низких уровнях, угроза наводнений уменьшилась. В результате в долине реки к концу XIX в. удалось предохранить от регулярных затоплений и осушить 1,6 млн. га плодородных пойменных земель. Но туда скоро пришла другая беда. Распашка осушенных пойменных земель, долины и земель в речном бассейне вызвала усиление водной эрозии почв. Чрезмерный выпас скота на песчаных почвах междуречья Тиса — Дунай привел пески в движение. Началось интенсивное заиливание реки и ее притоков, их обмеление, повышение уровней воды. Произошло и повышение уровня грунтовых вод, и, как следствие этого, засоление сотен тысяч гектаров земель. Особенно сильной трансформации подверглись земли пушты Хортобада, расположенной западней г. Дебрецен, так как в ряде мест ее переосушили. Стало ясно, что борьба с наводнениями и осушение в Потисье должны проводиться в комплексе с орошением, поскольку там в периоды вегетации растений в песчаных почвах не хватает влаги. Решение этой задачи взяло на себя правительство Венгерской Народной Республики.

В свое время было неправильно отрегулировано и сильно стеснено дамбами русло р. Эльбы, что послужило причиной резкого подъема уровней воды в половодье против ранее наблюдавшихся. Вследствие этого возник подпор ее притока р. Хафель. Она стала течь в половодье вспять, заливать и заболачивать низины в своей древней долине.

Инженерный просчет был допущен и при спрямлении и углублении р. Шпрее, проведенных в 1912 г. для борьбы с наводнениями. В результате район Шпреевальде, славившийся заливными лугами и плодородными пойменными землями, из-за

резкого снижения уровня грунтовых вод превратился в бесплодную пустошь. При этом наводнения на реке ликвидировать не удалось, так как одновременно с русловыправительными работами в ее долине и бассейне провели ряд непродуманных мелиоративных мероприятий, способствовавших усилению и ускорению поступления в реку дождевых осадков и талых вод.

Приведенные здесь примеры свидетельствуют о том, что такая сложная и тонкая операция, как хирургическое вмешательство в жизнь речного русла, приносит ожидаемые результаты только тогда, когда тщательно и всесторонне взвешиваются все возможные последствия этого вмешательства.

**Водохранилища.** Наиболее радикальным средством борьбы с наводнениями в речных долинах и поймах являются водохранилища. Их создают с помощью плотин различной высоты и протяженности. Для устройства водохранилищ используют естественные котловины и другие понижения местности, отстоящие в некотором удалении от реки. Между рекой и котловиной прокладывают канал, по которому воды реки в многоводные периоды направляют в водохранилище, а в периоды маловодья — обратно. На канале возводят сооружения для регулирования его пропускной способности. На реках с очень широкими затопляемыми долинами создают противонаводочные водохранилища, обваловывая наиболее пониженные участки этих долин.

По форме в плане водохранилища условно разделяют на два типа: речной и озерно-речной. Водохранилища речного типа образуются при подпоре и затоплении вытянутых вдоль реки сравнительно узких речных долин, водохранилища озерно-речного типа — при подпоре озер или при затоплении расширенных участков долин, широких котловин и междуречий.

Если емкости одного водохранилища для устранения наводнений недостаточно, то создается целый ряд водохранилищ на главной реке и ее притоках, с таким расчетом чтобы они в случае необходимости охватывали всю речную систему.

Водохранилища, предназначенные только для борьбы с наводнениями, строят сравнительно редко, так как, с точки зрения экономики, это невыгодно. Дело в том, что на большинстве рек выдающиеся и катастрофические наводнения имеют сравнительно редкую повторяемость. Поэтому водохранилища, как правило, создают для комплексного использования речного стока в различных водохозяйственных целях и одновременно для борьбы с наводнениями.

Строительство крупных водохранилищ на равнинных реках связано с затоплением больших площадей пойм и речных долин, представляющих наиболее ценные земли для сельского хозяйства.

Для того чтобы задерживать весь сток весеннего половодья Волги в многоводные годы, потребовалось бы занять под водохранилища около 100 тыс. кв. км ценнейших земель. Подсчитано, что для предупреждения наводнений на всех равнинных

реках СССР с помощью водохранилищ пришлось бы затопить около 1 млн. кв. км ценнейших земель в поймах рек и речных долин. Пойти на такую потерю государство, конечно, не может. Поэтому у нас в стране для борьбы с наводнениями наряду со строительством водохранилищ широко проводят водорегулирующие работы в речных бассейнах.

Создание водохранилищ на горных реках связано с меньшими затоплениями, но их плотины должны иметь большую высоту, чтобы обеспечить достаточный объем водохранилища.

Водохранилища комплексного назначения, применяемые одновременно и для борьбы с наводнениями, по характеру управления в них речным стоком делят на две группы: многолетнего и сезонного регулирования. В первых регулирование осуществляют в многолетнем разрезе, аккумулируя сток многоводных лет, пополняя за его счет недостачу воды в маловодные годы. Вторые регулируют речной сток в годовом разрезе, накапливая его в многоводные периоды и сбрасывая в маловодные. Уровни воды в водохранилищах достигают наибольших значений обычно в конце половодья (паводка), минимального — перед началом половодья.

Колебания уровней воды в водохранилищах многоцелевого назначения на равнинных реках составляют несколько метров, в водохранилищах же, сооруженных на горных реках, они достигают 50 м (Чарвакское, Токтогульское, Черкейское) и даже 80 м (Ингурское и Нурекское).

В настоящее время в СССР около одной четверти площади водного зеркала пресноводных внутренних водоемов приходится на водохранилища. Они позволили примерно на  $\frac{1}{3}$  увеличить объем устойчивой части речного стока наших рек и соответственно снизить максимальный сток. Свыше 100 куб. км вод половодий и паводков, в недавнем прошлом наносивших ущерб народному хозяйству, ныне ежегодно задерживается в водохранилищах, а затем изымается из них и направляется в различные области народного хозяйства, в том числе 70 куб. км — на орошение.

При проектировании водохранилища для борьбы с наводнениями разрабатывают различные их варианты и режимы эксплуатации. При этом рассчитывают величину возможного уменьшения как наблюдавшихся, так и вероятных, в том числе самых высоких катастрофических паводков и половодий. Далее определяется возможная величина понижения уровня воды в наиболее подверженных наводнениям местах, расположенных ниже водохранилища. Одновременно для каждого варианта водохранилища производится соответствующий расчет его экономической целесообразности.

Для рационального использования полезного объема водохранилищ предусматриваются различные схемы его эксплуатации. Например, перед наступлением паводка или половодья осуществляется частичная или полная его сработка. Для этого

в теле плотины устраиваются водовыпускные и водосбросные (водосливные) отверстия, позволяющие опорожнять водохранилище до нужного уровня.

На реках с частой повторяемостью наводнений вода, накопленная при прохождении паводка, как правило, сбрасывается сразу же после его окончания, чтобы освободить водохранилище к приему следующего паводка. Если водохранилище еще не освободилось от вод предыдущего паводка, а одновременно с этим проходит новый паводок, то уровень воды на участке ниже водохранилища может оказаться выше, чем в естественных условиях. Величина сработки водохранилищ (частичная или полная) перед проходом половодья или паводка определяется на основании гидрологических прогнозов. Полезная емкость водохранилищ, предназначенных для борьбы с самыми высокими наводнениями, должна обеспечивать в течение всего периода их эксплуатации прием любых возможных на данной реке паводков и половодий.

Крупные водохранилища вносят коренные изменения в жизнь рек и в природу окружающей их местности. Водоохранилища оказывают существенное влияние на годовые и многолетние колебания расходов и уровней воды в реках и их притоках ниже по течению. В межень в устьях притоков уровни повышаются, уменьшаются уклоны и скорости течения. В периоды половодий и паводков, когда их воды накапливаются в водохранилище, уровни в устьях притоков ниже плотины, наоборот, понижаются; возрастают уклоны на устьевых участках, увеличиваются скорости течения, интенсивнее размываются речные русла. В периоды половодий и паводков не затопляются поймы ниже водохранилищ, уровни грунтовых вод в них оказываются ниже, чем до создания водохранилищ, поскольку снижаются уровни воды в реках. Это обстоятельство иногда приводит к остепнению пойм и снижению их плодородия.

После создания водохранилища грунтовые воды оказываются в подпоре. Происходит подъем их уровня, что может вызывать заболачивание прилегающей местности и изменение ее флоры и фауны. Все водные потоки в местах впадения в водохранилища из-за подпора резко снижают свои скорости и теряют транспортную способность, отчего наносы начинают осаждаться и заилать водохранилища. Заилению водохранилищ способствует и смыл с берегов продуктов водной эрозии. В результате водохранилища нередко перестают отвечать своему назначению, так как полностью заполняются наносами. Даже при идеальном сочетании природных условий приостановить процесс заиления водохранилищ нельзя, хотя существенно замедлить его можно, принимая меры для уменьшения водной эрозии.

Интенсивность заиления водохранилищ существенно зависит и от размыва (переработки) под воздействием ветровых волн. Переработка берегов водохранилищ вызывает значительное перемещение береговой линии, что затрудняет хозяйственное освое-

ние прибрежной полосы и приводит к большим дополнительным потерям ценных сельскохозяйственных земель. В пустынях и полупустынях врагом водохранилищ являются барханные пески, заполняющие их мелководные зоны.

Речной поток, освобожденный в водохранилище от наносов, на участке ниже плотины более интенсивно размывает свое русло, углубляя его на протяжении десятков километров, что тоже усложняет хозяйственное использование рек и пойм, затрудняет жизнь на речных берегах.

В водохранилища с поверхностными и грунтовыми водами поступают фосфорные и азотные удобрения с сельскохозяйственных полей. Они загрязняют водохранилища и вызывают в них интенсивное развитие фитопланктона — микроскопических водорослей. Появление фитопланктона вызывает вторичное загрязнение водоемов, вода начинает цвести, огромная масса водорослей разлагается в воде, потребляя при этом кислород. От недостатка кислорода гибнет рыба. Этот процесс, носящий название эвтрофикации водоемов, стал в наше время глобальным явлением. Эвтрофикация особенно активно протекает в мелководных зонах водохранилищ.

Однако, несмотря на все эти негативные стороны водохранилищ, они пока что являются единственным техническим средством, обеспечивающим возможность наиболее рационального комплексного использования водных ресурсов и борьбы с наводнениями в речных долинах. Поэтому строительство водохранилищ у нас в стране будет продолжаться.

Для снижения стоимости и уменьшения отрицательных воздействий водохранилищ они будут строиться в основном на горных и полугорных реках, в малообжитых районах. На равнинных же реках водохранилища предполагается создавать там, где это экономически оправдано. Одновременно с ними будут строиться дамбы для защиты ценных земель.

**Предотвращение зимних наводнений.** Способы борьбы с зимними наводнениями несколько отличаются от способов борьбы с наводнениями, вызываемыми половодьями и паводками.

Причинами зимних наводнений, помимо морфометрических и гидравлических факторов, являются отрицательные температуры, вызывающие появление в водных потоках различных видов льда. Немаловажную роль в формировании ледяных затворов играют и физико-механические свойства льда. Эти факторы в различных климатических зонах проявляют себя по-разному. Кроме того, они могут действовать в разных сочетаниях.

