

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И РЕЖИМ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

УДК 556.54:627.152.153(282.247.38)

НАВОДНЕНИЯ В ДЕЛЬТЕ р. КУБАНИ¹

© 2011 г. Д. В. Магрицкий*, А. А. Иванов**

*Московский государственный университет
119991 Москва ГСП-1, Ленинские горы

**Кубанская устьевая гидрометеостанция
353520 Темрюк, ул. Розы Люксембург, 60

Поступила в редакцию 10.03.2010 г.

Предложена типизация наводнений в дельте р. Кубани. Для каждого выделенного типа наводнений рассмотрены их причины, повторяемость и особенности проявления в дельте. Оценена эффективность существующих мер борьбы с наводнениями. Оценена современная пропускная способность основных дельтовых рукавов; изучены процессы заторообразования в дельте. Подробно рассмотрены причины, характер проявления и последствия экстремальных наводнений 1969 и 2002 гг. В итоге разработаны рекомендации по предотвращению либо снижению ущерба от стоковых наводнений и наводнений смешанного типа.

Ключевые слова: Кубань, дельта, рукав, наводнения, заторы льда, нагоны, пропускная способность, меры по борьбе с наводнениями.

Наводнения сопровождают развитие человеческого общества с древнейших времен, и среди природных стихийных бедствий они по своим разрушительным последствиям возглавляют список наиболее опасных природных процессов. По данным ЮНЕСКО, в XX в. от наводнений в мире погибло 9 млн. чел., а от землетрясений и ураганов – 2 млн. [21]. Ущерб от наводнений в целом по миру исчисляется десятками миллиардов долларов. Площадь территорий, подверженных наводнениям, в настоящее время превышает 3 млн. км² [31]. На них проживает около 1 млрд. жителей планеты.

Гораздо чаще, чем другие участки речных бассейнов и морских побережий, подверженными наводнениям оказываются устьевые области многих рек. Не исключение и дельта р. Кубани. Из-за низких абсолютных отметок и малых уклонов земной поверхности, а также разнообразия гидроклиматических причин, вызывающих катастрофические подъемы уровней воды, территория дельты не раз затоплялась либо речными, либо морскими водами. Последний раз это случилось зимой и летом 2002 г. Затоплению подверглись населенные пункты, промышленные объекты и сельхозугодья; были разрушены или частично повреждены дороги, дома, мосты, линии электропередач и т.п. Общий

ущерб оценивался в несколько сотен миллионов рублей.

Таким образом, дельта Кубани (важный в экономическом и экологическом отношении район России, где с давних пор проводятся самые различные мероприятия по защите территории, построек и населения от наводнений и имеется некоторый опыт борьбы с ними) оказалась не полностью защищенной от подобных стихийных явлений. Такая ситуация вызывает серьезные опасения и требует проведения дополнительных исследований по выработке новых мер по борьбе с наводнениями и повышению эффективности тех мер, которые применялись ранее. Это можно сделать только в результате подробного анализа причин и особенностей наблюдавшихся в прошлом в дельте р. Кубани наводнений, а также путем оценки содержания и эффективности мер по борьбе с наводнениями.

Различные сведения о прошлых наводнениях в низовьях р. Кубани и в ее дельте содержатся в [5, 9, 10, 14, 16–18, 24, 25, 27, 31, 32]. Детальным изучением причин и характеристик наводнений в дельте р. Кубани и оценкой эффективности мер по борьбе с ними практически никто ранее не занимался. Лишь в работах В.И. Коровина и Г.А. Галкина [4–6, 14] приводятся результаты анализа почти 200 случаев крупных наводнений в бассейне Кубани за 275-летний период (вплоть до 1975 г.), их причин и генетического типа. В этих работах приведена сводная (для бассейна в целом) гистограмма внутригодового распределения наводнений всех типов. Краткий анализ причин и генетических типов наводнений в бассейне Кубани дан также в [25].

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 08-05-00305), программы поддержки ведущих научных школ (НШ-4964.2008.5), ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” (государственный контракт 02.740.11.0336, договор 11.G34.31.0007).

Материалами для исследования, выполненного авторами настоящей статьи, послужили как опубликованные и хранящиеся в разных архивах сведения о наводнениях в дельте Кубани и на восточном побережье Азовского моря, так и собственные данные авторов — из фондов Кубанской устьевой гидрометеостанции (КУС) и географического факультета МГУ, полученные в последние 40 лет в период и после окончания наводнений. Эти материалы, в частности, стали основой для первых публикаций [10, 18], посвященных именно наводнениям в дельте Кубани.

Сведения об основных географических, гидрографических и водохозяйственных характеристиках дельты Кубани приведены в работах [17, 20, 22, 23, 28].

ТИПИЗАЦИЯ НАВОДНЕНИЙ В ДЕЛЬТЕ р. КУБАНИ

Под наводнением понимается затопление водой прилегающей к реке или водоему местности, которое причиняет материальный ущерб, наносит урон здоровью населения или приводит к гибели людей [26]. Более расширенное и с экологическим уклоном толкование этого понятия дано в [7, 11]: “наводнение — это временное затопление территории, освоенной человеком для различных целей, вызывающее отрицательные последствия социально-экономического и экологического характера, выражающиеся в материальном и нематериальном ущербе”. Затопление же водой земель, не сопровождающееся ущербом, можно считать лишь разливом вод реки или водоема. В то же время, затоплением называют образование свободной поверхности воды на участке территории в результате повышения уровня водотока, водоема или подземных вод [30].

По размерам и по наносимому суммарному ущербу обычно различают небольшие, большие, выдающиеся и катастрофические наводнения [26]. Причем наводнения относят к той или иной категории в какой-то мере произвольно — на основе учета повторяемости и продолжительности наводнений, качественной характеристики степени затопления территории и нарушения нормальных условий жизни людей, по нанесенному ущербу. В [7, 11] пяти категориям (классам) наводнений приданы четкие количественные обоснования по количеству жертв и временно эвакуированных людей, площади затопления и ущербу. Существуют и другие подходы к классификации наводнений по социально-экономическому ущербу, включая применяемые международными организациями, страховыми компаниями, МЧС РФ и др. [7, 8, 21].

Причины наводнений в дельте Кубани многообразны. Типы наводнений различают по вызывающим их причинам или группам причин. В соответ-

ствии с [26] наводнения в дельте могут быть разделены прежде всего на стоковые, заторные и нагонные.

Стоковые наводнения связаны с очень большим расходом воды в реке и дельтовых рукавах. Такие наводнения случаются в период весенне-летнего таяния сезонных и высокогорных снегов, ледников, при выпадении обильных ливневых и обложных осадков, гипотетически — в случае прорыва плотин.

Заторные (зажорные) наводнения вызваны большим сопротивлением, которое оказывают заторы и зажоры льда на водный поток в реке и рукавах. Однако такого вида наводнения в дельте Кубани случаются очень редко. Важное дополнительное условие для катастрофического выхода воды на пойму при заторах (зажорах) — относительно большие расходы воды при прохождении паводка или во время половодья. Поэтому имеет методический смысл отдельно выделять стоково-заторные наводнения, или наводнения смешанного типа.

К нагонным наводнениям приводят сильные ветровые нагоны воды со стороны Азовского моря.

Наводнения в дельте Кубани можно также разделить на обусловленные природными, антропогенными факторами и смешанного происхождения.

Помимо упомянутых групп наводнений, вследствие мощных ливней в условиях определенных орографических, гидрогеологических и других особенностей отдельных территорий дельты могут наблюдаться наводнения, не связанные ни с рекой, ни с другими водными объектами. Обильные дождевые воды либо не успевают впитываться в почву и сбрасываются в гидрографическую сеть (из-за их ливневого характера), либо вызывают значительное повышение горизонта грунтовых вод (вследствие большого количества ранее выпавших осадков). Иногда отток дождевых вод затрудняют малые уклоны дельтовых участков суши, защитные дамбы и прирусловые валы. Все это может привести к затоплению дельтовых земельных угодий (и к формированию на них мощных дождевых потоков), к ослаблению грунтов и даже к появлению оползней.

В табл. 1 приведены сведения о наводнениях в дельте Кубани, о которых имеется достаточно полная и достоверная информация в литературных источниках и архивах КУС. Из табл. 1 видно, что чаще всего наводнения в дельте р. Кубани происходят при прохождении паводков по реке и одновременно при заторах льда в речных руслах и на взморье. За последние сто лет именно наводнения смешанного и заторного типов составляют ~50–60% всех случаев наводнений, а стоковые наводнения ~35–45%. Приблизительно 10% случаев — это два катастрофических нагонных наводнения в 1914 и 1969 гг.

Таблица 1. Сведения о наводнениях и значительных разливах в низовье р. Кубани и в ее дельте (здесь и в табл. 2–4 прочерк – отсутствие данных)

Дата	Причина явления	Перечень участков дельты (затронутых наводнением), характер последствий
Август 1737 г. Июнь–сентябрь 1738 г. 1–2 октября 1739 г.	Половодье Паводок Морской нагон	“...на Кубани воды от нынешних жаров великие” [14] “...непомерные летние разливы” р. Кубани [14] Во время осады русскими войсками крепости Ачуево морским штормом и сопутствовавшим ему нагоном были разбиты паром, разбросана флотилия, залита артиллерия и боеприпасы. Подъем уровня не превысил 2 м. Осада была снята, поход на Темрюк и Тамань отложен [5, 24, 33]
7 марта–27 мая, 8 августа–20 сентября 1789 г. Весна 1795 г.	Половодье, паводки Половодье	После “великой зимы, равной которой не было 100 лет” на Кубани прошли две волны выдающегося половодья. Водой были покрыты огромные пространства низин в бассейне реки [14] Из письма атамана Головатого губернатору Таврической области: “... в этом году был особенно сильный разлив Кубани, покрывшей своими водами прибрежные низменности и степи на огромных пространствах” [31]
31 января 1801 г.	Морской нагон	“От нрд-веста потопило все берега, лежащие по обе стороны Сладкого лимана и Сладкого ерика, по-над морем от Кучугур до Ачуево, даже достигло устья Черного ерика. Затопило водой на 1.5 аршина, разорило рыболовные заводы” [5]
1817 г.	–	“...было необыкновенное разлитие воды, которое произвели величайшие опустошения на Кубани и Тереке” [4, 31]
1840 г. Весна 1845 г.	Морской нагон Половодье, паводки	Были занесены Сладковское, Рубцовское и другие крупные гирла [24] После исключительно суровой зимы “от сильных дождей и снегов во всех горных реках, особенно, в Кубани и Афипсе – необычайное повышение воды, подъем уровня на 2 аршина (1.4 м) выше обычного. Затоплены и полностью разрушены Афипское и Алексеевское укрепления, батарея в Марьином Куте” [4]
9–27 марта 1877 г.	Половодье	Вся низменная территория от Екатеринодара до Темрюка (около 650 тыс. га, сотни населенных пунктов) покрылась сплошным слоем воды высотой до 1 м и оставалась в таком положении более месяца [4]
27 марта 1880 г.	Половодье, затор льда	“Быстрое таяние снега и вскрытие р. Кубани было разрушительно. Нагроможденные массы льда толщиной 70 см и около 2 м высотой подобно лавине устремились вниз. Все русло Кубани настолько и запрудилось льдом, что вода вышла из берегов и пошла лесом, который еще никогда не заливался на памяти стариков” [6]
27 января 1881 г.	Паводок, заторы льда	“При сильном ледоходе вода в Кубани возвысилась до небывалых размеров, причиной чему – громадный затор. Станица Троицкая уничтожена, жители спаслись, бродя по пояс в воде при морозе до –14°С” [6]
17 февраля 1892 г.	Морской нагон	“... на Ачуевской косе вследствие порывистого юго-западного ветра было сильное наводнение, коим уничтожен 31 рыболовный завод, потонуло 30 человек, 400 голов рогатого скота, 56 лошадей. Коса была залита водой на 3 аршина”. Наводнением была охвачена территория от Темрюка до Ачуево. Общий ущерб составил 45000 рублей [5]
Весна 1906 г.	Половодье, затор льда	“Река Протока прорвала весной дамбу напротив казачьих лагерей (в станице Славянской) и валом, высотой с жилой дом, понеслась на станицу. Поток снес три квартала между лагерями и улицей Запорожской” [29]
28 февраля 1914 г.	Шторм, морской нагон	Поселения, расположенные на побережье между устьями Кубани и Дона, были затоплены 3-м слоем воды. На берег было выброшено 600 баркасов. В Темрюке, где вода поднялась на 1.7 м выше ординара, смыло оградительную дамбу и затопило часть города; на Ачуевской косе прибой уничтожил жилые строения и 100 рыбных и консервные заводов. Погибло до 3000 чел. [5, 24]
1915 г.	Половодье, паводки	“Небывалый” разлив продолжался почти полгода, достигнув максимума в июне–июле. В зону полного затопления попали 130 тыс. га земли и десятки населенных пунктов [4]
Весна–лето 1917 г.	Паводок	“Катастрофический прорыв р. Кубани в старое черноморское русло заполнил Витязевский лиман пресной водой и рыболовство вновь возобновилось”. Это же наводнение распределило и Кизилташский лиман, который “до мая 1917 г. представлял собой горько-соленое болото” [4]
Февраль 1928 г.	Паводок, заторы льда	Выше г/п Тиховский во многих местах начались переливы воды через гребни дамб, был прорван правобережный вал. Вода затопила 65 тыс. га пойменных земель, занятых Кубанской рисовой системой [28]
Июнь 1931 г.	Половодье, паводки	Под водой оказалась вся левобережная пойма р. Кубани и одноименного рукава от устья р. Лабы до Азовского моря. Общая площадь затопленных в низовьях Кубани земель превысила 400 тыс. га, из них посева – 103 тыс. га. Была разрушена на целый год железная дорога Троицкая–Крымская [4, 28]

Таблица 1. Окончание

Дата	Причина явления	Перечень участков дельты (затронутых наводнением), характер последствий
Март 1932 г.	Паводок, заторы льда в рукавах и их устьях	На р. Кубани (между Краснодаром и Тиховским), на рук. Протока (до станицы Гривенской) и на отдельных участках рук. Кубань из-за многочисленных заторов льда и прорывов защитных дамб отмечались очень большие разливы и затопление пойменных земель. Площадь затопления составила 137 тыс. га [14, 28]
Февраль 1937 г.	Паводок, заторы льда	Затоплена пойма в районе Переволоцкого узла разветвления, на отдельных участках — прораны и размывы в защитных валах (из фондов СК УГМС)
Март 1954 г.	То же	Во время ледохода и забитости морским льдом устьев рукавов образовались мощные заторы льда; уровень в реке и рукавах поднялся выше критического; во многих местах были прорваны защитные дамбы и затоплены сотни тыс. га земель. Общий ущерб составил свыше 2 млн. долл. [4, 31]
23—24 мая 1955 г.	Морской нагон	Уровень воды в районе порта Темрюк поднялся на 150 см. Морские и речные воды затопили правобережную пойму [28]
1956 г.	Половодье	Во время весеннего половодья Кубань и ее притоки вышли из берегов и затопили 500 тыс. га земли и 150 населенных пунктов. Ущерб от этого паводка мог быть более значительным, если бы не Тицкое и Шапсугское водохранилища. С их помощью удалось значительно срезать пик расхода воды [4]
18—20 февраля 1963 г.	Паводок, заторы льда	В 11—13 км ниже станицы Троицкой размывы береговые валы, ширина проранов — 50—200 м. В 18 км выше Демина Ерика в шести местах размыв правый берег, вода вышла на пойму; в 300 м ниже станицы Гривенской размыв левый береговой вал, ширина размыва — 50 м. Ущерб от этого сравнительно небольшого наводнения составил 15 млн. долл. [31]
16—21 июня 1966 г.	Половодье, паводки	В дельте была размыва дамба обвалования у хутора Ханьков. В целом в бассейне были полностью затоплены 15 населенных пунктов, нефтегазовые промыслы (в Славянском районе), разрушены до 100 км автодорог. Ущерб от наводнения составил 61 млн. долл. [31]
28—29 октября 1969 г.	Морской нагон	Охватило участок юго-восточного и восточного побережья Азовского моря протяженностью 150 км и глубиной 10—30 км. Дальность распространения нагонного повышения уровня по рукавам Кубань и Протока достигала ~80—90 км. Максимальный подъем уровня на МКД составил ~4 м. Был нанесен значительный материальный ущерб, погибли люди (из фондов КУС)
Июль 1972 г.	Половодье, паводки	Произошел прорыв дамбы на рук. Казачий Ерик и затопление близлежащих сельскохозяйственных угодий (из фондов КУС)
Сентябрь, октябрь 1972 г.	Ливневые осадки	В районе станицы Запорожской и пос. Стрелка было подтоплено несколько домов и размыва железнодорожная насыпь. У станицы Запорожской это привело к сходу с рельс тепловоза с пассажирскими вагонами. В низменных местах уровень воды поднялся на 1.5 м (из фондов КУС)
14—15 мая 1973 г.	То же	За 2 дня выпало ~75 мм осадков. В районе станицы Запорожской была размыва железнодорожная насыпь (из фондов КУС)
12 февраля 1985 г.	Паводок, заторы льда	Из-за затора в устье рук. Петрушина в районе г. Темрюка были затоплены построенные на пойме жилые дома, огороды и хозяйственные строения. Ущерб незначительный (из фондов КУС)
18—22 февраля 1993 г.	То же	Ледяные заторы образовались в 10 км выше г. Темрюка и станицы Варениковской. Ниже станицы Варениковской было залито несколько полей (из фондов КУС)
22—30 января 1996 г.	Заторы льда	Ледяные заторы образовались в устье рук. Петрушин. Была затоплена западная часть пригорода Темрюка и прилегающие к городу территории (на правом и левом берегах рукава), порт, склады, Темрюкский осетровый завод, размыва дорога Темрюк—Вербино (из фондов КУС)
Март 1998 г.	Ливневые осадки и подъем грунтовых вод	В крае было подтоплено ~500 тыс. га земли, 132 населенных пункта. В г. Темрюке и станице Голубицкой произошла резкая активизация оползневых процессов, в некоторых районах слой воды достигал 0.5—1.0 м. В Темрюкском районе пострадало около 107 частных домовладений и 300 чел. Были деформированы стойки ЛЭП (из фондов КУС)
Декабрь 2001 г.—январь 2002 г.	Паводок, заторы льда	Ледяные заторы образовались в устье рук. Петрушин, в районе хутора Зайцево Колено, станицы Варениковской, хутора Ханькова, в истоке рук. Протоки, ниже г/п Дубовый Рынок. Были затоплены большие площади земель, в основном, вдоль рук. Кубань (~74 тыс. га), в том числе часть г. Темрюка. Пострадало 10 тыс. чел. [7, 10]
8—9 июля 2002 г.	Половодье, паводки	В результате прорыва дамбы на рук. Протока в районе пос. Забойский было затоплено 1.5 км ² рисовых угодий и насосная станция ЧОРС. Сам поселок почти не пострадал (из фондов КУС)

СТОКОВЫЕ НАВОДНЕНИЯ И МЕРЫ ПО ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ

Причина стоковых затоплений поймы (разливов) и наводнений — интенсивный, выше критической отметки $H_{кр}$ подъем уровня воды в русле, вызываемый максимальными расходами воды Q_{max} . Причем максимальные за год расходы воды могут наблюдаться в вершине дельты р. Кубани в любое время года, но особенно часто в мае—июне (~40% до 1973 г.) и реже всего в сентябре (<1%). К устьям основных дельтовых рукавов Протока и Кубань повторяемость Q_{max} в теплый сезон года снижается [20, 22]. Это связано с поступлением в рук. Кубань вод левобережных притоков с осенне-зимним паводочным режимом (в прошлом — через проток Куркуй, а с конца 1960-х гг. — по Варнавинскому каналу), с интенсивным забором (в теплый период) воды на нужды орошения и обводнения, с разливом по пойме и плавням вод паводков и половодья, с рассредоточением стока в узлах разветвления рукавов и др.