В формировании заторно-зажорных наводнений пока еще не обнаружено общих закономерностей. Однако с развитием научных представлений о причинах и механизме образования затворов и зажоров появилась возможность приближенно предсказывать время их возникновения на хорошо изученных заторно-зажорных участках отдельных рек. Удалось разработать и ряд конкретных технических рекомендаций по борьбе с заторами и зажорами.

Основные технические мероприятия по предотвращению зимних наводнений сводятся прежде всего к ликвидации очагов возникновения заторов и зажоров и созданию на реках условий, облегчающих транспорт льда. К таким мероприятиям относятся: спрямление и расчистка речных русел, ликвидация порогов, закрепление берегов, закрытие рукавов, с тем чтобы сосредоточить поток в одном русле, сконцентрировать его кинетическую энергию для транзита ледовых и шуговых масс.

Для предотвращения образования в реках шуги ниже порожистых участков строят плотины, с помощью которых пороги затопляют. В результате над порогами быстро образуется ледяной покров, что препятствует образованию внутриводного льда.

На небольших реках образование шуги уменьшают или исключают совсем путем ликвидации полыней, которые тоже являются „поставщиками“ шуги. Для этого в полынье помещают деревянные решетки. В их ячейках образуются застойные зоны, которые быстро покрываются льдом.

Интересен опыт борьбы с заторными наводнениями в Риге.

В прошлом во время заторов уровень воды в Даугаве в черте города иногда значительно превышал летний уровень (в 1855 г.— на 8,24 м), и город неоднократно терпел бедствия. Образованию заторов способствовали многоорукавность русла и многочисленность острова в нем. В конце прошлого века были проведены регулировочно-выправительные работы в русле реки: удалена часть островов, построены струнаправляющие сооружения, организованы регулярные дноуглубительные работы и систематическое искусственное разрушение ледяного покрова накануне ледохода. Эти мероприятия дали хорошие результаты; с заторными наводнениями в городе было покончено. Однако подобные работы дороги и не всегда дают ожидаемый эффект.

К активным средствам борьбы с ледяными заторами относится снижение механической прочности льда, образующего заторы, и льда в уже сформировавшихся заторах. Известно, что на реках с ледяным покровом, имеющим невысокую механическую прочность и толщину менее 20 см, заторы почти никогда не образуются. Снижения механической прочности ледяного покрова достигают, сбрасывая с самолетов сажу в период, предшествующий ледоходу. Поверхность льда, посыпанного сажей, хорошо поглощает солнечное тепло, лед приобретает губчатую структуру, прочность его уменьшается. На затороопасных участках дробят лед с помощью ледоколов, взрывчатки, бомб, сбрасываемых на заторы с самолетов. Теми же способами ослабляют и разрушают уже сформировавшиеся заторы.

Там, где есть крупные промышленные предприятия или мощные тепловые электростанции, для ослабления прочности ледяного покрова используют отработанные теплые воды (конечно, если они не содержат загрязняющих веществ).

Существуют и пассивные способы защиты от заторных наводнений, например, с помощью обваловывающих дамб. Однако

дамбы, стесняя водный поток, сами могут быть причиной образования заторов. Кроме того, в результате силовых воздействий плывущих льдин и подвижек ледяного покрова дамбы могут разрушиться.

Наиболее надежное средство борьбы с заторно-зажорными наводнениями — использование крупных водохранилищ для задержания шуговых и ледовых масс, с тем чтобы не допускать их на заторо- и зажороопасные участки рек. Посредством пусков воды из водохранилищ в сочетании с ледоослабляющими работами можно предотвратить возникновение заторов ниже водохранилища. В то же время наличие водохранилищ может быть причиной зимних наводнений. Зимой санитарные и рабочие пуски всегда приводят к образованию полыней непосредственно за водохранилищными плотинами в нижнем бьефе. Они возникают потому, что водохранилища аккумулируют вместе с водой и большое количество тепла. Поэтому вода, поступающая из нижних слоев водохранилища в реку, всегда имеет более высокую температуру, чем речная вода. Кроме того, водный поток, выходящий через водопропускные отверстия плотины, обладает запасом кинетической энергии и потому его скорость существенно превышает скорость течения в реке. Образующаяся в зоне полыней шуга, попадая на ниже расположенные участки реки, скованные ледяным покровом, может способствовать формированию мощных зажоров, вызывающих наводнения. Помимо этого, шуга, скапливаясь в нижних бьефах, закупоривает решетки водозаборов промышленных и бытовых водопроводов и выводит их из строя.

Все эти особенности зимнего режима зарегулированных рек следует учитывать при эксплуатации водохранилищ.

**Преграды селям.** Борьба с селями может быть активной и пассивной. Активная борьба сводится к осуществлению многообразного комплекса административных мероприятий лесомелиоративных и гидротехнических работ на всей площади селеопасных бассейнов. Эти мероприятия осуществляют в пределах очагов активного селеобразования: в эрозионных врезках, сильно эродированных, оползневых и обвальных склонах, в верховьях русел селевых потоков.

Административные мероприятия заключаются в ограничении и упорядочении рубки леса в горных районах с тем, чтобы сохранить почвенный покров и лесную подстилку на лесосеках. Они предусматривают также строгое регламентирование или полный запрет выпаса скота, ликвидацию на крутых склонах пахотных участков, организацию службы предупреждения о возникновении селей и т. д.

Гидротехнические и лесомелиоративные работы осуществляют как параллельно, так и последовательно. При этом вначале проводят регулирование склонового и руслового стока и ликвидируют селевые и эрозионные очаги в верховьях селеопасных бассейнов.



Лесомелиоративные работы дают селезащитный эффект не сразу, а только спустя несколько лет, когда разовьется и укрепится искусственно созданный растительный покров в селеопасном бассейне. Для посадок обычно применяют те виды трав, кустарников и деревьев, которые дают выход сельскохозяйственной продукции (медоносы, эфирносы, лекарственные, ягоды, плодовые), засухоустойчивы, морозоустойчивы и не нуждаются в особом уходе. В комплекс противоэрозионных мероприятий входят работы по террасированию склонов и их облесению.

Среди гидротехнических противоселевых работ главная роль принадлежит регулированию селевых русел, которое состоит в перегораживании их системой поперечных запруд-барражей, выполняемых из каменной, бетонной или железобетонной кладки. Запруды превращают обычно крутое русло селевого потока в ступенчатое, с выположенными ступенями, и стабилизируют его, т. е. прекращают в нем процесс размыва.

Проходя через ступени, образованные запрудами, селевой поток уменьшает скорость и не только теряет свою разрушительную силу, но и лишается возможности дополнительно насыщаться наносами за счет размыва рыхлых отложений, находящихся непосредственно в русле. Более того, на выположенных ступенях русла селевые потоки разгружаются от наносов. В емкостях, образующихся выше запруд, откладываются находящиеся в селевом потоке материалы (камни, гравий, песок, глина и др.), и с течением времени ступени русла приобретают так называемый уравнильный уклон, составляющий в среднем около половины бытового уклона селевого русла.

Противоселевые запруды-барражи могут быть как сплошными, так и сквозными, т. е. состоящими из ряда наклонных железобетонных или металлических ферм, хорошо связанных между собой и имеющих надежно заделанное в грунт основание.

В сплошных запрудах делают водопропускные отверстия, через которые пропускается осветленная вода. За ними надежно укрепляют русло для предохранения от размыва.

Для перехвата селевой массы в селевых руслах устраивают также парные открытые котлованы, снабженные надежной системой устройств, направляющих селевой поток в любой из котлованов. Однако такие селехранилища почти везде заиливаются раньше проектируемых сроков и перестают выполнять свою основную функцию, если на притоках и по всему бассейну не проводятся активные противоселевые мероприятия. Поэтому устройство в селевых руслах запруд, селехранилищ, дамб обвалования для защиты поражаемых селями объектов, если оно не сопровождается ликвидацией очагов селеобразования в селеопасных бассейнах, следует считать пассивным методом защиты от селей.

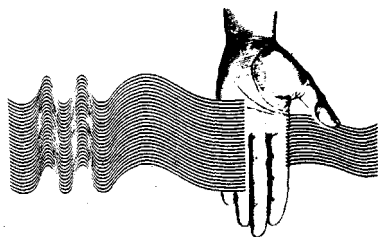
В исключительных случаях, когда необходимо защищать особо важные народнохозяйственные объекты, создают огромные

по объему селехранилища, для чего строят высокие плотины. Такое селехранилище, созданное двумя направленными взрывами, возведено в долине р. Малая Алматинка в урочище Медео, в горах Заилийского Алатау, в 18 км от г. Алма-Аты. Высота плотины составляет около 100 м. Для сброса из селехранилища осветленной воды после отстоя твердых фракций селевой массы в скалистых берегах долины реки проложено несколько водосбросных туннелей, расположенных на разных отметках.

Селевые потоки над дорогами, канадами, трубопроводами пропускают с помощью специальных сооружений, называемых селедуками.

Бытующие среди населения рассказы и легенды о всеокрушающей мощи селей лишены оснований. Инженерные селезащитные сооружения представляют собой непреодолимый барьер даже для мощных селей весьма редкой повторяемости.

В наиболее селеопасных районах Советского Союза в настоящее время организована служба предупреждения о возникновении селей. Многие селевые русла оборудованы радиооповестителями селя (РОС), конструкция которых разработана в Государственном гидрологическом институте. РОС с достаточной заблаговременностью автоматически передает по радио на определенной волне сигнал о начале движения селя в ниже расположенные населенные пункты, что позволяет своевременно эвакуировать людей и материальные ценности из зоны, поражаемой селем.



## Покорение рек бедствий

**Борьба с водной стихией в Европе.** Борьба с наводнениями в Европе до конца прошлого столетия проводилась на отдельных участках рек и редко давала долговременный положительный результат. В большинстве государств проблеме борьбы с наводнениями уделялось недостаточно внимания. Причиной тому были и остаются частная собственность на землю, воды и недра, игнорирование общественных интересов, нежелание идти на затраты, не приносящие немедленной выгоды. В период развития капиталистических отношений в Европе на первом месте стояло строительство водных путей, нужных для заморской торговли, а не защита от наводнений. Так, во Франции был построен грандиозный Южный канал, соединивший Средиземное море с Бискайским заливом. Франция к середине XIX в. имела

13 тыс. км внутренних водных путей, а к защите своей столицы — Парижа — от наводнений приступила только после катастрофы 1910 г.

Одним из первых городов в Европе, где для борьбы с наводнениями были проведены специальные работы по регулированию ее стока и речного русла, была Вена. В прошлом веке русло реки в пределах города на протяжении 18 км отрегулировали, а для задержки паводочного стока в пониженной части долины, выше города по течению, построили семь бассейнов, выложенных камнем. Общий их объем позволял за 2 ч снижать пик паводка на 210 куб. м/сек.

На Тисе к концу XIX в. было построено 3420 км вдольбереговых защитных дамб. В 20-м столетии их протяженность увеличили, что позволило оградить от наводнений более 3 млн. га земель. В Венгерской Народной Республике проводятся работы по реконструкции Тисы на основе комплексного использования ее водных ресурсов с помощью регулирования паводочного стока водохранилищами. В 1950—1954 гг. был построен первый комплексный гидроузел — Тисалекский. Он облегчил борьбу с наводнениями, позволил провести осушение долины ниже по течению, улучшил судоходные условия, дал возможность оросить пушту Хортобадь. В мае 1973 г. была завершена вторая ступень Тисского каскада в Кишкёре, в самом сердце Тисского края. В ходе строительства Тису перевели в новое двухкилометровое русло. Кишкёрское водохранилище не только снизит высоту наводнений, но позволит оросить водами половодий и паводков 500 тыс. га засушливых земель. Ближайшая задача водохозяйственного строительства на Тисе — создание третьего, Чонградского, гидротехнического комплекса на юге Венгрии.