При превышении уровней воды в реке или рукаве отметки $H_{кр}$ начинается затопление поймы и (в критическом случае) размещенных на ней хозяйственных и социальных объектов, т.е. наводнение. Разлив речных вод и стоковые наводнения зависят от величины и продолжительности максимального стока воды реки, от пропускной способности русла и обвалованной части поймы, морфологических особенностей поймы. От года к году эти факторы могут меняться. Этому способствуют многолетние колебания максимальных расходов воды реки и величин паводков и половодья, вертикальные деформации русел, строительство гидротехнических сооружений и дамб обвалования, хозяйственное преобразование берегов и поймы; русловые работы и др.

Под влиянием гидролого-морфологических процессов и техногенных мер к 1980-м гг. пропускная способность р. Кубани и рукавов дельты постепенно возрастала, а Q_{max} , наоборот, снижались. В недалеком прошлом пропускная способность естественного русла Нижней Кубани не превышала 1000 м³/с, тогда как фактические расходы воды в реке часто были больше. Например, с 1912 по 1972 г. годовые Q_{max} на гидрологическом посту (г/п) Краснодар были лишь в 10% случаев меньше 1050 м³/с, а наибольший Q_{max} в 1932 г. превысил 2000 м³/с. Частые затопления поймы в низовьях р. Кубани, порой переходящие в наводнения, потребовали с конца XIX в. строительства надежной системы обвалования и проведения дноуглубительных работ. Уже на лоции 1911 г. видно, что большая часть Нижней Кубани к тому периоду была обвалована. В целом, принятые в течение XX в. меры увеличили пропускную способность Нижней Кубани (вместе с междамбовым пространством) до 1500 м³/с — в расчете на максимально возможный попуск из Краснодарского во-

доохранилища и максимальную пропускную способность Федоровского гидроузла (1700 м³/с).

В дельте к началу XX в. отдельные участки рукавов уже были обвалованы, а истоки большинства ериков перекрыты. Основной этап обвалования рукавов дельты пришелся на 1920-е гг., и к середине XX в. необвалованными оставались лишь берега рук. Протока ниже г/п Гривенская и приморский участок рук. Кубань. Воды паводков и половодья разливались по правобережным плавням рук. Протока при расходах воды на г/п Гривенская >220 м³/с, т.е. в большую часть каждого года [28]. В результате ~18–20% годового стока рук. Протока (в 1936–1941 и 1946–1953 гг.) не доходило до моря. Впоследствии левый и частично правый берега рук. Протока были также обвалованы. Кроме того, на ранее обвалованных, но подмываемых участках рукавов дельты были построены дополнительные защитные дамбы.

Общая длина дамб обвалования от плотины Краснодарского водохранилища до устьев рукавов дельты составляет ~650 км. Высота дамб (над поверхностью поймы) меняется в верхней части рукавов (по данным ПИИ “Кубаньводпроект” и КУС и по состоянию на 1980–1981 гг.) приблизительно от 1.5 до 2.5 м (рук. Кубань) и от 0.5 до 3.5 м (рук. Протока), в средней части — 1.5–3.0 м (рук. Кубань) и 1.0–2.5 м (рук. Протока), вдоль нижних участков рукавов — 2.0–1.0 м и менее. Такая высота обеспечивала защиту населенных пунктов и освоенных пойменных земель от затопления даже при очень высоких уровнях воды в реке и рукавах: затоплялась только часть поймы между бровкой берега и защитными дамбами (подпадает под понятие “разлив”). Кроме того, на ряде участков дамбы выполняли берегозащитную функцию и сдерживали опасные горизонтальные деформации русел рукавов.

У рук. Кубань, в который поступает немного меньше половины стока воды р. Кубани [22], пропускная способность русла для большинства участков составляла в 1980–1981 гг. приблизительно 350–450 м³/с и более. Причем она возрастала к устью рукава, что было следствием более основательных защитных мероприятий (в сравнении с рук. Протока) на самом водоносном в недавнем прошлом рукаве. Прогнозировалось, что перелив воды через защитные дамбы в верхней части рукава возможен при $Q_{max} \geq 750–800$ м³/с (т.е. обеспеченностью $\leq 1\%$), а ниже по течению — от 71–62 км от устья рукава до г. Темрюка при $Q_{max} > 900$ м³/с. У г/п Варениковская затопление поймы было в прошлом довольно частым явлением (табл. 2) и нередко, в сравнении с другими постами, могло сопровождаться переливом воды через не очень высокие защитные дамбы. На рук. Протока при схожих с рук. Кубань расходах воды затопляемых участков было больше. Выход воды на пойму здесь мог про-

Таблица 2. Характеристика опасных подьемов уровней воды в дельте р. Кубани

Пост, расстояние от устьевонного створа (по лощи), км	Уровень выхода воды напойму $H_{кр}$, см над нулем поста*	Характер затопления	Высота дамб обвалования (над бровкой берега)***, м	Повторяемость лет с $H_{max} > H_{кр}$, %****					Число дней в году с $H_{max} > H_{кр}$		Глубина затопления, см	
				весна	лето	осень	зима	год	среднее	наибольшее	средняя	наибольшая
Тиховский, 118.5	400–450	Затопляется пойма между дамбами (в начале левого берега)	–	48	45	9	32	80	18	66	69	141
Троицкая, 105	330–400	То же	2.1–2.3/2.1–2.3	50	45	10	42	85	17	66	64	141
Варениковская, 49	670	Затопляется пойма между дамбами	0.7–1.9/1.7–2.5	6	3	0	6	16	5	12	24	45
Зайцево Колено, 24	700–740	То же	1.2–1.3/1.4–1.6	27	32	7	23	66	8	32	35	109
Переволоцкий узел, 18.5	90–110	»	1.1–1.6/1.3	6	0	0	0	13	7	10	13	17
Темрюк, 9.0	140**	Затопляется пойма между дамбами, промышленные постройки, жилые районы	1.3–1.5/–	95	90	37	73	100	90	216	123	199
Славянк-на-Кубани, 120	170**	Затопляется пойма правого берега между дамбой и руслом; на левый берег вода не выходит – стена набережной высотой 6 м	1.7 (в пределах города стена набережной высотой 6 м)/2.0–2.5	73	53	40	80	88	48	152	126	178
Демин Ерик, 72	580–600	Затопляется пойма между дамбами (в начале правого берега)	1.3–1.4/1.5–1.6	6	0	0	6	13	7	10	18	27
Гривенская, 58	600–650	То же	1.2/1.7	0	0	0	3	3	18	18	93	93
Слободка, 12	200	»	1.0/нет	56	65	12	65	95	48	157	49	87
Дубовый Рынок, 6.9	670	Затопляется пойма между дамбами	1.6/1.7	35	30	2	35	70	15	52	17	58
				28	22	2	30	55	14	52	17	58
				20	10	0	33	55	6	19	24	124
				25	36	7	20	68	8	32	40	90
				28	39	9	30	70	10	40	40	105
				3	0	0	0	3	3	3	18	18
				24	27	3	9	55	5	16	27	83
				86	81	28	63	95	52	127	77	165
				46	38	19	58	65	39	152	87	159
				100	90	20	80	100	50	117	27	39
				83	72	52	79	94	65	264	38	77
				11	0	0	11	18	8	14	10	19
				13	10	0	29	35	7	19	17	53

* – по данным из гидрологических ежегодников;

** – 140 см – уровень выхода воды на пойму; 170 см – уровень, при котором начинается затопление объектов города; 190 см – уровень, при котором начинается затопление районов города;

*** – числитель – для левого берега, знаменатель – для правого;

**** – при $H_{кр}$ в 1970–1990-е гг., для г/п Славянск-на-Кубани $H_{кр} = 420$ см.

изойти уже при $Q_{\max} \approx 300\text{--}400 \text{ м}^3/\text{с}$ и более, а достижение водой гребней защитных дамб — в отдельных местах (приблизительно между 100-м и 57-м км от устья рукава) уже при $Q_{\max} \geq 700 \text{ м}^3/\text{с}$. По-прежнему слабо защищенным от затопления оставался нижний правобережный участок рукава. Но здесь паводковые воды уходили в плавневый неосвоенный массив. В Казачьем Ерике даже при очень больших расходах воды, которые давно уже в нем не регистрируются, уровень воды не достигает гребня ограждающей дамбы.

Защитные дамбы не решают полностью проблему борьбы с наводнениями. Во время больших расходов воды в реке дамбы иногда подмывались, разрушались, и вода уходила через так называемые прораны на освоенные пойменные земли. Кроме того, поддержание в надлежащем состоянии дамб, имевших большую протяженность, требовало больших технических усилий и материальных затрат. Поэтому дальнейшие работы по совершенствованию систем обвалования не могли существенно улучшить ситуацию с наводнениями, и начиная с 40-х гг. XX в. большое внимание стало уделяться комплексному решению задачи борьбы с высокими паводками и половодьем, главным образом, с помощью строительства водохранилищ: Тшикского в устье р. Белой (1939–1940 гг.), Шапсугского на р. Афипис (1952 г.), Краснодарского на Нижней Кубани (1973 г.) и др. Наибольшее влияние на режим Нижней Кубани и дельты оказало сооружение Краснодарского водохранилища [18, 20, 22]. Регулирующее влияние Краснодарского и других водохранилищ привело к уменьшению среднегогодового Q_{\max} с 1140 (1930–1972 гг.) до 813 $\text{м}^3/\text{с}$ (1973–1986 гг.) (г/п Тиховский, вершина дельты). Этому способствовало также общее уменьшение водных ресурсов р. Кубани, вызванное естественными причинами и увеличением объемов водопотребления в бассейне реки [20, 22]. К нижним участкам дельтовых рукавов снижение средних и максимальных расходов воды достигало еще больших размеров. Таким образом, из-за уменьшения расходов воды, а также из-за русловой эрозии (вследствие возникшего в нижнем бьефе Краснодарского гидроузла дефицита речных наносов) и сопровождавшего ее понижения уровней воды [23], повторяемость, продолжительность и глубина затопления поймы в дельте Кубани заметно уменьшились (табл. 1, 2). Иначе говоря, проблема борьбы со стоковыми наводнениями в дельте к 80-м гг. XX в. в основном была решена. Исключение составляли лишь отдельные участки рукавов Кубань и Протока.

С началом стагнации в экономике страны (90-е гг. XX в.) ситуация с предотвращением стоковых наводнений вновь начала ухудшаться. Это было связано с деформацией и конструктивным ослаблением дамб, уменьшением объема дноуглубительных работ, сильным зарастанием древесной расти-

тельностью междумбовых участков поймы и, как следствие, со снижением пропускной способности реки и рукавов. В результате пропускная способность Нижней Кубани снизилась с 1500 до 1300–1200 $\text{м}^3/\text{с}$ и даже менее [3]. Аналогичная ситуация сложилась и для рукавов дельты. Главным следствием плохого состояния дамб стало их разрушение на ряде участков вдоль рукавов Кубань и Протока во время наводнений 2002 г. [10, 18].

Пропускная способность реки и рукавов дельты в настоящее время практически не изучена, поскольку значительные работы и исследования по этой тематике в дельте давно не проводились. Можно лишь приблизительно оценить пропускную способность русел рукавов для отдельных створов, для которых имеются кривые расходов воды и известны высотные отметки выхода воды на пойму. Результаты этих расчетов приведены в табл. 3. Их сравнение с предыдущими данными показывает, что пропускная способность русел рукавов в целом осталась прежней. Однако для ряда створов отмечено ее изменение, связанное либо с вертикальными деформациями русла, либо с различиями в расчетных методах и в местоположении створов. Пропускная способность увеличилась на створах в районе станицы Троицкой и НС №4 ЧОРС и уменьшилась в районе НС №10 ПАОС, ГС МК АОС, НС №1 ТОС+КОС, станицы Варениковской, ГС АГОС-1, станицы Гривенской и ГС АГОС-2 (табл. 3). Также выявлено, что выход воды на пойму Казачьего Ерика может происходить при существенно меньших расходах воды в рукаве, чем считалось ранее. В случае выхода воды на междумбовую пойму для всех участков рукавов глубина покрытия поверхности суши водой не превышала 2 м (табл. 2). Такие затопления относятся по [30] к категории мелководных.

Почти одновременно с ухудшением состояния дамб и уменьшением пропускной способности русел увеличились расходы воды Нижней Кубани (средний годовой Q за 1987–2007 гг. составил на г/п Тиховский 412 $\text{м}^3/\text{с}$, а $Q_{\max} = 944 \text{ м}^3/\text{с}$), увеличился износ оборудования и конструкций многих гидротехнических и мелиоративных сооружений в низовьях р. Кубани. Кроме того, в 2003 г. было спущено Шапсугское водохранилище, а регулирующая емкость Краснодарского водохранилища за 35 лет его эксплуатации заметно сократилась [35].

В начале XXI в. проявилась новая угроза — возможное нарушение целостности плотины Краснодарского гидроузла (ГУ) или даже ее разрушение во время пропуска паводка редкой повторяемости или землетрясения силой >7 баллов. Так, за последние 200 лет, по данным Т.Н. Мельниковой, в районе водохранилища произошли 5 средних землетрясений, причем 3 из них зафиксированы вблизи плотины. Серьезную угрозу для ГУ представляют террористические акты, вероятность которых особенно высока на Северном Кавказе. Разрушение плотины Крас-

Таблица 3. Приближенные величины пропускной способности русел в дельте р. Кубани по состоянию на 2001–2004 гг. (по данным МГУ, КУС, ПИИ “Кубаньводпроект”) (НС – насосная станция, ГС – головное сооружение, МК – магистральный канал, ПАОС – Петровско-Анастасиевская оросительная система (ОС), АОС – Азовская ОС, ТОС – Темрюкская ОС, КОС – Курчанская ОС, ЧОК – Черноерковский опреснительный канал, ЧОРС – Черноерковская оросительная рисовая система, МЧОС – Марьяно-Чебургольская ОС)

Водоток	Створ, расстояние от моря, км	Уровень выхода воды на пойму, м БС	Максимальный расход воды, м ³ /с	Затопляемый берег	
Р. Кубань	г/п Тиховский, 116	9.30	1150	Левый	
Рук. Кубань	ГС МК ПАОС, 115.5	–	550	»	
	г/п Сербин (Беляев), 115	9.50	550	Пойма между валами	
	г/п Троицкая, 102	8.52	500	Левый	
	НС № 10 ПАОС, 99.6	–	280	»	
	85.0	6.50/6.90	525/575	Левый/правый	
	НС № 9 ПАОС, 65.8	–	400	Левый	
	ГС МК АОС, 55.1	–	300	»	
	НС № 1 ТОС и НС № 1 КОС, 52.2	–	275	»	
	Станица Варениковская, 45.0	2.54	220	Пойма между валами	
	Рыбколхоз им. Куйбышева, 38.0	–	450	Правый	
	Анапский водовод, 26.0	–	350/500	Левый/правый	
	г/п Зайцево Колено, 22.0	2.50	350	Пойма между валами	
	г/п Темрюк, 7.2	0.95	340	То же	
	Рыбколхоз “Труженик моря”, 4.0	–	100	Левый	
	Рук. Протока	г/п Славянск-на-Кубани, 115	8.40	600	Правый
		Совхоз “Сад-Гигант”, 109	–	550	»
		ГС ЧОК, 107	–	450	»
		ГС МК ЧОРС, 101	–	450	»
		НС № 1 ЧОРС, 87.2	–	400	»
НС № 2 ЧОРС, 77.9		–	350	»	
г/п Демин Ерик, 69.0		5.42	450	»	
НС № 3 ЧОРС, 65.5		–	450	»	
НС № 4 МЧОС, 64.5		–	425	Левый	
Ерик Васильчиков, 62.5		–	450	»	
г/п Гривенская, 52.0		3.39	300	Правый	
НС № 4 ЧОРС, 46.2		–	>800	То же	
Пригибский канал, 39.0		–	330	Левый	
29.0		2.60	–	Левый/правый	
НС № 6 ЧОРС, 14.2	–	300	Правый		
Рук. Казачий Ерик	г/п Слободка, 12.0	0.67	290	»	
	Ачуевский осетровый Рыбоводный завод, 0.5	–	300	»	
	г/п Дубовый Рынок, 6.9	1.27	35	Пойма между валами	

нодарского ГУ приведет к формированию в нижнем бьефе катастрофического паводка и затоплению примерно 600 тыс. га земель с проживающим на них населением (около 400 тыс. чел.). Причем разрушений и человеческих жертв может быть несравнимо больше, чем во время самых крупных наводнений, происходивших здесь в прошлом. Разру-

шительное действие волны прорыва заключается, главным образом, в движении с высокой скоростью очень больших масс воды, перемещающих различные разрушенные железные и бетонные конструкции, транспортные средства, небольшие строения, камни, доски, бревна и т.п., нередко – вредные и токсические вещества из разрушенных складов и

хранилищ экологически опасных материалов, а также адсорбированные донными отложениями водохранилища [1]. При прорыве плотин, согласно данным мировой статистики, значительные участки местности уже через 15–30 мин обычно оказываются затопленными слоем воды толщиной от 0.5 до 10 м и более. Самое большое число аварий, согласно материалам Комитета по разрушению плотин при Международном совете по большим плотинам, отмечено среди категории грунтовых плотин [1]. Максимальная доля аварий приходится на плотины всех типов высотой 15–30 м. Плотина Краснодарского ГУ относится к земляному типу, ее максимальная высота – 23 м [12, 35]. Поэтому, принимая во внимание ее солидный возраст (>35 лет) и другие факторы, потенциальная опасность ее разрушения довольно высока.

Несмотря на упомянутые выше проблемы, от стоковых наводнений дельту по-прежнему защищают лишь регулирование максимального стока р. Кубани Краснодарским водохранилищем, сохранившаяся в дельте противопаводочная система защитных прирусловых дамб, изъятие части речной воды в многочисленные мелиоративные системы, а также преобладающая эрозийная направленность русловых процессов в дельте и снижение отметок дна на большинстве участков рукавов (с конца 60-х гг. XX в.). Поэтому повторяемость и продолжительность затоплений междумбовой поймы в дельте по-прежнему невелика (табл. 2), а Краснодарское водохранилище по меньшей мере 4 раза за период эксплуатации предотвратило катастрофические наводнения на Нижней Кубани и в дельте. Это было в апреле–мае 1980 г. (тогда от катастрофических паводков серьезно пострадали населенные пункты Карачаево-Черкессии и Адыгеи); в июне 1988 г. (катастрофические паводки были отмечены практически на всех горных и равнинных реках Краснодарского края и Адыгеи; был нанесен серьезный ущерб 130 населенным пунктам, затоплено и подтоплено 25 тыс. жилых домов, затоплено ~330 тыс. га пахотных земель); в 1992 г. и в 2002 г. О возможных катастрофических последствиях летнего экстремального наводнения 2002 г. для низовьев и дельты Кубани свидетельствуют данные по ним для верхней и средней части бассейна реки, подробно описанные в [17, 32].

Для защиты от стоковых наводнений и смягчения их негативных последствий в будущем, как в бассейне, так и в дельте р. Кубани, по мнению авторов, необходимо продолжать осуществлять и совершенствовать комплекс инженерно-технических мероприятий и неинженерных мер по предупреждению таких наводнений, а также способов их прогноза. Причем при разработке и осуществлении мер защиты от наводнений бассейн Кубани (вместе с дельтой) необходимо рассматривать как единое целое.

Состав и характер мер различен для стокоформирующих и затопляемых районов бассейна р. Кубани. Для территорий районов первой группы важны превентивные меры, приводящие к восстановлению и повышению стокорегулирующей роли водосбора реки (жесткая регламентация мероприятий по осушению болот и сельскохозяйственному освоению склонов, распашка поперек склона, посадка лесозащитных полос, прекращение вырубки горных и предгорных лесов и т.п.). Кроме того, принимаемые меры должны способствовать регулированию стока малых и средних рек (путем создания небольших водохранилищ комплексного назначения), необходимо модернизировать систему оперативного и заблаговременного оповещения населения и профильных служб о ливневых осадках и сильных оттепелях, о паводках на притоках (расширение и модернизация сети регулярных метеорологических и гидрологических наблюдений) и т.п.