Создание плотин и водохранилищ на Тисе имеет важное значение не только для борьбы с наводнениями, но и для развития сельского хозяйства и промышленности Тисского края. Несмотря на то что бассейн Тисы занимает около половины территории Венгрии, на него до 1945 г. приходилось не более 5% объема всего промышленного производства страны. Это было связано не только с наводнениями, но и отчасти с недостатком воды в периоды маловодья. Теперь запасы воды в построенных водохранилищах смогут обеспечить и нужды создаваемой промышленности.

В нижнем течении Тисы, на территории СФРЮ, ведется рассчитанное на длительный срок строительство водной системы Дунай — Тиса — Дунай. Ее создание позволит защитить от наводнений 1 млн. га земель в автономной области Югославии — Воеводине, половину из них осушить и оросить.

На Дунае развернуто крупное гидротехническое строительство комплексного назначения. У „Железных ворот“ Югославией и Румынией построена ГЭС мощностью свыше 1 млн. квт, с крупным водохранилищем. Оно снизит и высоту наводнений. Между Румынией и Болгарией подписано соглашение о строительстве

примерно такой же ГЭС в нижнем течении Дуная, в район Чоара-Белене.

Австрия, ЧССР и ВНР на основе международного сотрудничества ведут на Дунае крупное водохозяйственное строительство, направленное на улучшение использования земель Дунайской долины и устранение в ней угрозы наводнений.

Через несколько лет воды Рейна и Дуная соединятся между собой и свяжут воедино сеть рек и судоходных каналов тринадцати европейских государств. Осталось проложить 133-километровый судоходный канал между Нюрнбергом, крупным речным портом в Рейнском бассейне, и городом Регенсбургом — крупным портом на Дунае. (Надо сказать, что идея создания этого пути родилась еще в VIII в.) Новая водная система не только улучшит водно-транспортные связи Центральной Европы и снабжение водой большого района, примыкающего к Рейну, но и снизит угрозу наводнений.

В ГДР за годы народной власти количество водохранилищ удвоилось и достигло почти ста, их полезный объем увеличился более чем в три раза.

В Польской Народной Республике проведены работы по защите от наводнений на Балтийском побережье, в устьях Вислы и Одры, а также на самой Висле с помощью обвалования ее русла и строительства комплексных гидроузлов.

Во Франции, на реках, где наводнения — частое явление, возведен ряд ГЭС, гидроузлов комплексного назначения, а также организована специальная служба автоматического оповещения об угрозе высоких наводнений.

Единственным государством Европы, в котором строительство густой сети судоходных каналов истари сочеталось с защитой от морских наводнений нагонного происхождения, была Голландия (Нидерланды), поскольку там борьба с наводнениями являлась вопросом жизни или смерти нации. Не случайно родилась голландская поговорка: „Бог создал море, голландцы — его берега“. Около 1800 км дамб защищают Нидерландское побережье от разгула морской стихии. Не будь этих дамб, половина страны превратилась бы в морское дно.

В Нидерландах уже свыше 10 лет ведутся огромные работы по борьбе с морскими нагонными и речными наводнениями в районе дельты, образуемой устьями рек Рейн, Маас и Шельда. Они выполняются в соответствии с проектом, получившим название „Дельтаплан“; осуществление всего проекта рассчитано на 25 лет. По этому проекту, береговая линия должна быть сокращена на 700 км. Для этого четыре широких и глубоко врезанных в сушу морских залива перекроют дамбами, в одной из которых — Харингвлит — оставят отверстия для сброса речных вод в море.

Два залива — Ньиве-Ватервег и Западная Шельда, — обеспечивающих доступ к портам Антверпен и Роттердам, останутся открытыми. Реализация проекта положительно скажется на сель-

ском хозяйстве и промышленности Нидерландов, а кроме того, позволит организовать новые зоны отдыха.

В 1975 г. „Дельтаплан“ был существенно откорректирован, в связи с тем что он, как выяснилось, не в полной мере отвечал требованиям охраны природы. Пришлось внести изменения в конструкции строящихся гидротехнических сооружений.

С 1972 г. водам Северного моря во время ветровых нагонов закрыт доступ в р. Айдер, пересекающую надвое Кильский полуостров. В бухте Катина возведена пятикилометровая защитная дамба высотой 8,5 м, надежно защищающая берег от морской стихии. Закончены работы по защите от наводнений Гамбурга и пониженных частей Лондона.

**Обуздание Ганга.** После выдающегося наводнения 1954 г. правительство Индии разработало обширный план мероприятий по регулированию стока рек с высокими половодьями и паводками. В настоящее время строятся многочисленные водохранилища, водоотводные и разгрузочные каналы, которые должны принимать в себя паводочные воды. Ряд крупных плотин в Индии был построен при активном участии советских специалистов.

К 1960 г. в целом по стране было сооружено свыше 4,8 тыс. км высоких защитных дамб-набережных, ограждено от разлива рек более 50 городов, а свыше 4300 деревень перенесено на не затопляемые высокими водами земли. Во многих местах рядом с населенными пунктами создаются специально оборудованные холмы — „острова спасения“ — (такие холмы продолжают сооружать и ныне). Площадки на вершинах этих холмов располагаются выше наивысших уровней воды, когда-либо наблюдавшихся на реках, в поймах и долинах которых их сооружают. Улучшаются средства оповещения о наводнениях. В широких масштабах проводятся научные исследования по изучению наводнений, расширяется сеть пунктов гидрометеорологических наблюдений.

Для защиты дельты Ганга от затопления разработан проект, предусматривающий строительство 4,5 тыс. км дамб и 5200 шлюзов-регуляторов. В настоящее время уже возведено 2,5 тыс. км дамб обвалования. После реализации проекта будет осушено и защищено от затопления свыше 860 тыс. га земель. Катастрофа на Ганге в 1970 г., по-видимому, потребовала внести в этот проект существенные поправки.

Некоторому уменьшению наводнений на Ганге будет способствовать и реализация грандиозного проекта орошения, разработанного индийскими специалистами при участии консультантов Организации Объединенных Наций. Проект предусматривает увеличение площади поливных земель в бассейнах рек Сон, Нармада, Годавари, Кришна, Пеннар с 8 до 19 млн. га, что потребует соответственного увеличения их водоносности. Для этого предполагается изымать из Ганга 25 куб. км воды в год.

Воду из Ганга с помощью мощных насосных станций поднимают на высоту 460 м в специальное водохранилище, а из него по системе каналов, туннелей и промежуточных водохранилищ направляют в реки юга и запада страны. Протяженность проектируемой сети каналов около 3 тыс. км. Каналы соединят все основные реки Индии. После реконструкции речной сети страны Ганг будет выступать в роли кормильца сотен миллионов людей.

**В долинах Миссури и Миссисипи.** До начала 30-х годов нашего столетия борьба с наводнениями в США не проводилась в общегосударственных масштабах. Там тоже не спешили с водохозяйственным строительством, которое не несло непосредственных прибылей. Инициатива, проявлявшаяся населением, не всегда приносила ожидаемый результат, так как не была подчинена единому комплексному плану водохозяйственного строительства. Поэтому, например, обвалование Миссури и ее притоков на протяжении нескольких тысяч километров не устранило катастрофических наводнений, поскольку оно не сопровождалось регулированием речного стока и лесомелиоративными работами в речном бассейне. В 1936 г. правительство США поставило перед учреждениями, занимающимися охраной водных ресурсов, задачу широко, на научной основе, развернуть борьбу с речными наводнениями и организовать службу их предупреждения.

Разнообразие климатических условий, пестрота факторов, определяющих высоту наводнений, трудности выявления закономерностей в их распределении в пределах бассейна и, наконец, грандиозность речной системы крайне усложнили натурное изучение наводнений и разработку технических мероприятий, направленных на борьбу с ними. После катастрофического наводнения 1937 г. была выдвинута идея постройки огромной гидравлической модели всей речной системы Миссисипи — Миссури, на которой можно было бы воспроизводить различные сочетания наводнений в прошлом, настоящем и в будущем, как на отдельных притоках и их группах, так и в долинах главных рек.

Вслед за идеей возникла беспрецедентная в мировой практике гидравлических исследований задача создания модели колоссального речного бассейна со всеми его орографическими, гидрографическими и другими особенностями.

Наиболее сложным вопросом оказался выбор места (площадки) для модели. Надо было найти участок земли, рельеф которого соответствовал хотя бы приблизительно горам, долинам, покостям проекта модели. Такое место было найдено в районе г. Клинтона на юге США, расположенном в 65 км к востоку от р. Миссисипи. Там и была сооружена на площадке в 80 га огромная модель речной системы Миссисипи — Миссури в горизонтальном масштабе 1 : 2000.

На модели были выполнены в масштабе почти все более

или менее важные топографические и гидрографические особенности речного бассейна — горы, долины, равнины и реки, а также аккуратно воспроизведены из бетона русла Миссисипи и ее притоков — Огайо, Миссури, Платт, Теннесси, Арканзас и др. Общая протяженность этих рек на модели составляла 13 км.

Благодаря разным связанным между собою измерительным устройствам и приборам, которыми оснастили модель, на ней удалось провести такие научные исследования, которые до ее постройки были вне пределов технических возможностей. На модели были воспроизведены прошлые наводнения, наглядно представлены возможные будущие, исследованы разные варианты защиты от них и влияния защитных сооружений на высоту наводнений.

Мозг модели представляли три станции управления ею, которые по заданной программе регулировали течение Миссисипи и ее главных притоков. Проведение каждого эксперимента было автоматизировано и выполнялось по заданной программе, согласно которой электроприводы открывали и закрывали на заданную величину клапанные затворы на трубопроводах, питающих модель водой.

При сооружении модели требовалось учесть множество научных и технических соображений. Например, русла рек нельзя было делать гладкими, так как в этом случае скорость протекания воды в них во много раз превышала бы скорость течения рек в натуре. Поэтому руслам на модели потребовалось придать искусственную шероховатость.

Для устранения влияния на исследование местных дождей, которые могли вызывать не предусмотренные опытами наводнения, из труб большого диаметра, заложенных под моделью, была создана особая система дренажа. С ее помощью вся избыточная вода, оказывавшаяся на модели в результате выпавших осадков, быстро отводилась за ее пределы.

Поскольку для решения проблемы борьбы с наводнениями в гигантской системе Миссисипи — Миссури требуются десятилетия, существование модели тоже было рассчитано на многие годы. На ней воспроизводились все виды гидротехнических сооружений в бассейне Миссисипи. Затем изучалось влияние этих сооружений при разных вариантах их использования на высоту и длительность наводнений.

К концу 40-х годов нашего столетия в бассейне Миссури было построено 88 небольших водохранилищ. Однако водохозяйственное строительство не имело единого плана, носило преимущественно локальный характер, т. е. выполнялось на отдельных участках реки. Впоследствии этот период специалисты США называли годами экспериментов и ошибок.