Для участков бассейна р. Кубани, подверженных наводнениям, перечень мер более обширен. Безусловно, необходимо продолжать осуществлять доказавший свою эффективность летом 2002 г. и в другие неординарные годы комплекс инженерно-технических мероприятий по предотвращению стоковых наводнений на Нижней Кубани и в дельте. Среди них необходимо отметить следующие:

- регулирование максимального стока воды р. Кубани Краснодарским водохранилищем; увеличение регулирующих возможностей чаши водоема; замена изношенных оборудования и конструкций; ремонт и повышение устойчивости плотины Краснодарского ГУ;

- реконструкция и ввод в строй Шапсугского водохранилища (планируется в 2013 г.);

- укрепление и реконструкция защитных прирусловых дамб на наиболее аварийных участках и, в частности, в местах значительного и длительного размыва берегов; возведение новых оградительных дамб, в том числе с применением современных материалов, повышающих устойчивость дамб и уменьшающих их фильтрационную способность; постоянное поддержание всех дамб в исправном техническом состоянии (часть этих работ к 2010 г. уже выполнена при участии ПИИ “Кубаньводпроект”);

- обустройство в населенных пунктах и промышленных районах эффективных дренажных систем;

- руслоразправительные и дноуглубительные работы, очистка русел от упавших деревьев и другого мусора, углубление устьевых баров, расчистка поймы;

- включение в противопаводочную систему регулирующих и распределительных возможностей многочисленных гидротехнических сооружений (ГТС) в низовьях и дельте р. Кубани; реконструкция этих ГТС, углубление и расчистка оросительных и особенно обводнительных каналов.

Следует отметить, что стоимость инженерных мероприятий и сооружений довольно высока. Кро-

ме того, одни эти мероприятия не могут обеспечить полной защиты от наводнений, а обвалование русел, наоборот, в ряде случаев приводит к росту максимальных расходов и уровней воды, так как значительная часть поймы исключается из водообмена, что способствует сосредоточению потока воды в русле. Поэтому вторым направлением борьбы со стоковыми наводнениями и их последствиями должны стать превентивные меры неинженерного характера и, в первую очередь, ответственный и жесткий контроль за использованием затопляемых земель и хозяйственной деятельностью на этих землях. Этот подход должен включать нормативное районирование и регулирование землепользования на затопляемых территориях; вынос важных, а также возведенных с правовыми и технологическими нарушениями объектов из зон периодического и потенциального затопления; применение особых конструктивных решений при урбанизации потенциально затопляемых участков поймы; изоляция мест складирования опасных веществ и отходов и др.

Среди других необходимых мер следует назвать следующие:

- увеличение числа и модернизация гидрологических постов (в ведении как Краснодарского ЦГМС, так и Кубанского БВУ); завершение создания системы оперативного и заблаговременного оповещения населения;

- создание современной гидрологической модели формирования стока в бассейне р. Кубани и внедрение ее в региональных прогностических центрах;

- прогнозирование быстроразвивающихся паводков и стоковых наводнений на основе усовершенствованных расчетных методик и улучшения системы сбора гидрометеорологической информации с применением ГИС-технологий и математического моделирования;

- определение на базе ГИС-технологий характеристик затопления различных участков дельты при разнообразных сочетаниях определяющих факторов;

- координация действий различных служб и организаций, осуществляющих гидрометеорологический мониторинг и защиту хозяйственных объектов и населения от наводнений, эвакуацию населения, восстановительные работы и т.п.;

- увеличение финансирования административных подразделений, землепользователей, гидрометеорологических и природоохранных организаций, других юридических лиц, содействующих проведению противопаводочных мероприятий, и введение налоговых льгот;

- поощрение страхования населения от наводнений.

Уже есть первые сравнительно успешные попытки применения ГИС-технологий и компьютерных моделей в прогностических целях. Они были разра-

ботаны и проверены на фактическом материале в рамках НИР 01-06 (2006–2008 гг.), выполнявшейся ГГИ и организациями-соисполнителями, включая географический факультет МГУ.

ЛЕДЯНЫЕ ЗАТОРЫ, ЗАТОРНЫЕ И СТОКОВО-ЗАТОРНЫЕ НАВОДНЕНИЯ И МЕРЫ ПО БОРЬБЕ С НИМИ

Прохождение паводков с середины ноября по конец марта иногда приводит к вскрытию р. Кубани и рукавов в дельте, сопровождающемуся ледоходом, которому, в свою очередь, нередко сопутствуют заторы льда на разных участках русла. Уровень воды выше “головы” затора, даже при сравнительно небольшом Q , может превысить не только наибольший стоковый H в году, но и $H_{кр}$, при котором начинается затопление поймы. Значительные заторные наводнения формируются в случаях образования мощных и устойчивых заторов льда на фоне больших расходов воды. Подъемы уровня воды, вызываемые зажорами льда, которые также типичны для дельты, обычно не достигают критических отметок.

Причин и условий, порождающих ледяные заторы, много. Их объединяют в 5 основных групп: морфологические, гидравлические, гидрографические, гидрометеорологические и антропогенные [2, 34]. Также выделяют постоянно действующие и обладающие межгодовой изменчивостью факторы. В нижнем течении и дельте Кубани сочетаются условия и факторы как уменьшающие, так и увеличивающие вероятность образования заторов льда. К первым можно отнести: мягкие зимы и как следствие – иногда отсутствие ледостава и ледохода, часто слабый и непродолжительный ледоход, небольшую толщину ледяного покрова; вскрытие реки и рукавов на ранней стадии весеннего половодья при относительно небольшой водности и сильно разрушенном солнечной радиацией ледяном покрове. Наоборот, способствуют заторообразованию следующие условия: наличие большого ледосборного участка выше дельты, резкое уменьшение вниз по течению уклонов водной поверхности, частые зимние паводки, разновременность вскрытия различных участков реки и рукавов дельты, особенности морфологических и морфометрических характеристик реки и рукавов (наличие перекатов, островов и излучин, небольшие глубины и ширина русла), засорение русла подмытыми и упавшими в воду деревьями, мелководные устьевые бары, скопления речных и морских ледяных образований на устьевом взморье.

Сведений о заторах и зажорах на р. Кубани и в рукавах дельты не достаточно, так как не все они регистрировались наблюдателями на гидрологических постах (а это практически единственный источник информации о заторах и зажорах в дельте). Причина этого в том, что посты сильно удалены друг от друга, расположены на относительно пря-

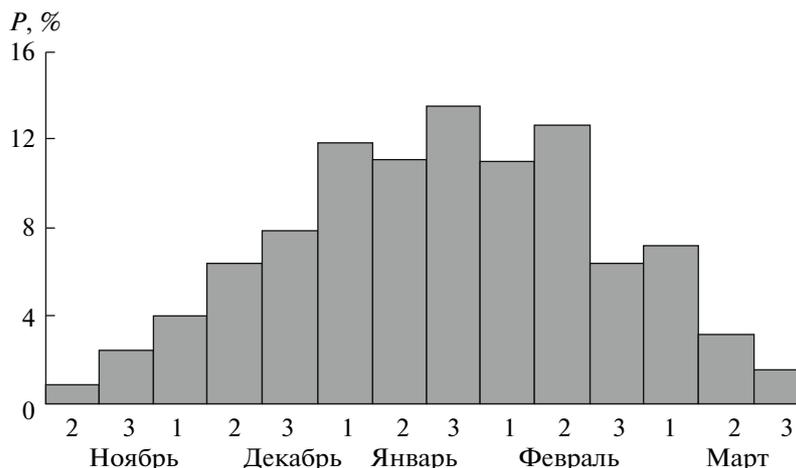


Рис. 1. Повторяемость заторов льда в дельте р. Кубани, %, со второй декады ноября по третью декаду марта 1912–2002 гг. Цифры на горизонтальной оси – декады.

молинейных и неразветвленных участках, где заторы образуются редко; заторы могли существовать всего несколько часов – образовываться и разрушаться между стандартными сроками наблюдений. Специальные исследования заторных и зажорных явлений почти не выполнялись, авиаразведка не производилась (за исключением ледяных заторов, приводивших к значительным затоплениям поймы и прорыву защитных дамб, как в 1985, 1993, 1996 и 2002 гг.). В целом, банк данных по заторным и зажорным явлениям в дельте р. Кубани включает в себя около 195 таких случаев за 1912–2002 гг.

Нет полной информации и о местах образования заторов. Например, в [13] к таковым отнесены сама река и участок рук. Протока от истока до станицы Гривенской. В [28] упомянуты 17 особенно опасных в отношении заторов участков на Кубани и 10 на рук. Протока, но нет информации об их местоположении; в [25] упомянуты 37 участков на Кубани и 7 на рук. Протока.

К заторным участкам в дельте Кубани, по мнению авторов настоящей статьи, можно отнести места крупных поворотов и сужений русла, узлы разветвления (в том числе перед островами, например – перед о. Забойским в 71 км от устья рук. Протока), перекаты (на рук. Кубань их 16 выше г/п Варениковская и 3 – ниже, на рук. Протока их 23 выше г/п Гривенская и 2 – ниже), места существенного уменьшения продольных уклонов (например, в районе гидростов Варениковская и Гривенская), устьевые бары и мосты. Представление об основных и наиболее опасных участках заторообразования в дельте р. Кубани дает схема, составленная авторами статьи и хранящаяся в фондах КУС.

Заторы льда в дельте р. Кубани могут формироваться с середины ноября по конец марта, но чаще всего – в январе и первой и второй декаде февраля (60% случаев) (рис. 1). В течение одного зимнего

сезона заторы могут повторяться до 2–4 раз. Важная особенность заторообразования в дельте р. Кубани – необязательное условие больших расходов воды в реке. Подавляющее число заторов льда в дельте (57%) регистрировалось при относительно небольших расходах воды в вершине дельты – от 100 до 400 м³/с. Зажоры обычно образуются в начале зимы, но в отдельные годы они могут возникать в середине или в конце зимы – во время оттепелей и последующих похолоданий.

В целом, повторяемость заторов льда на участках постов в дельте р. Кубани не очень велика: для лет с ледовыми явлениями и в условиях незарегулированного стока реки она изменялась от 20% в районе г/п Темрюк до 50% на участке г/п Славянск-на-Кубани (табл. 4). После 1973 г. она не превышает 30%. Причина этого – общее потепление климата и рост температуры воды, сокращение числа лет и дней с ледовыми явлениями и ледоставом [19], уменьшение толщины ледяного покрова, регулирование максимальных расходов воды зимних паводков и уменьшение естественного ледосборного участка (для дельты) Краснодарским, Федоровским и введенным в строй в 2005 г. Тиховским гидроузлами. В то же время, если рассматривать рукава дельты на всем их протяжении, то повторяемость заторов достигает 83 (1919–1972 гг.) и 59% (1973–2005 гг.) и заторы в дельте попадают в категорию уже довольно частых ледовых явлений. В рук. Казачий Ерик за весь период стационарных наблюдений отмечен только один затор льда – в январе 2002 г., т.е. его повторяемость всего 2%.

Ослабление процессов заторообразования с 60–70-х гг. XX в. в меньшей степени затронуло приморские участки рукавов. Здесь важными факторами возникновения заторов выступают подпор со стороны моря и уменьшение продольных уклонов в рукавах, мелководье и засоренность (древес-

Таблица 4. Повторяемость и продолжительность заторов льда на участках гидрологических постов

Водоток	Пост	Годы*	Число лет с наблюдениями за ледовыми явлениями*	Повторяемость, %			Число дней с затором, сут	Числитель – максимальное количество заторов за сезон, знаменатель – год (зима)
				за все годы	за годы с ледовыми явлениями	за годы с ледоставом		
Р. Кубань	Тиховский	1919–1973	53	38	43	1–14	2	
		1973–2005	32	14	19	1940–1941, 1955–1956, 1963–1964		
Рук. Кубань	Троицкая	1919–2005	85	29	37	1–16	3	
		1927–1973	45	36	52	1968–1969		
	Варениковская	1973–1988	15	7	0	1–12	2	
		1927–1988	60	29	42	1946–1947, 1953–1954, 1959–1960		
	Зайцево Колено (Переволоцкий узел)	1928–1973	41	30	31	1–5	3	
		1973–1989	16	0	0	1941–1942		
	Темрюк	1928–1989	57	23	22	1–8	3	
		1919–1973	52	27	30	1938–1939		
Рук. Протока	Славянск-на-Кубани	1919–2005	84	17	18	1–14	4	
		1973–2005	32	14	16	1969–1970		
	Демин Ерик	1919–2005	85	15	18	1–3	1	
		1943–1964, 1967–1979	33	34	33	100%		
	Гривенская	1919–1973	53	50	57	1–16	1	
		1973–2005	32	27	25	100%		
	Слободка (Ачуево)	1919–2005	85	41	50	1–3	1	
		1943–1964, 1967–1979	33	34	33	100%		
В дельте р. Кубани		1929–1973	43	29	32	1–16	12	
		1973–1999	26	20	29	1938–1939		
		1929–1999	69	25	31	1–16	12	
		1930–1942, 1962–1973	23	9	10	1938–1939		
		1973–2005	32	11	13	1–16	12	
		1930–1942, 1962–2005	55	10	11	1938–1939		
		1919–1973	53	81	83	1–16	12	
		1973–2005	32	59	59	1938–1939		
		1919–2005	85	71	74	1–16	12	
		1973–2005	32	53	53	1938–1939		

* в указанный период не во все годы проводились наблюдения за ледовыми явлениями.

ными остатками) устьевых баров, образующиеся иногда на устьевом взморье и барах скопления речных и морских льдов. Эти факторы не претерпели существенных изменений за последние десятилетия. Частота образования заторов в низовьях и устьях основных рукавов дельты Кубани невелика — 18 (посты Темрюк и Вербова коса) и 11% (посты Слободка и Ачуево). Именно здесь (особенно на обвалованном и густо населенном нижнем участке рук. Кубань) возникают самые опасные и приводящие к крупным наводнениям ледяные заторы. Так было и до 1973 г. (например, в январе 1940 г.), и после (февраль 1985 г., январь 1996 г. и январь 2002 г.), когда на других участках рукавов заторные наводнения уже практически не наблюдались (за исключением 2002 г.). В феврале 2006 г. ситуация с формированием ледяного затора в устье рук. Кубань снова повторилась.

Продолжительность заторов льда в дельте Кубани в среднем не превышает 1–2 сут, иногда несколько часов, но отмечены случаи, когда заторные явления продолжались непрерывно 5–16 сут. Протяженность скоплений льда обычно составляет от нескольких сот метров до нескольких километров. Мощность слоя скопления льда в заторе может достигать в устье рук. Кубань 1.0–1.5 (11–12 февраля 1985 г.) и 1.5–2.0 м (9–10 января 2002 г.). На устьевом баре, в месте столкновения речных и морских льдов, как правило, образуются барьеры ледяных торосов высотой до 5–7 м.

Заторные наводнения кратковременны, но причиняемый ими ущерб, как правило, превышает ущерб от стоковых наводнений, поскольку они хуже прогнозируются и приходятся на холодное время года. Представляют опасность также давление больших масс льда на инженерные сооружения, навалы льда на берега и разрушение берегов в результате подвижек и перемещения льда в заторах.

Борьба с заторами льда и заторными наводнениями — дело трудное по условиям ведения работ и из-за их дороговизны, многочисленности причин образования заторов и, как следствие, невозможности их заблаговременного и достоверного предсказания. Тем не менее, разработан, активно применяется и постоянно совершенствуется ряд мер по предупреждению заторных наводнений и минимизации их негативных последствий. Этот комплекс состоит из предварительных мер, осуществляемых перед прохождением зимнего паводка; мер воздействия на начавшийся процесс заторообразования (предупредительные меры); ликвидационных мер (разрушение уже образовавшихся заторов льда и оперативное снижение уровня воды в зоне подпора); мероприятий по оперативному оповещению населения и в исключительных случаях его эвакуации. Перечисленные меры носят в основном разовый характер, но существуют и долгосрочные противозаторные мероприятия. Рассмотрим некоторые из таких меропри-

ятий и опыт их применения в дельте р. Кубани, а также их эффективность.

Предварительные мероприятия включают в себя следующие: сооружение дамб обвалования; русловыправительные работы и расчистку русел от упавших деревьев (эффективнее всего их проводить с середины ноября по середину декабря), углубление устьевых баров (поздней осенью — перед началом ледостава) при необходимых объемах выбираемого грунта (~100–130 тыс. м³/год в устье рук. Протока и 90 тыс. м³/год в устье рук. Кубань); мониторинг гидрометеорологических условий, в частности — ледовой обстановки (наземные наблюдения, авиаразведка); прогноз заторных явлений и их характеристик. Мероприятия первых трех упомянутых видов в настоящее время (начало XXI в.) осуществляются в той или иной степени и не раз показали свою высокую эффективность. Однако по-прежнему очень редки, а то и вовсе не проводятся, экспедиционные и дистанционные исследования ледовой обстановки и образовавшихся на реке и в рукавах дельты заторов льда. В последнее время к числу приоритетных мер относят разработку методов прогноза заторных явлений и их характеристик. В 2008 г. В.А. Бузиным (ГГИ) в рамках НИР 01–06 предложен метод прогноза, который позволяет эффективно предсказывать вероятность наводнений в дельте в зимний период с заблаговременностью до 2 сут по данным о сбросах воды из Краснодарского водохранилища, толщине ледяного покрова и средней суточной температуре воздуха в г. Краснодаре.

Меры воздействия на процесс заторообразования могут быть следующими: предварительное ослабление и разрушение ледяного покрова в рукавах и на устьевом взморье; маневрирование сбросами воды из водохранилищ; регулирование, если возможно, поступления с верхних участков масс льда, например — путем организации искусственно-го затора на участке реки и рукава выше по течению. Осуществлять эти меры надо лишь в случае большой вероятности образования опасных заторов.

Для ослабления или разрушения ледяного покрова, ликвидации ледяных заторов лед посыпают шлаком или угольной пылью с добавками соли, применяют ледокольный флот, а также иногда прибегают к взрывам, артиллерийским обстрелам и бомбометанию. Ослабление ледяного покрова путем его зачернения шлаком, угольной пылью, сажой с добавкой соли периодически практикуется в нижней части рук. Кубань с 1980-х гг., в частности, оно осуществлялось под наблюдением КУС в 1985 и 2002 гг. Опыт работ показал, что применение этого метода в дельте Кубани несколько отличается от общепринятого. Во-первых, так как толщина льда на реке и в рукавах дельты сравнительно невелика, как и продолжительность его таяния, то начинать посыпать лед шлаком необходимо заранее — до момента устойчивого перехода дневной температуры воздуха

через 0°C, но желаемый эффект достигается все же лишь при солнечной погоде. Во-вторых, вследствие небольшой ширины русел рукавов посыпку шлаком достаточно проводить по фарватеру одной продольной полосой шириной 5–10 м. У берегов посыпать лед не обязательно, поскольку около них он и так тает в первую очередь. В-третьих, посыпку следует осуществлять с вертолета (с высоты 50–100 м), так как это быстрее и главное – безопаснее в условиях малой толщины ледяного покрова. В-четвертых, зачерняющую смесь надо готовить на 90% из шлака (или угольной пыли, золы) и всего на 10% из поваренной соли. При таком составе зачерняющего материала минерализация воды в рукавах не превысит экологически допустимых величин. Нормы расхода зачерняющего материала не должны превышать 1–3 т/га. В-пятых, применение описываемого метода в устьях рукавов (на участках устьевых баров), где глубины всего 0.8–1.5 м и образуются мощные по высоте навалы льда (ледяные торосы), – не эффективно и желаемых результатов не дает.

Чаще всего в дельте Кубани ледяной покров в рукавах и их устьях разрушают при помощи судов с прочной обшивкой, например буксиров, а также пиротехническими методами. Так было, например, в 1953, 1963, 1965, 1967, 1968, 1985 и 2002 гг. на участке г/п Темрюк и ниже по течению; в 1993 г. – в 10 км выше г. Темрюка; в 1950, 1956, 1957, 1961 и 1963 гг. – около г/п Славянск-на-Кубани; в 1970, 1972 и 2002 гг. – на участке г/п Слободка и ниже. Разрушение ледяного покрова судами – сравнительно эффективный способ, но из-за малых глубин в рукавах дельты и на устьевом взморье возможности флота ограничены. При разрушении ледяных полей и самого тела затора ледоколы должны двигаться снизу вверх по руслу и создавать зигзагообразный канал в теле затора шириной не менее длины судна. Для разрушения ледяного покрова небольшой толщины (менее 1 м) можно было бы привлекать также суда на воздушной подушке.