Опыт, накопленный за эти годы, показал, что самый надежный путь укрощения реки — это проведение комплекса водохозяйственных, агролесомелиоративных мероприятий в бассейне

целиком, с охватом всей речной системы, начиная от мельчайших притоков. Под влиянием этой идеи родился грандиозный проект под названием „Пик-Слоан“. Он предусматривал установление контроля над водами и землями бассейна Миссури путем строительства десятков водохранилищ, плотин, дамб и других гидротехнических сооружений. К началу 50-х годов в бассейне реки было орошено около 2 млн. га засушливых земель. В верхнем течении Миссури построили ряд плотин: Форт-Пек, Гаррисон в Северной Дакоте, Оаха и Форт-Рендала в Южной Дакоте и др. Форт-Пек была для своего времени величайшей на земном шаре земляной плотинной. С ее помощью создали водохранилище, береговая линия которого имеет протяженность 2574 км, а площадь зеркала превышает площадь Мертвого моря. Плотина Гаррисон образовала водохранилище объемом 28,4 куб. км.

Всего в бассейне Миссури намечено создать 105 водохранилищ с суммарным полезным объемом примерно 123 куб. км, что более чем вдвое превышает среднегодовой сток реки.

Для вовлечения в борьбу с наводнениями широких слоев населения в США в 1954 г. был издан закон „566“, получивший название „Закон о защите водосборных бассейнов и предотвращении наводнений“. Согласно ему, местные жители могут учреждать для борьбы с наводнениями в речных бассейнах площадью до 250 тыс. акров (около 620 тыс. га) свои собственные администрации на корпоративных началах. Государственные службы охраны почв и сельского хозяйства обязаны оказывать местным администрациям помощь в комплексном освоении малых речных бассейнов.

Проведенная в США в 1958 г. инвентаризация почвенных и водных ресурсов выявила 13 тысяч малых водосборов, где необходимо провести мероприятия по борьбе с наводнениями и охране природных ресурсов.

Для разработки и реализации проекта борьбы с наводнениями в бассейне Теннесси (приток Огайо) правительство США в начале 30-х годов учредило „Администрацию долины Теннесси“. На нее возлагались также задачи охраны природных ресурсов и разработки рекомендаций по их рациональному, комплексному использованию и водохозяйственному планированию.

В настоящее время наводнения в бассейне реки практически устранены. Здесь создана единая водохозяйственная система, включающая в себя 43 водохранилища, из которых на самой Теннесси — 9, а остальные на ее притоках. Они эффективно регулируют поверхностный сток речного бассейна площадью 107 тыс. кв. км. На Теннесси и ее притоках создана мощная гидроэнергетическая база. На протяжении 1000 км организован судоходный в течение всей навигации водный путь, построены надежные системы обводнения, орошения и водоснабжения, обеспечены благоприятные условия для охраны почв, лесов, дикой фауны и флоры, для отдыха на берегах водохранилищ.



Предпринятые в США в 40-х годах работы по борьбе с водной и ветровой эрозией почв, в общем, увенчались успехом, но до полного их завершения еще далеко.

Хотя с 1936 г. предупреждение наводнений было главной целью государственных учреждений, занимающихся охраной природы, убытки от них в США продолжают расти. Такое положение объясняется не столько интенсивностью самих наводнений, сколько интенсивностью освоения подвергающихся затоплению речных долин. Объекты, уязвимые для наводнений, строятся значительно быстрее, чем строятся защитные гидротехнические сооружения.

Время придает проблеме борьбы с наводнениями в США все большую актуальность. В раннюю эпоху истории страны разливы рек причиняли небольшой ущерб, так как долины их были редко заселены. Половодья и паводки затопляли такие огромные пространства, что подъемы уровней воды были сравнительно невелики. Сейчас тысячи километров дамб сковали реки, оставив им меньше места при разливах. А ведь во время катастрофических наводнений уровень воды в реке может подниматься на 15—25 м; против такого подъема бессильны любые дамбы. Пока не будет осуществлена вся система защитных мероприятий в речном бассейне, наводнения всегда будут возможны. Реализация же этих мероприятий внесет в природу бассейнов великой реки и ее притоков коренные изменения, многие из которых в настоящее время трудно предвидеть.

**Что ждет Амазонку?** Группа латиноамериканских ученых в тесном контакте с Гудзоновским институтом (США) закончила в 1968 г. трехлетнюю работу над проектом системы искусственных озер в Латинской Америке, наподобие Великих озер в США и Канаде. Цель разработанных в этом проекте водохозяйственных мероприятий — вовлечение в процесс экономического развития малонаселенных и экономически отсталых районов Боливии, Бразилии, Перу, Венесуэлы и Колумбии. Соединение основных рек, протекающих по континенту, с помощью каналов — давнишняя мечта латиноамериканцев. Ее осуществление не связано с преодолением больших технических трудностей, так как все крупнейшие судоходные реки Южной Америки отделены друг от друга небольшими расстояниями, между ними не пролегают высокие водоразделы. Реализация проекта позволит получить дешевые пути сообщения колоссальной протяженности, круглогодичного действия. Одновременно с этим откроются неограниченные возможности для создания мощной энергетической базы, которая позволит использовать огромные потенциальные богатства недр Амазонии (как иногда называют бассейн великой реки).

Наконец, благодаря водохранилищам уменьшится высота наводнений.

Всего на континенте намечено создать пять очень крупных водохранилищ, которые должны обеспечить не только водно-

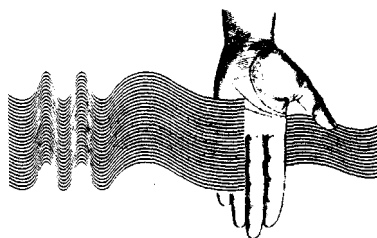
транспортные, но и водохозяйственные связи между его речными системами.

В бассейне Амазонки предполагается построить три водохранилища. Одно из них, протяженностью около 200 км, будет образовано на водоразделе рек Ориноко и Амазонки, точнее, Ориноко и Риу-Негру. В создании этого водохранилища заинтересованы три государства: Бразилия, Венесуэла и Колумбия. Второе, самое крупное, водохранилище будет образовано на реке Амазонке; оно затопит долины самой реки и ее притоков Риу-Негру, Тапажос и Мадейра. Для этого построят плотину с напором более 30 м. В создании водохранилища на Амазонке особенно заинтересована Бразилия.

Третье огромное водохранилище будет построено на притоке Амазонки, р. Укаяли, в пределах Перу. Обеспечив регулирование стока Укаяли, оно откроет водный путь из Амазонки в малообжитые и малоизученные пограничные районы Бразилии и Перу.

На пути реализации грандиозного плана покорения водной стихии Амазонки стоит еще много проблем. Инженерам предстоит разработать детальные планы совместного комплексного водохозяйственного использования будущих водохранилищ, определить режимы их работы, что представляет весьма сложную задачу.

## **Наступление на наводнения в СССР**



**Планы борьбы с наводнениями в действии.** Широкое наступление на речные наводнения в нашей стране началось в 30-х годах, когда были построены Верхне-Волжские водохранилища. Великая Отечественная война прервала эти работы.

Борьба с наводнениями в речных бассейнах особенно широко развернулась в начале послевоенного периода. Работы эти тесно были связаны с реализацией общегосударственного плана преобразования природы.

В течение 1949—1951 гг. было заложено несколько крупных государственных лесных полезащитных полос. Широкими зелеными лентами простираются они сейчас вдоль водоразделов наших крупнейших рек и на сотни километров уходят в глубь степей. Четырьмя широкими шестидесятиметровыми лентами убегают вдаль, образуя красивую живую изгородь, 600-километровая

лесная полоса Чапаевск — Владимировка. Зеленые полосы тянутся вдоль левого берега Днепра, от Каховки к Черному морю, и занимают площадь более 200 тыс. га.

В настоящее время в степных и лесостепных районах страны имеется свыше 1 млн. га полезащитных лесных полос. Уместно напомнить, что во всех степных районах Украины до 1917 г. их было всего 1500 га.

В нашей стране уделяется большое внимание восстановлению лесов вообще и повышению роли так называемых водоохранных лесов, в частности. Это мероприятие имеет огромное значение для борьбы с наводнениями. При общей площади водоохранных лесов 74,9 млн. га запретные водоохранные полосы вдоль рек в лесах первой и второй групп со строгим режимом рубок составляют около 40 млн. га.

В новом земельном законе („Основы земельного законодательства“), принятом Верховным Советом СССР в декабре 1968 г., леса первой группы, площадь которых составляет 94,7 млн. га, взяты под особую защиту, наравне с садами и виноградниками.

Запретные лесные полосы шириной по 20 км протянулись по обоим берегам Волги, от истока до г. Рыбинска; вдоль р. Оки, от истока до г. Рязани; на всем протяжении р. Москвы. Лесные полосы шириной от 1 до 6 км имеются и вдоль других рек СССР. Общая их протяженность только на европейской части страны составляет 20,7 тыс. км при площади 3,2 млн. га. У нас в стране ежегодно производят посев и посадку 1200—1300 тыс. га лесных культур и, кроме того, на 700—800 тыс. га выполняют работы, содействующие естественному возобновлению лесов.

Вокруг Каховского водохранилища, строительство которого закончено в 1956 г., создано 50 тыс. га лесных защитных насаждений. Леса, кустарники и сады окаймляют его берега густой зеленой полосой протяженностью почти 800 км.

В речных бассейнах проводятся во все возрастающих объемах агролесомелиоративные мероприятия: правильные севообороты, расширение культурных пастбищ и контурной пахоты, мелиорация ландшафтов, осушение болот, заболоченных лесов и переувлажненных земель, орошение в зонах недостаточного увлажнения.

В девятой пятилетке был реализован план восстановления лесов и защитного лесоразведения на площади свыше 12 млн. га. Из них около 1,3 млн. га приходится на долю противоэрозионных насаждений в оврагах, балках, на песках и других неудобных землях. Произведена посадка полезащитных лесных полос на площади, достигающей 500 тыс. га.

Почти на всех реках нашей страны, протекающих в густонаселенных районах и в зонах, активно вовлекаемых в сферу хозяйственного освоения, завершаются, ведутся или предусмотрены крупные гидротехнические работы, направленные на борьбу с наводнениями.

Для того чтобы полнее представить себе масштабы наступления на речные наводнения и планы борьбы с ними в Советском Союзе, совершим мысленное путешествие по тем ее районам и рекам, где водная стихия наиболее часто наносила и наносит ущерб народному хозяйству, и ознакомимся с ведущимися там работами.

**Умирная Волга.** После постройки Иваньковского, Рыбинского, Горьковского, Куйбышевского, Балаковского и Волгоградского гидроузлов угроза наводнений на реке от г. Дубны до Астрахани значительно снижена. Уменьшилась она и на р. Каме с созданием Пермского и Воткинского гидроузлов. Именно там, где размещены гидроузлы, выше и ниже их по течению, в недавнем прошлом наводнения на Волге и Каме отличались огромной разрушительной силой. Рыбинское водохранилище выровняло сток Волги на значительном ее участке. Уровни весеннего половодья у Ярославля после создания водохранилища не превышают 2—3 м над средним многолетним.

Астрахань до постройки Волгоградского гидроузла не спасали от высоких волжских наводнений ни система земляных валов и дамб, со всех сторон окружающих город, ни прорезающие его разгрузочные каналы. С вводом же в эксплуатацию Волгоградского водохранилища угроза наводнений в городе со стороны Волги оказалась практически устраненной.

После создания водохранилищ на притоках р. Москвы — Наре, Рузе, Истре, частичного восстановления лесов в ее бассейне, упорядочения русла реки и реконструкции Москворецкой водной системы значительно уменьшилась опасность высоких наводнений в Москве.

На притоках Волги и Камы предстоит провести водоохранные и противозерозивные мероприятия на площади около 3,5 млн. га и возвести инженерные сооружения для защиты ряда подтопленных городов и населенных пунктов.

Предполагается создать водохранилища на р. Оке у г. Орла, на р. Суре, на р. Уле выше г. Тулы и некоторых других притоках Волги. Имеются проекты строительства гидроузлов в верховьях р. Камы, в районе г. Соликамска, на ее притоках Вишере и Чусовой. Предполагается построить несколько водохранилищ на р. Уфе.

На Верхней Волге будут построены Ржевское, Старицкое и Калининское водохранилища. Они устранят наводнения в этом районе, сделают верховья Волги судоходными и облегчат создание Волжско-Днепровского водного соединения.

**Тихий Дон.** С постройкой Цимлянского гидроузла, водохранилище которого позволяет осуществлять многолетнее регулирование р. Дона, снизилась угроза высоких наводнений на Нижнем Дону (ниже Цимлянского гидроузла). Однако в многоводные годы при значительных сбросах воды из водохранилища ниже его по течению происходит затопление поймы, что наносит ущерб народному хозяйству. Поэтому на Нижнем Дону соору-

жается каскад гидроузлов. Их назначение — увеличение судоходных глубин и дальнейшее снижение высоты наводнений.

Для борьбы с наводнениями в бассейне верхнего и среднего течения Дона предстоит построить ряд гидроузлов и создать водохранилища на р. Вороне, в верховьях рек Медведицы, Хопра и на других реках.

На Северском Донце, притоке Дона, покорение водной стихии началось с постройки Печенежского водохранилища (1954—1958 гг.), из которого берет начало канал Северский Донец — Донбасс. На р. Оскол, притоке Северского Донца, построено Красно-Оскольское водохранилище, предназначенное для пополнения Печенежского водохранилища в периоды маловодья и снижения высоты наводнений.

„Чуден Днепр“. Активная борьба с днепровскими наводнениями началась в послевоенные годы. Водоохранилища Каховской, Кременчугской, Днепродзержинской, Киевской и Каневской ГЭС, сооруженных с тех пор, позволяют задерживать свыше 25 куб. км вод половодий и паводков. Тем самым устранена угроза катастрофических наводнений на Днепре от места впадения в него р. Припяти до г. Херсона — практически до Днепровского лимана.

Особенно большая роль в регулировании вод половодий и паводков Днепра принадлежит водохранилищам сезонного регулирования Кременчугской и Каховской ГЭС. Их регулирующая емкость позволила уменьшить максимальные расходы весеннего половодья на 30—40% и снизить уровни половодья ниже Кременчуга.

Подсчитано, что если теперь на Днепре повторится катастрофическое половодье, подобное бывшему в 1931 г., то предельные уровни в нем будут значительно ниже, чем до постройки водохранилищ.

Хотя победа над водной стихией на Днепре была куплена ценой затопления значительных площадей плодородных земель в пойме и долине реки, она является не только выдающимся достижением отечественной гидротехники, но и крупным вкладом в повышение эффективности народного хозяйства Украинской ССР. Воды половодий и паводков, сеявшие на берегах реки разрушения, подаются сейчас из днепровских водохранилищ за сотни километров к промышленным объектам и на сельскохозяйственные поля. Воды, подающиеся из Каховского водохранилища в Крым, преобразуют этот богатый теплом и солнцем, но бедный водой край. В девятой пятилетке вошла в строй первая очередь Каховской оросительной системы. После ее полного завершения воды Днепра напоят 570 тыс. га засушливых земель в степях Запорожской и Херсонской областей. Из того же Каховского водохранилища 41 кубометр воды в секунду подается по специальному каналу в район Кривого Рога. Из Днепродзержинского водохранилища берет начало еще одна крупная искусственная река — канал Днепр-Донбасс, предназна-

ченный для обводнения и водоснабжения Донецкого промышленного района и г. Харькова, остро ощущающих недостатков в воде.

Однако от истоков до впадения р. Припять Днепр остался коварной и опасной рекой. Поэтому в его верховьях и на притоках еще предстоит провести значительные работы по инженерной защите от наводнений, а также мероприятия по снижению половодий и паводков.

У Дорогобужа, Смоленска, Орши, Могилева, Лоева (Любечей) водохранилищные плотины должны будут обуздать воды Верхнего Днепра. Для борьбы с наводнениями на притоках Днепра предстоит осуществить регулирование их стока, в первую очередь своенравного Псела, тихой Десны, затем Сулы, Ворсклы, Сожа и др. Уже созданы отдельные водохранилища на Трубежи, Роси, Ингульце.

Регулирование стока в бассейне р. Припяти намечено осуществить в основном в водохранилищах на ее правобережных притоках. На левобережных притоках также будет осуществлено регулирование весеннего стока. Верховья Припяти и р. Пину выше г. Пинска намечено обваловать. На просторах Полесья уже несколько лет ведутся грандиозные работы по осушению болот и регулированию стока полесских рек. Созданы первые водохранилища и крупные осушительные системы.

**Заслоны наводнениям на Днестре и Пруте.** Для защиты от днестровских наводнений предполагается осуществить регулирование стока половодий и паводков в речной системе, провести регулировочно-выправительные и берегоукрепительные работы в русле Днестра и построить вдоль него дамбы обвалования.

В долинах притоков Днестра с особо высокими паводками целесообразно соорудить разгрузочные каналы, а на склонах долин — ловчих каналов и водозадерживающих валов.

В первую очередь необходимо осуществить регулирование паводочного стока на притоках Днестра.

В русле и долине Днестра непреодолимой преградой для паводковых вод станут плотины Могилев-Подольского, Ямпольского и других гидроузлов. Строительство Могилев-Подольского гидроузла позволит направить воды половодий и паводков на орошение земель Молдавии и юго-запада Украины, избавит наконец от наводнений Могилев и облегчит борьбу с наводнениями заторно-зажорного происхождения на ниже лежащем участке реки вплоть до Дубоссарской ГЭС.

Близок час обуздания беспокойного Прута, который служит в нижнем и среднем течении границей между СССР и Социалистической Румынской Республикой. В начале 1973 г. между обоими государствами подписано соглашение о совместном строительстве на реке гидроузла комплексного назначения. Он не только снимет угрозу наводнений, но позволит оросить по 70 тыс. га сельскохозяйственных земель в Молдавской ССР и столько же — в СРР. Сейчас строительство этого гидроузла близко к завершению.

**Архангельск без наводнений.** Для уменьшения ущерба от наводнений в Архангельске необходимо выправить и углубить рукава дельты Северной Двины, с тем чтобы обеспечить беспрепятственный проход льда в море и уменьшить возможность образования заторов. Предстоит повысить с помощью намыва затопляемые участки города, а там, где это невозможно, произвести их обвалование.

Для полной же ликвидации наводнений в Архангельске целесообразно построить на Северной Двине, ниже устья ее правобережного притока — р. Пинеги, гидроузел с крупным водохранилищем сезонного регулирования стока. Наличие водохранилища позволит задерживать поступление речных вод в рукава дельты в периоды ветровых нагонов морской воды. Попуски воды из водохранилища в сочетании с ледоослабляющими работами в рукавах дельты облегчат и борьбу с заторами.

Наводнения перестанут угрожать г. Великий Устюг, когда на р. Сухоне, выше города по течению, будет построен Великоустюгский гидроузел с водохранилищем при нем. При этом на реке существенно улучшатся судоходные условия. Поскольку водохранилище и плотина будут задерживать основную массу льда, образующегося на Сухоне, у города исчезнут условия для возникновения заторов, а с ними и высоких наводнений. У г. Сокола намечено провести регулировочно-выправительные работы в русле реки и повысить регулируемую емкость оз. Кубенского, из которого Сухона берет начало. При этом уменьшится угроза наводнений и в г. Вологде. С постройкой Великоустюгского гидроузла снизятся наводнения и у г. Котласа, стоящего на правом берегу Северной Двины у устья р. Вычегды.

Угроза наводнений у Котласа будет полностью устранена после постройки на р. Вычегде Усть-Куломского гидроузла с большим водохранилищем.

**Укroщение сибирских рек.** Ликвидация наводнений на Средней и Нижней Оби и в нижнем течении Иртыша — технически очень сложная и огромная по масштабам инженерная задача. Ее решение возможно только при осуществлении хотя бы сезонного регулирования стока обеих рек. Масштабы и сложность этой задачи определяются прежде всего колоссальными размерами речных бассейнов, громадной протяженностью рек, очень большой их водоносностью и обилием многоводных притоков. Объем среднегодового стока реки Оби в устьевой части составляет примерно 400 куб. км. Поэтому постройка на реке, у Новосибирска, ГЭС с водохранилищем сезонного регулирования практически не оказала никакого влияния на режим стока в ее среднем и нижнем течении. На режиме уровней высоких вод в нижнем течении Иртыша существенно не отразилась и постройка Бухтарминской ГЭС с крупным водохранилищем многолетнего регулирования стока.

Угроза высоких наводнений на Средней и Нижней Оби существенно уменьшится с постройкой Чулымского и Каменского

гидроузлов на Оби и Бычегорловского — на р. Томь. Чулымский гидроузел с водохранилищем сезонного регулирования стока позволит устранить угрозу наводнений в пойме и долине Оби на протяжении 700 км, провести в широких масштабах осушение поймы и долины и значительно улучшить на них условия добычи нефти и газа.

Постройка ГЭС у г. Камень и водохранилища при ней еще больше снизит уровни высоких вод на Средней Оби. Каменское водохранилище облегчит также обводнение и орошение Кулундинской степи и прилегающих к ней районов Казахстана, где водами Оби можно оросить около 2 млн. га плодородных земель.

Решить проблему борьбы с наводнениями на притоках Оби (Иртыше, Томи, Бии и Катуня) можно путем строительства на них ГЭС с крупными водохранилищами комплексного назначения. Создание каскада водохранилищ на Томи позволит не только уменьшить высоту наводнений в ее долине, но и улучшить водоснабжение городов и промышленных объектов Кузбасса, санитарное состояние реки.

Угрозу наводнений на р. Тобол (левый приток Иртыша) и его притоках Тавде, Туре и Исети может снять сезонное регулирование стока, проведенное в широких масштабах.

Угроза наводнений на Енисее уменьшается по мере его энергетического освоения и строительства на нем крупных водохранилищ. Уже ощущается благоприятное влияние на режим высоких вод водохранилищ Иркутской, Братской и Усть-Илимской ГЭС на Ангаре и Красноярской на Енисее.

Гидроэлектрические станции Ангаро-Енисейского каскада, обладая водохранилищами многолетнего регулирования стока, позволят управлять водами Ангары и Енисея. С их помощью можно будет исключить совпадение пиков половодий на этих реках в месте их слияния и тем самым избавить от наводнений г. Енисейск и примыкающий к нему район. Строительство высоконапорных плотин на Енисее и его притоках приведет к устранению и зимних наводнений заторно-зажорного происхождения.