Подрывы ледяного покрова с целью его ослабления довольно эффективны, и в дельте к ним иногда прибегают, хотя при этом и наносится некоторый ущерб ихтиофауне. Подрыв, как показывает опыт, должен производиться не одиночным зарядом, а одновременно несколькими. При этом заряды желательнее закладывать на расстоянии 40–50 м друг от друга с массой каждого по 4.5–5.0 кг. Подготовка к подрыву существенно убыстряется при использовании шнуровых удлинительных ДКР-4, применяемых для подрыва минных полей и изготовленных наподобие “пожарных шлангов” с взрывчаткой и детонатором внутри. Неплохие результаты, по имеющимся сведениям [2], дает использование созданных специалистами предприятий “Арзамас-16” и “Взрывстрой” специальных зарядов с плавильником.

Разрушение уже образовавшегося затора льда посредством артиллерийского обстрела и бомбометания редко приводило к положительным результатам. Это подтвердили события и февраля 1993 г., и зимы 2001–2002 гг. Да и не всегда это возможно вблизи населенных пунктов. Эти меры применимы, если ниже затора имеется открытая водная поверхность и льдопропускная способность участка русла достаточно высока.

Весьма эффективная мера борьбы с заторами и заторными наводнениями – регулирование максимальных расходов воды водохранилищами в период вскрытия и ледохода на реке. Так, сооружение Краснодарского и других водохранилищ позволило в значительной мере уменьшить повторяемость заторных и зажорных явлений в дельте р. Кубани, а в районе отдельных постов они перестали наблюдаться вовсе, например у г/п Варениковская. Это произошло и благодаря косвенному влиянию естественных и антропогенных изменений термического и, как следствие, ледового режима Нижней Кубани: в 1.5 раза уменьшилась толщина ледяного покрова, сократилась продолжительность ледохода, ледостава и в целом периода с ледовыми явлениями, чаще стали отмечаться годы с отсутствием ледостава и ледовых явлений вообще.

К числу ликвидационных мероприятий, помимо разрушения уже образовавшихся ледяных заторов, следует отнести оперативное снижение уровня воды в зоне подпора, например, путем отвода части водного стока реки и рукавов (выше головы затора) в искусственные прораны в дамбах или в оросительные и обводнительные каналы. Так, в нижней части рук. Протока левый берег освоен и обвалован до г/п Слободка (10 км от устья рукава). Ниже по течению, по левому берегу, почти до Ачуевского узла разветвления на 0.8–1.0 м над бровками берегов возвышается дорожная насыпь. Здесь есть и локальные ограждающие валы. Правобережье, наоборот, находится в естественном состоянии и представляет собой обширный и низменный (с отметками 0.1–0.4 м БС) плавневый массив. В пределах массива нет жилых поселений, промышленных объектов и сельхозугодий, поэтому затопление этой части дельты не приводит к какому-либо ущербу и человеческим жертвам, а наоборот, благоприятно отражается на функционировании лиманно-плавневой экосистемы. Свыше 30 тыс. га (к западу от Пригибского канала) могут принять большие объемы речной воды (в последующем она будет стекать в море и Ахтарско-Гривенские лиманы). При этом уровень воды в плавнях повысится всего на 0.3–0.5 м. Этот массив может затопляться, если уровень воды в рукаве превысит высотные отметки бровок правого берега (на протяжении 29 км до устья рукава он не имеет оградительных дамб, есть только естественные прирусловые валы высотой до 0.6 м БС) или если вода пойдет здесь через искусственные прораны на участке Головное сооруже-

ние Пригибского канала — 29-й км. Именно так было зимой 2001–2002 гг. Часть стока воды можно сбрасывать в расположенные ниже г/п Слободка левобережные плавни, так как они отгорожены от освоенных и заселенных восточных районов этой части дельты дорожной насыпью (пос. Слободка — хутор Черный Ерик), а от пос. Ачуево — коллектором. Поэтому заторы в устье рук. Протока, в отличие от устья рук. Кубань, почти никакой опасности не представляют. В качестве других аналогичных временных водоприемников могут быть использованы участки дельты к северу от станицы Гривенской и ниже г. Темрюка.

В случае образования мощных заторов и наводнений выше станицы Гривенской и г. Темрюка в качестве временных водоприемников могут быть использованы районы дельты, примыкающие к рукавам. Определение перечня и границ таких участков требует специальных исследований и взвешенных решений. Эти водоприемники должны отвечать ряду важных требований: отсутствие на них населенных пунктов и важных хозяйственных объектов, они не должны входить в состав Приазовского республиканского заказника, их высотные отметки должны быть достаточно низкими, использование их лишь под выращивание однолетних сельскохозяйственных культур, их отгороженность от освоенных и заселенных районов дельты насыпями дорог и дамбами, в случае необходимости — наличие возможности искусственного отвода с них воды обратно в рукава или лиманы после разрушения заторов. Причем последние два требования осуществляются путем проведения дополнительных подготовительных мероприятий, что, безусловно, усложняет и удорожает использование таких участков под временные водоприемники. Откачивать из них воду можно и с помощью существующих сбросных насосных станций. Так было после зимнего наводнения в 2002 г., когда с рисовых чеков совхоза “Правобережный” (площадь 460 га) воду в рук. Петрушин откачивала НС № 3 ТОС.

Сброс части воды из реки и рукавов дельты в различные каналы — недорогая и эффективная мера по быстрому снижению уровней воды выше головы затора. Но эта мера возможна лишь при условии реконструкции и увеличения пропускной способности мелиоративной системы дельты. Так, существующая пропускная способность этой системы не позволила в полной мере использовать упомянутую меру зимой 2001–2002 гг.

Несмотря на уже применяемые и новые меры, заторы и зажоры в дельте продолжают образовываться. После создания Краснодарского водохранилища в 1973 г., когда проблема со стоковыми наводнениями на Нижней Кубани и в дельте была практически решена, происходившие после 1973 г. наводнения возникали именно при заторах льда.

Последнее и одно из самых экстремальных стокково-заторное наводнение случилось в дельте в декабре 2001 г.—январе 2002 г. [10]. К наводнению привели сильные морозы, чередовавшиеся с оттепелями, и обильные осадки, вызванные южными средиземноморскими циклонами. Дождевые осадки и таяние снега привели к опасному наполнению Краснодарского, Шапсугского и Варнавинского водохранилищ и, как следствие, активному сбросу воды из них. 1 и 2 января 2002 г. суммарный сброс вод из водохранилищ превысил 1000 м³/с.

С увеличением расходов воды в реке и рукавах дельты начался рост уровней воды. В рук. Протока ограничением для роста уровней служил ледяной покров, а в системе рук. Кубань, наоборот, подъему уровней способствовали сбросы воды из Варнавинского водохранилища и подпор от ледяных заторов в русле (у станицы Варениковской, в районе хутора Ханькова и г/п Зайцево Колено) и на устьевом взморье рукава. Так, 10 января 2002 г. на г/п Темрюк уровень воды достиг исторического максимума в 264 см над 0 поста и превысил на 74 см так называемый опасный уровень, при котором начинается затопление некоторых районов города. Значительный подъем уровня воды на большом протяжении рукавов Кубань и Казачий Ерик привел к затоплению междумбовой части поймы, к переливу воды через дамбы обвалования и на отдельных участках даже к их прорыву и, как следствие, к затоплению полей, населенных пунктов и промышленных объектов (рис. 2). 18 января наступила вторая фаза наводнения.

В результате зимнего наводнения были затоплены: часть г. Темрюка, поселки и хутора в Анапском, Темрюкском, Крымском, Славянском и Калининском районах, 74 тыс. га земель, из них 34–50 тыс. га сельхозугодий [7, 8]. Затопленными оказались 19 тыс. га озимых культур, 6 тыс. га многолетних трав и ~9 тыс. га зяби. В зоне наводнения оказались 1115 домов, из них было полностью разрушено 325, требуют ремонта 301. Остановлено около 600 нефтяных и 20 газовых скважин ОАО “Роснефть-Краснодарнефтегаз”, подтоплен единственный в России завод по производству йода в станице Троицкой, затоплен Анапский водозабор. Пострадали более 10 тыс. чел, эвакуированы около 3300 чел. Ущерб от наводнения составил ~2 млрд. руб. Еще больший ущерб удалось предотвратить с помощью своевременно принятых мер [10].