**Покорение Амура и его притоков.** В Амурском бассейне борьбу с наводнениями намечено вести главным образом путем создания на Зее, Бурее и Селемдже противопаводочных водохранилищ в сочетании с обвалованием отдельных населенных пунктов и ценных сельскохозяйственных земель.

В верховьях Амура, в бассейнах рек Шилки и Аргуни, наводнения будут устранены с постройкой паводкорегулирующих водохранилищ на реках Онон, Ингода, Нерча, Газимур и др.

У Зейских ворот, где горные хребты сжимают с двух сторон могучую реку каменными тисками, завершается строительство Зейской ГЭС с водохранилищем объемом 96 куб. км. Это сооружение позволит свести до минимума пагубные последствия наводнений и значительно снизить ежегодные затраты на инженерную защиту городов и населенных пунктов, расположенных ниже по течению. В поймах среднего Амура и Зеи будут от-



няты от водной стихии и введены в сельскохозяйственный оборот 450 тыс. га. Зейское водохранилище позволит защитить от наводнений города Зею, Свободный и Благовещенск и откроет дешевый водный путь к богатейшим массивам леса в верховьях реки.

Угроза наводнений в долине р. Зеи полностью будет снята с постройкой Дагмарского гидроузла в нижнем течении р. Селемджи, притока Зеи.

На р. Бурее начато строительство крупного противопаводочного Желундинского водохранилища и гидроэлектростанции при нем. С помощью его резервной емкости максимальные расходы воды в устье реки, как показывают расчеты, уменьшаются в три раза.

**Управление водами среднеазиатских рек.** Активная борьба с наводнениями и дейгишем на Амударье началась сравнительно недавно, после того как советские гидростроители обогатились опытом строительства высоконапорных плотин в сейсмоопасных районах и гидроузлов на речных аллювиальных отложениях.

В среднем и нижнем течении Амударьи из-за подвижности русла борьба с наводнениями с помощью обвалования и регулирования неэффективна. Спряmlенное русло вновь начинает блуждать, подмывая и разрушая обваловывающие дамбы. Сплошная бетонная облицовка русла очень дорога и технически весьма сложна. Нет на Амударье, от г. Керки до устья, и удобных мест для создания водохранилищ.

Так природа усложнила борьбу с амударьинскими наводнениями.

Однако гидростроители нашли выход, перенеся все работы по регулированию стока Амударьи в горную часть бассейна, на ее притоки, и в первую очередь — стремительный и многоводный Вахш. Часть паводочных вод бурного Вахша задерживается в водохранилищах трех ГЭС — Головной, Перепадной и Центральной. Однако их регулирующая емкость не настолько велика, чтобы существенно снизить уровни паводков на Амударье ниже г. Керки. Основная надежда возлагается на Нурекскую ГЭС. Уже завершается строительство самой высокой в мире каменно-набросной плотины с гидроэлектростанцией при ней.

Гигантская плотина образует одно из самых крупных в Средней Азии водохранилищ объемом 19 куб. км, которое в состоянии задерживать около 70 % стока Вахша, или свыше одной четверти стока р. Амударьи. Оно и позволит резко снизить высоту амударьинских наводнений.

На самой Амударье ведется строительство Тахиа-Ташского и Тюя-Муюнского низконапорных гидроузлов, предназначенных для обеспечения самотечного забора воды в магистральные каналы оросительных систем. Эти гидроузлы устранят на реке зажоры, заторы и дейгиш.

К началу 80-х годов полезная емкость водохранилищ в бассейне реки составит 37—45 % ее среднегодового стока. Снижению уровней высоких вод в Амударье во время половодий и паводков будут способствовать и большие изъятия из нее воды на нужды орошения и обводнения. Пропускная способность только одного Каракумского канала, берущего воду из Амударьи, в головной его части составляет 820 куб. м/сек; по сути, это большая рукотворная река. Предполагается, что при современной тенденции роста водопотребления на орошение будет направляться 50 куб. км амударьинской воды, что примерно равно ее стоку в маловодный год.

Построен 200-километровый Амубухарский канал, направивший воды Амударьи в пустыню Кызылкум.

Близко к завершению строительство Кизыл-Аякского гидроузла выше г. Керки, предназначенного увеличить забор воды в Каракумский канал им. В. И. Ленина. Этот гидроузел будет последним звеном в комплексе гидротехнических мероприятий по борьбе с наводнениями и использованию водных ресурсов великой среднеазиатской реки.

Река Сырдарья давно перекрыта плотинами Фархадского, Кайракумского, Чардаринского, Кызылордынского, Яныкурганского и Казалинского гидроузлов. Однако созданные ими водохранилища из-за малой их емкости не позволили существенно снизить высоту наводнений. Поэтому борьбу с ними перенесли на главный приток Сырдарьи р. Нарын, где создано крупнейшее высокогорное водохранилище Токтогульской ГЭС, образованное бетонной плотиной. По емкости оно мало уступает Нурекскому на Вахше. Его чаша в состоянии вместить половину среднегодового стока Нарына.

Близко уже то время, когда об амударьинских и сырдарьинских наводнениях и дейгише будут говорить только в прошедшем времени и они отойдут в область легенд.

Сегодня и завтра рек Кавказа и Закавказья. На Кубани борьба с наводнениями идет по двум направлениям — обвалование русла и создание водохранилищ. Общая протяженность обвалованных участков рек в бассейне Кубани составляет немногим меньше 1000 км. С их помощью от наводнений защищено свыше 660 тыс. га земель.

Паводковые воды Кубани, зарегулированные водохранилищами, уже давно используют для орошения и обводнения. У станции Невинномысской построено водохранилище, из которого берет начало одноименный канал, направляющий паводковые воды Кубани в р. Егорлык и пересыхающие речки Ставропольского края. Построен Кубань-Клаусский канал, который в 1969 г. объединили с Клаус-Кумским каналом. Новый канал, после реконструкции получивший название Большого Ставропольского, берет начало из водохранилища „Большое“ на Кубани. Он орошает 200 тыс. га и обводняет 3 млн. га земель на Ставропольчине. У Краснодара построен гидроузел с водохранилищем комп-

лексного назначения полезным объемом около 3 куб. км. Почти третья часть этого объема будет резервной, всегда готовой принять любой паводок или половодье, что позволит полностью покончить с наводнениями в нижнем течении реки и обеспечит орошение 250 тыс. га сельскохозяйственных полей.

На притоках Кубани, Большом и Малом Зеленчуке, Теберде, Уч-Кулане и Уллу-Каме, предстоит создать противопаводочные водохранилища объемом около 1 куб. км. Для ликвидации угрозы наводнений в бассейне реки полезную емкость водохранилищ в ее речной системе предполагается довести до 5 куб. км.

Часть вод половодий и паводков из Терека и его притоков давно направляется для орошения ставропольских степей, благодаря чему их водные ресурсы увеличились в 5 раз. В Терско-Кумский канал поступает 100 куб. км/сек терских вод. На Кума-Манычском канале, являющемся продолжением Терско-Кумского, создано Чограйское водохранилище объемом 7 куб. км, из которого укрощенные паводочные воды поступают в глубь Черных земель.

Для дальнейшего регулирования паводочного стока Терека намечено построить Кутан-Аульское и Гудермесское водохранилища. Предполагается также строительство новых вдольбереговых защитных дамб, усиление и наращивание существующих.

На р. Сулак завершено строительство Чиркейской ГЭС с высотной арочной плотиной, с водохранилищем полезным объемом свыше 1 куб. км. Теперь Дагестан избавлен от высоких наводнений в нижнем течении Сулака.

В Грузии продолжаются наступления на наводнения в Колхидской низменности, где течет своенравная р. Ингури и рядом с нею — разделенная на десятки рукавов р. Эрис-Цхали, затопляющая во время разливов сады и виноградники.

Сейчас Ингури на горном участке заковывается в бетон гигантской арочной плотиной. Через Колхиду будет проложен широкий и глубокий канал, который спрямит р. Эрис-Цхали. Все ее рукава отсекут и засыпят. Таким образом, будет решена проблема наводнений на этой реке и осушения прилегающих земель. 20 тыс. га земель высвободятся под кукурузные поля, плантации чая и цитрусовых.

Одна из самых капризных рек Западного Кавказа — Кодори. Она затопляла при таянии снегов в горах цветущие сады Очамчирского района Абхазии и часто меняла свое русло. Теперь Кодори укрощена. В нижнем течении реки, параллельно ей, на пойме построили разгрузочный канал. У входа в канал соорудили дамбы, направляющие в него воды Кодори.

Плотинами гидроэнергоузлов на значительном протяжении перекрыта р. Риони. С завершением строительства Намохванской и Варцхиской ГЭС будет закончено создание Рионского гидроэнергетического каскада, который не только обеспечит Западную Грузию дешевой электроэнергией, но и снизит высоту паводков. Там, где р. Кура ниже бывших Мингечаурских порогов

выходит на обширную Кура-Араксинскую низменность, много десятилетий тому назад возведены вдольбереговые валы. При низких паводках они предохраняли от наводнений обширные пространства низменности, но при высоких и катастрофических наводнениях не могли противостоять водной стихии. Особенно тяжелыми бывали последствия наводнений, когда паводки Куры и ее правобережного притока Аракса совпадали.

После постройки Мингечаурской ГЭС с водохранилищем многолетнего регулирования стока угроза наводнений в нижнем течении реки резко уменьшилась.

В декабре 1963 г. был подписан контракт между Советским Союзом и Ираном о совместном использовании вод Аракса. Он открыл новую страницу в истории борьбы с наводнениями на этой реке. В районе селения Горадиз усилиями двух стран построен гидроузел с водохранилищем объемом более 1 куб. км, снизившим высоту наводнений. Следующий гидроузел на Араксе, вблизи Нахичевани, позволит задерживать около 800 млн. куб. км паводочного стока и еще уменьшит высокие наводнения в нижнем течении.

Для устранения опасных наводнений в верховьях Куры и на ее притоках, предстоит построить несколько гидроузлов с водохранилищами комплексного назначения, доведя их объем до 6—7 куб. км. На р. Арагви строится Жанвальский гидроузел.

Проведены и намечены крупные работы по борьбе с наводнениями и в других районах страны, где они еще представляют реальную угрозу народному хозяйству.

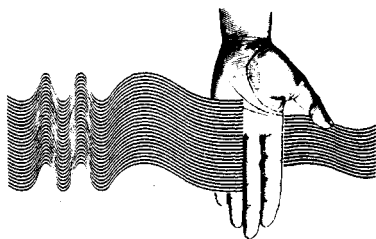
Реализуется проект защиты от наводнений промышленных городов Южного Урала — Орска и Новотроицка, расположенных вблизи впадения в Урал рек Орь и Кумак.

Намечено проведение значительных работ в русле, пойме и бассейне Западного Буга, которые ликвидируют опасность катастрофических наводнений. Существенно уменьшена опасность наводнений в Лубанской низменности Латвийской ССР.

С постройкой Даугавпилского и Витебского водохранилищ будет полностью устранена угроза наводнений на берегах Даугавы. Мероприятиями по борьбе с наводнениями охвачены и другие речные системы и бассейны.

Несмотря на значительные успехи в борьбе с речными наводнениями, достигнутые в нашей стране, впереди предстоят еще большие работы по обузданию водной стихии. Пройдет немало лет, прежде чем воды большинства „строптивных рек“ Советского Союза станут мирно плескаться у городов, поселков, нив, садов, виноградников и лесов, не угрожая им, а служа с максимальной отдачей народному хозяйству. Грандиозные работы по укрощению рек будут проводиться одновременно с их реконструкцией, обвалованием земель, преобразованием природных ландшафтов, улучшением природы — среды обитания советского человека.

## Задачи гидрометеорологии



В чем сложность проблемы? Изучение выдающихся и катастрофических наводнений затруднено тем, что в распределении их по территории суши нет хорошо выраженных закономерностей. Они, как было показано, наблюдаются не только в районах, для которых характерно обилие осадков, но и в зонах пустынь. Основная трудность в изучении этих наводнений состоит в том, что порождающие их выдающиеся гидрометеорологические явления имеют редкую повторяемость (один раз в 200—300 лет и более) и часто носят случайный характер. На одной и той же реке или в речном бассейне их можно наблюдать только один раз на протяжении жизни многих поколений. Поэтому они малодоступны для глубокого, всестороннего и непосредственного изучения в натуре (в природе).

Мы уже знаем, что высота речных наводнений зависит от очень многих природных факторов, как постоянно действующих, так и эпизодических, проявляющих себя редко. Изучение первых, к которым относятся климатические, физико-географические и другие особенности речных бассейнов, хотя и сложно, но осуществимо, поскольку они медленно изменяются во времени и доступны для непосредственного наблюдения. Изучение вторых, редко повторяющихся и быстро изменяющихся, таких, как выдающиеся циклоны и ураганы, связанные с ними ливневые дожди, обильные снегопады, внезапные оттепели и заморозки, — явлений, обусловленных циркуляцией атмосферы, — очень сложно. Их проявление не имеет хорошо выраженных закономерностей. Поэтому для определения вероятности их возникновения приходится применять сложный математический аппарат, численное моделирование. Масштабы процессов циркуляции атмосферы столь грандиозны, что их физическое моделирование, с факторами, их обуславливающими, пока практически неосуществимо. Укажем, что энергия отдельного циклона может в 2—2,5 тысячи раз превосходить энергию, высвобождающуюся при взрыве 1 Мгт тринитротолуола.

Сложность проблемы борьбы с наводнениями состоит в том, что ее решение в отдельных речных системах требует коренного преобразования их водного режима, а это приводит порой, как было показано на примерах Тисы, Рейна и Шпрее, к нежелательным последствиям и может нанести невосполнимый ущерб природе и народному хозяйству. Поэтому надо уметь предвидеть

и возможные отрицательные последствия проводимых защитных мероприятий, которые могут сказаться не только на жизни рек, но и на водном режиме речных бассейнов, их природе, фауне, флоре, притом через много лет. В целях разработки научных основ такого предвидения в отдельных речных системах проводится экспериментальное комплексное водохозяйственное строительство в сочетании с различными водо- и почвоохранными мероприятиями и организуют соответствующие научные исследования.

У нас в стране подобные работы развернуты в настоящее время в бассейне р. Десны, для которого разработана схема комплексного использования и охраны водных и земельных ресурсов. В речной системе Десны намечено создать 158 водохранилищ, 119 прудов, построить 109 насосных станций. Для защиты от наводнений речных долин Десны и ее левого притока Сейма под Киевом, Черниговом и Курском вдоль этих рек возведут четыре многокилометровые дамбы, укрепят их берега. В их бассейнах намечено осушить болота, создать оросительные системы и зону отдыха более чем на один миллион мест. По-кончено будет с наводнениями и водной эрозией. В скором времени Десна и Сейм, на протяжении 200 и 100 км соответственно, станут судоходными и вместе со своими притоками превратятся в реки первой категории чистоты. Эксперимент „Десна“ — это первая ласточка в системе широких комплексных научных исследований, связанных с проблемами охраны природы, борьбы с речными наводнениями и рационального природопользования.

Изучение проблемы борьбы с наводнениями привело к возникновению ряда научных проблем, среди которых наиболее важной и актуальной является проблема разработки надежных и точных методов предвычисления (расчета) и прогноза высоких половодий и паводков на реках. К ней на протяжении многих десятков лет приковано внимание ученых-гидрологов всего мира. Методика расчета высоких половодий и паводков была предметом обсуждения на многих научных, в том числе и международных, симпозиумах, один из которых в 1967 г. состоялся в Ленинграде.

В СССР особое внимание уделяется изучению водохозяйственного, гидрометеорологического и экономического аспектов проблемы борьбы с наводнениями. Ею занимаются научно-исследовательские и проектно-изыскательские институты и учреждения союзных министерств мелиорации и водного хозяйства, энергетики и электрификации, геологии, Главного управления Гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР и Академии наук СССР.

**Роль гидрологии.** В проблеме борьбы с наводнениями гидрологии принадлежит исключительно важная роль, поскольку первопричиной их в большинстве случаев оказываются гидрологические явления, которые она изучает.

При разработке мероприятий по активной борьбе с наводнениями задача гидрологов состоит в обеспечении их исходными гидрологическими характеристиками, позволяющими определять параметры защитных гидротехнических сооружений.

Гидрологам при проектировании противопаводочных водохранилищ приходится решать ряд сложных научных и инженерных задач. Например, для определения их полезной емкости, размеров водопропускных отверстий, порядка наполнения и сработки необходимо знать ход притока воды в течение всего периода прохождения катастрофического паводка или половодья. При этом во многих случаях возникает такое положение, что на данной реке, в пределах срока проводимых на ней гидрологических наблюдений, эти явления не были зарегистрированы. Между тем изучение речного бассейна и факторов, способствующих формированию в реке наводнений, показывает, что при определенной гидрометеорологической и синоптической ситуации на ней может возникнуть катастрофическое наводнение весьма редкой повторяемости. Ориентируясь на такое не наблюдавшееся, но возможное наводнение, надо определять полезную емкость водохранилища и размеры водосбросных отверстий плотины и вместе с тем гарантировать их безопасность на достаточно длительный период. (В понятие безопасности включается не только безопасность самой плотины, но и людей, а также материальных ценностей, которые могут пострадать в результате ее аварии.)

При определении размеров водосбросных отверстий плотин проектировщик лишен возможности принимать за расчетный максимальный расход воды, фактически наблюдавшийся на данной реке. У него никогда нет полной уверенности, особенно при коротких рядах гидрологических наблюдений, в том, что именно этот расход является наибольшим и не может быть превышен. Гидрологический расчет позволяет установить лишь ожидаемый максимальный расход определенной обеспеченности (повторяемости). Величину расчетной обеспеченности обычно принимают на основании норм проектирования.

Знание особенностей формирования катастрофических паводков и паводков, их длительности, максимальных расходов воды, проходящих при этом в реке, и соответствующих им уровней необходимо при разработке технических мероприятий для увеличения пропускной способности речного русла, при сплошном его обваловании, при расчете высоты дамб и расстояния между ними. Ответ на вопросы, возникающие при решении подобных задач, также дают соответствующие инженерные гидрологические расчеты.

Для уменьшения ущерба от наводнений у объектов, не имеющих защитных сооружений, решающая роль принадлежит гидрологическому прогнозу, задача которого — предсказать размеры ожидаемых затоплений, величину максимального уровня, время начала подъема уровня воды в реке, скорость его подъема и ожидаемую длительность стояния уровней высоких вод. Гидро-

логический прогноз катастрофического половодья или паводка является основанием для всей организационно-технической деятельности местных, районных и областных противопаводочных комиссий. Все гидрологические прогнозы, выпускаемые в СССР органами Гидрометслужбы, делят на водные и ледовые.

Задача водных прогнозов в борьбе с речными наводнениями изложена выше. Назначение ледовых прогнозов — предвычисление времени появления льда на водных объектах и их замерзания, толщины льда, сроков вскрытия и освобождения ото льда, заторных и зажорных явлений.

По признаку заблаговременности выпуска гидрологических прогнозов их делят на долгосрочные и краткосрочные. К долгосрочным относят прогнозы, выпускаемые с заблаговременностью в 30, 60 и более суток, к краткосрочным — все прогнозы меньшей заблаговременности, выпускаемые за 5—10 дней до наступления прогнозируемого явления.

Период половодья на реках является особенно ответственным для гидрологов Гидрометслужбы. В это время они внимательно и непрерывно следят за ходом и интенсивностью снеготаяния, повышением уровня воды в реках, характером ледохода, с тем чтобы при возникновении на реке угрожающего положения немедленно уведомить о нем заинтересованные организации и оперативно отвечать на все запросы последних. Для получения оперативной информации о перечисленных гидрологических явлениях гидрологи, помимо наблюдательной гидрометрической сети, насчитывающей около 7000 пунктов наблюдений, широко используют данные гидрологической авиаразведки и соответствующую информацию с метеорологических спутников. На основании этих сведений гидрологи определяют количество оставшегося в речном бассейне снега, устанавливают размеры затоплений, скорость роста последних, место и мощность ледовых заторов и т. п.

Достаточно заблаговременные гидрологические прогнозы позволяют своевременно эвакуировать население и материальные ценности, организовать защиту от затоплений отдельных объектов посредством оперативного обвалования и, тем самым, значительно снижают ущерб от наводнений.

Проблема заблаговременного предвидения половодий, паводков, ледохода и других гидрологических явлений давно привлекала ученых. Однако только в самое недавнее время, с тех пор как гидрология из описательной науки стала превращаться в науку, изучающую и открывающую законы жизни рек и способную математически описывать и численно выражать гидрологические явления, появилась возможность их предвычисления (научного предвидения), то есть составления гидрологических прогнозов.

Прогнозирование гидрологических явлений усложняется тем, что для многолетних колебаний речного стока характерна смена циклов многоводных и маловодных лет, не имеющих строго выраженных закономерностей, зависящих, в общем, от солнечной



активности и связанных с ней климатических процессов и процессов циркуляции атмосферы. Продолжительность циклов различной водности составляет по времени от 2 до 8, реже до 20 лет. В разных районах нашей страны за одни и те же периоды наблюдается противоположный характер циклических колебаний стока. Например, маловодному циклу 1935—1950 гг. в бассейне Волги соответствовал период повышенной водности в бассейне Оби. Очень большую амплитуду колебаний имеют значения максимальных расходов воды в реках в годы различной водности, особенно в районах южных широт и вечной мерзлоты.

Гидрологические расчеты и прогнозы усложняются вековыми колебаниями климата и связанными с ними колебаниями увлажненности материков, а также наблюдаемыми в настоящее время изменениями климата под влиянием антропогенных факторов и других причин. Проследить вековые изменения климата важно, так как, зная эти изменения, можно подробнее разобраться в таких связанных с ними явлениях, как катастрофические наводнения, засухи, наступление ледников и др.

Вследствие сложности гидрологических явлений и больших трудностей, возникающих при организации и постановке точных и детальных измерений гидрометеорологических элементов на обширных территориях речных водосборов, гидрологи не располагают возможностями выполнять гидрологические расчеты с большой точностью.

**Роль метеорологии.** Гидрологический прогноз в значительной степени базируется на прогнозе погоды, ибо погода во многом определяет ход и интенсивность гидрологических явлений и процессов, вызывающих наводнения. От нее зависят величина осадков и их интенсивность, скорость таяния снега и ледников в речных бассейнах, ледовая обстановка на реках, потери поверхностного стока на инфильтрацию в почву и т. д. Для решения проблемы долгосрочного прогноза погоды необходимо прежде всего всестороннее и глубокое изучение закономерностей взаимодействия океана и атмосферы и механизма воздействия солнечного излучения на процессы, происходящие в атмосфере. Наши ученые ведут исследования по этим направлениям как самостоятельно, так и совместно с зарубежными учеными, в рамках международного сотрудничества. Наша страна является одним из инициаторов создания и участником Всемирной службы погоды (ВСП). ВСП открывает большие возможности для повышения точности и заблаговременности прогнозов погоды. В СССР в настоящее время работает созданный на базе Центрального института прогнозов Гидрометцентр в Москве, являющийся одним из трех мировых центров погоды в системе ВСП. На территории нашей страны, кроме того, функционируют три региональных гидрометцентра — в Новосибирске, Ташкенте, Хабаровске, десятки территориальных (республиканских или межобластных) бюро погоды, гидрометеорологических обсерваторий на водохранилищах и в крупных портах, областных гидрометбюро, авиа-

метеостанций в аэропортах, сеть метеорологических станций, ведущих непрерывные наблюдения за погодой в определенные часы суток. Одновременно наблюдения за погодой, синоптической обстановкой и циркуляцией атмосферы в глобальных масштабах для целей прогноза погоды ведут советские метеорологические спутники, по нескольку раз в сутки обзоревающие нашу страну и планету, корабли погоды. Для этой цели созданы и уже на протяжении многих лет работают советские арктические и антарктические станции.

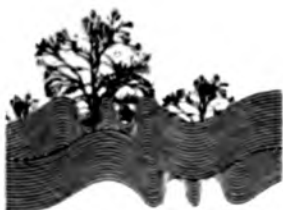
Для разгадок тайн погоды проводятся специальные эксперименты в глобальных масштабах по программам ПИГАП (Программы исследования глобальных атмосферных процессов). Среди них особое внимание уделяется Полярному эксперименту, поскольку полярные льды, будучи продуктом взаимодействия атмосферы и океана, в значительной мере регулируют обмен теплом и влагой между океаном и атмосферой.

С развитием науки о погоде и появлением таких технических средств, как метеорологические спутники, резко возрос объем получаемой информации. Возникшую диспропорцию между количеством полезной информации и возможностями ее использования можно преодолеть только созданием автоматических систем сбора и обработки информации. Создание такой системы у нас в стране началось. Когда оно будет завершено, территорию Советского Союза покроет сеть автоматических метеорологических станций и обсерваторий. В космосе будут находиться и круглосуточно „осматривать“ поверхность земного шара несколько искусственных спутников. В крупных республиканских и областных центрах станут работать автоматизированные региональные и территориальные центры, оснащенные современными быстродействующими ЭВМ. Все станции, обсерватории и центры будут связаны между собой скоростными линиями связи, работающими в 10—20 раз быстрее современного телеграфа.

Тысячи автоматических станций и постов, в том числе гидрологических, сотни метеорологических локаторов и пунктов радиозондирования атмосферы, электронные вычислительные машины и искусственные спутники Земли будут работать, как один живой организм, по единому расписанию. Это — завтра службы погоды нашей страны. С созданием этой системы появится возможность достаточно точно и достаточно заблаговременно предсказывать явления погоды, а следовательно, и гидрологические явления. Существенно повысится и точность гидрологических расчетов, что безусловно облегчит и значительно удешевит борьбу с речными наводнениями.

# Основная использованная литература

1. Айзенберг М. М. Некоторые сведения о катастрофических паводках на реках Советских Карпат и условия их формирования. Сборник работ Киевской гидрометеорологической обсерватории, в. 2. Киев, 1962, с. 44—58.
2. Бахтин Н. П. Река Енисей. Л., Гидрометеоздат, 1961, с. 122.
3. Берг Е. В. Сведения о весенних половодьях на реках Волге и Оке в районе г. Горького в XVIII и XIX столетиях. Уч. Зап. ЛГУ, вып. 199, 1955, с. 3—64.
4. Берг Е. В. О высоте весеннего половодья р. Волги у г. Горького. Вестник ЛГУ, 6, 1956, с. 116—127.
5. Болдаков Е. В. Наводнения на Дальнем Востоке и борьба с ними. Амурский сборник, I. АН СССР. Хабаровск, 1959, с. 60—68.
6. Вишневский П. Ф. Ливни и ливневой сток на Украине. Киев, Наукова Думка, 1964, 291 с.
7. Гильзенбах Р. Земля жаждет. М., Прогресс, 1964, 357 с.
8. Голант В. Укрощение строптивой. Л., Гидрометеоздат, 1966, 189 с.
9. Долгушин И. Ю. Особенности половодий на Нижней Оби. Природа, № 6, 1969, с. 125—127.
10. Зайков Б. Д. Высокие половодья и паводки на реках СССР за историческое время. Л., Гидрометеоздат, 1954, 135 с.
11. Кандиба Б. Н. Речные наводнения. СПб, 1913, 29 с.
12. Клопов С. В. Борьба с наводнениями и использование гидроэнергоресурсов рек юга Дальнего Востока. АН СССР. Изучение и освоение рек Дальнего Востока. М., Наука, 1969, с. 26—49.
13. Московкина Э. Г. Паводки на р. Даугаве за историческое время. Рига, 1960, 152 с.
14. Муранов А. П. Река Хуанхэ. Л., Гидрометеоздат, 1957, 85 с.
15. Муранов А. П. Река Янцзы. Л., Гидрометеоздат, 1959, 122 с.
16. Муранов А. П. Реки Евфрат и Тигр. Л., Гидрометеоздат, 1959, с. 139.
17. Сведения о наиболее высоких и наиболее низких стояниях уровня воды и о вскрытии и замерзании рек бассейнов Черного и Балтийского морей по наблюдениям в/п с 1881 по 1910 г. Казань, УМИД, 1916, 323 с.
18. Светитский В. П. О выдающихся максимальных расходах воды рек Средней Азии и их достоверности. Труды Гидропроекта. Сборник 12. М.—Л., Энергия, 1964, с. 132—137.
19. Светитский Д. О. К истории наводнений Москва-реки. Зап. ГГИ, 1938, в. 10, с. 295—298.
20. Светитский Д. О. К вопросу о колебаниях климата и водоносности рек в историческое время. Известия ГГИ, 1938, с. 35—39.
21. Соколовский Д. Л. О предельных модулях максимального стока на реках земного шара и методике их определения. Труды ГГИ, 1968, в. 163, с. 3—8.
22. Стоценко А. В. Проблема Амура и ее значение для борьбы с наводнениями и для внутреннего водного транспорта. Амурский сборник I. АН СССР. Хабаровск, 1959, с. 51—59.
23. Херхеулидзе И. И. Скорости течения и русловые характеристики селевых потоков. Труды ЗакНИГМИ, 1972, вып. 40 (46), с. 134—180.
24. Херхеулидзе И. И. Некоторые вопросы индустриального противоселевого строительства. Труды ЗакНИГМИ, 1972, вып. 40 (46), с. 6—41.
25. Хелм Томас. Когда бушуют стихии. М., Гидрометеоздат, 1972, 173 с.
26. Швец Г. И. Выдающиеся гидрологические явления на юго-западе СССР. Л., Гидрометеоздат, 1972, 243 с.
27. Шпейер В. К. Изыскания мероприятий против наводнений в г. Москве, М., 1910, 24 с.



## I

### Причины наводнений

#### Естественные причины

Особенности наводнений 17. Полноводья и паводки 20. Ливни и ливневые наводнения 22. Зимние наводнения 26. Нагонные наводнения 29. Селевые наводнения 31. Завальные наводнения 35.

#### Антропогенные причины 39

Хозяйственная деятельность в речных бассейнах и руслах 39. Ошибки в инженерных расчетах и гидрологических прогнозах 43.



## II

### Катастрофы и бедствия на берегах рек

#### Реки бедствий 47

„Строптивые“ реки Европы 47. Янцзы и Хуанха 51. Ганг, Брахмапутра и Инд 54. Неистовые Миссури и Миссисипи 57. Амазонка 60.

#### Наводнения на реках СССР 62

Разливы Волги 62. Наводнения на Днепре и его притоках 64. Днестровские наводнения 66. Карпатские реки 68. У стен древнего Новгорода 70. Невские наводнения 71. Дыхание льда и моря 74. На водных просторах Оби 76. Наводнения на Енисее 77. Амур и реки Забайкалья 78. Амударья 80.



## III

### Борьба с наводнениями

#### Стратегия и технические способы борьбы с наводнениями 84

Немного истории 84. Научные основы стратегии борьбы с наводнениями 86. Окowy для рек 91. „Хирургия“ речных русел 92. Водоохранилища 95. Предотвращение зимних наводнений 98. Преграды селям 100.

#### Покорение рек бедствий 102

Борьба с водной стихией в Европе 102. Обуздание Ганга 105. В долинах Миссури и Миссисипи 106. Что ждет Амазонку? 109.

#### Наступление на наводнения в СССР 110

Планы борьбы с наводнениями в действии 110. Усмирённая Волга 112. Тихий Дон 112. „Чуден“ Днепр 113. Заслоны наводнениям на Днестре и Пруте 114. Архангельск без наводнений 115. Укрощение сибирских рек 116. Укрощение Амура и его притоков 116. Управление водами среднеазиатских рек 117. Сегодня и завтра рек Кавказа и Закавказья 118.

#### Задачи гидрометеорологии 121

В чем сложность проблемы? 121. Роль гидрологии 122. Роль метеорологии 125.

СЕРГЕЙ СЕРГЕЕВИЧ ГИНКО



## КАТАСТРОФЫ НА БЕРЕГАХ РЕК

Редактор Л. А. Зельманова. Художественные редакторы: Б. А. Денисовский, В. А. Баканов. Художник Б. Х. Петрушанский. Технический редактор В. И. Семенова. Корректор В. И. Гинцбург.  
ИБ № 542

Сдано в набор 30/XI 1976 г. Подписано к печати 14/IX 1977 г. М-20292. Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бумага тип. № 2 и офсетная. Печ. л. 8,0 с вкладкой. Уч.-изд. л. 9,62. Тираж 80 000 экз. Индекс ПЛ-30. Заказ № 3799. Цена 45 коп. Гидрометеиздат. 199053. Ленинград, 2-я линия, 23. Полиграфкомбинат им. Я. Коласа Государственного комитета Совета Министров БССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Минск, Красная, 23.



С. С. ГИННО

## КАТАСТРОФЫ НА БЕРЕГАХ РЕК

Речные наводнения по своей разрушительной силе и катастрофическим последствиям оправдливо считаются «дядяшкой номер два» после самого страшного из стихийных бедствий — землетрясения. Действительность С. С. Гинно как ученого была тесно связана с изучением наводнений. Им накоплен большой материал, позволяющий полно и убедительно рассказать о масштабах наводнений на крупнейших реках мира, о защитных сооружениях прошлого и наших дней, о методах покорения рек. Особую ценность придает книге кригаческий обзор успехов и неудач человека в деле овладения водной стихией.