НАГОННЫЕ НАВОДНЕНИЯ И МЕТОДЫ ИХ ПРОГНОЗА

Наводнения третьего типа — нагонные — связаны с сильными морскими штормами. Нагоны на устьевом взморье Кубани вызываются западными и северными, а особенно сильные — северо-западными ветрами. Средняя за год повторяемость ветров румбов С, СВ, З, ЮЗ и СЗ на устьевом взморье

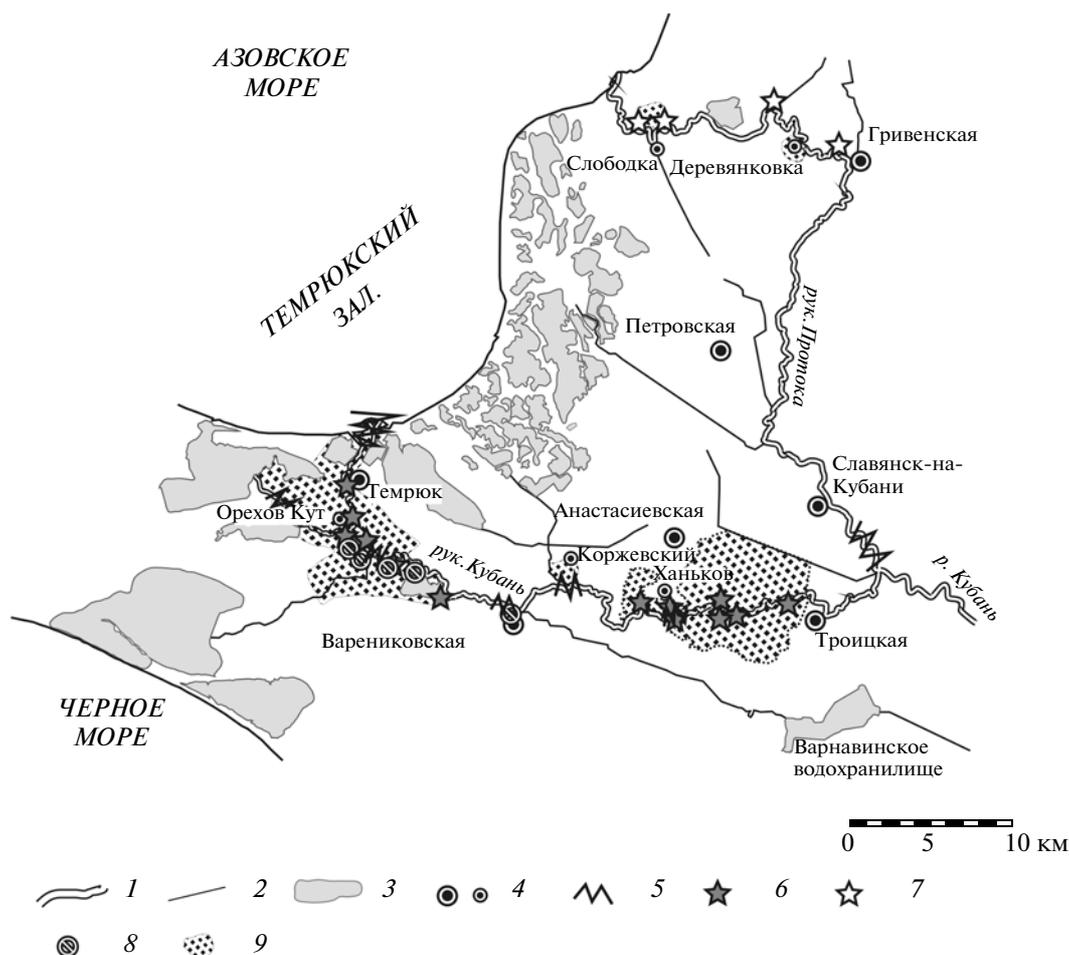


Рис. 2. Карта-схема гидрологической ситуации в дельте р. Кубани в декабре 2001–январе 2002 гг. 1 – река, рукава; 2 – каналы; 3 – водоемы; 4 – населенные пункты; 5 – участки заторов льда; 6, 7 – естественные и искусственные прораны в дамбах соответственно; 8 – места перелива речных вод через дамбы; 9 – зоны затопления.

р. Кубани (порт Темрюк) составляет 33,8, 23,6 и 9,2% соответственно. Нагонные ветры и вызываемые ими подъемы уровня на востоке Азовского моря преобладают весной и летом с максимумом в апреле–мае. Для весны повторяемость ветров северного и западного направлений составляет 12 и 7; для лета – 19 и 6; для осени – 12 и 5; для зимы – 5 и 7%. Но наибольшие нагонные повышения уровня воды на взморье Кубани формируются в осенне-зимний сезон. Именно в это время года скорости нагонных ветров и количество штормов заметно больше, чем в остальные сезоны.

Высокие нагоны приводят к затоплению приморской зоны дельты и иногда к наводнениям. Условия формирования катастрофических нагонов – не только большие скорости и продолжительность нагонных ветров, но и довольно редкое стечение гидрометеорологических факторов. Максимальные и опасные нагоны в Темрюкском зал. наблюдаются в двух случаях [15]. Во-первых, они наблюдаются, когда на восток Азовского моря вы-

ходят глубокие циклоны с Черного моря и восточные и северо-восточные ветры сменяются северными, затем северо-западными и западными (левое вращение). Скопившиеся на юго-западе моря воды (в виде длинной “нагонной волны”) перегоняются нагонными ветрами вдоль южного берега на восток, вызывая подъемы уровня в порте Темрюк, затем в пос. Ачуево и, наконец, в г. Приморско-Ахтарске. Во-вторых, опасные нагоны случаются, когда вместо обычного пути (через Черное море) циклоны выходят на восток Азовского моря с запада или северо-запада и южные ветры сменяются юго-западными, западными и северо-западными (правое вращение). В таких случаях массы воды, скопившиеся на севере Азовского моря и в Таганрогском зал., при смене ветра перемещаются на юг. Ветры южной четверти горизонта создают интенсивный приток черноморских вод в Азовское море через Керченский прол. Если вслед за этим над Азовским морем возникают сильные северные или северо-западные ветры, то огромные массы воды сгоняются на юг

моря, создавая здесь (особенно в вершине Темрюкского зал.) опасный подъем уровня.

Берега дельты от устья рук Кубань до устья рук Протока (и далее до г. Приморско-Ахтарск) низменны. Отметки наиболее высоких участков берега не превышают, за редким исключением, 1 м над средним уровнем Азовского моря. Поэтому ветровые подъемы уровня воды $\Delta H_{нт} > 1$ м могут вызывать затопление берегов. Средняя многолетняя величина наибольших за год нагонных повышений уровня воды в порту Темрюк равна 0.91 м (1910–2006 гг.), а у г. Приморско-Ахтарск – 1.0 м. Нагоны с $\Delta H_{нт} \sim 1$ м для пунктов Темрюк-порт и Приморско-Ахтарск имеют разную обеспеченность – соответственно ~20%, или 1 раз в 5 лет, и ~45%, т.е. заметно чаще. Превышения в 2 м имеют обеспеченность на разных концах морского края дельты (МКД) 2 и 3%. Нагонное повышение уровня Азовского моря во время катастрофического нагона в октябре 1969 г. ($\Delta H_{нт} = 3.28$ м на г/п Темрюк-порт) имело обеспеченность 0.2%, т.е. повторяемость 1 раз в 500 лет. Однако это не означает, что такой нагон не может наблюдаться чаще.

Бороться с нагонными наводнениями сложно. Эффективное решение этой проблемы – сооружение защитных дамб или так называемых противонагонных барьеров (например, комплекс защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от нагонных наводнений в Невской губе, защитный комплекс Thames Barrier на р. Темзе на окраине г. Лондона, защитные дамбы и барьеры вдоль побережья Нидерландов по проекту “Дельта” и др.). Однако в условиях очень большой протяженности МКД Кубани и локального размещения наиболее значимых социально-экономических объектов (между пос. Пересыпь и устьем рук Кубань, в районе устья рук Протока и г. Приморско-Ахтарска) это очень дорогостоящая мера. По стоимости она значительно превышает те убытки, которые могут причинить повторяющиеся ~1–2 раза в 100 лет катастрофические нагонные наводнения.

Другой выход – разработка методик, позволяющих прогнозировать катастрофические нагоны на юго-восточном и восточном побережье Азовского моря, отработка схемы предупреждения и эвакуации населения и инженерная защита наиболее важных объектов с помощью локальной системы дамб. Первая крупная работа, посвященная прогнозу редких и значительных подъемов уровня Азовского моря, принадлежит Л.Н. Кропачеву [15]. Позднее предложенная им методика была усовершенствована; кроме того, появились другие методы прогноза высоких подъемов уровня на устьевом взморье Кубани [33]. Совместное использование наиболее эффективных статистических методов прогноза и гидродинамических моделей нагонных колебаний уровня воды позволяет сравнительно точно и заблаговременно предсказать опасный подъем уровня на

МКД Кубани и принять необходимые превентивные меры по минимизации ущерба от неизбежного наводнения и эвакуации людей. Такие прогнозы осуществляет Краснодарский ЦГМС.

Наиболее тяжелые последствия в устье Кубани имели нагонные наводнения в 1739, 1831, 1843, 1892, 1914 и 1969 гг. (табл. 1). Больше всего сведений имеется о последнем катастрофическом нагоне 28–29 октября 1969 г. [9, 16, 24, 27, 33].

Его интенсивное развитие определялось не только большой скоростью ветра (30–35 м/с при порывах до 40 м/с), но и быстрой сменой во времени его направления с юго-западного и южного на западное и северо-западное. Последнее обстоятельство способствовало концентрации больших масс воды (в том числе пригнанных через Керченский прол. из Черного моря) преимущественно в юго-восточной части Азовского моря и необычно высокому подъему уровня. Самые высокие отметки уровень достиг у пос. Перекопка (3.5 м БС) – в вершине Темрюкского зал. К северу максимальные отметки были ниже: в районе Сладковского гирла – 2.42, у пос. Ачуево – 2.89, в г. Приморско-Ахтарске – 1.56 м БС. Относительное нагонное повышение уровня составило на постах Темрюк-порт, Перекопка и Приморско-Ахтарск соответственно 328, ~400 и 191 см. Нагон сопровождался сильным ветром и волнением. Высота волн достигала у поселков Пересыпь 2.5, Перекопка – 3.2 м. Продолжительность нагона составила в Темрюке 15, в Приморско-Ахтарске – 18 ч.

Последствия этого нагона и вызванного им наводнения были катастрофическими. Наводнение охватило зону побережья протяженностью 150 км и шириной от 10 до 25–30 км (рис. 3). По основным дельтовым рукавам нагонное повышение уровня распространилось на расстояние ~100 км от их устьевых створов, не достигнув станицы Троицкой (рук. Кубань) и хутора Бараниковского (рук. Протока). Прирусловая пойма вдоль рук Кубань была затоплена на участке от устья рукава до г/п Зайцево Колено и еще на 15 км выше по течению. На участках берега, заросших тростником, с орографическими и инфраструктурными особенностями местности дальность проникновения нагонной волны в глубь суши составила 5–15 км. В лиманах она была существенно больше – 15–35 км.

Наводнение привело к значительному материальному ущербу и даже к человеческим жертвам (погибло около 300 чел.). Были разрушены поселки Чайкино, Вербино, Кучугуры и Петуховка, рыбоводная станция в пос. Ачуево, имущество Темрюкского рыбзавода было разброшено по кубанским плавням, находившиеся в порту Темрюк суда нагонная волна перебросила через дамбу в рук. Петрушин, на участке от морского порта до

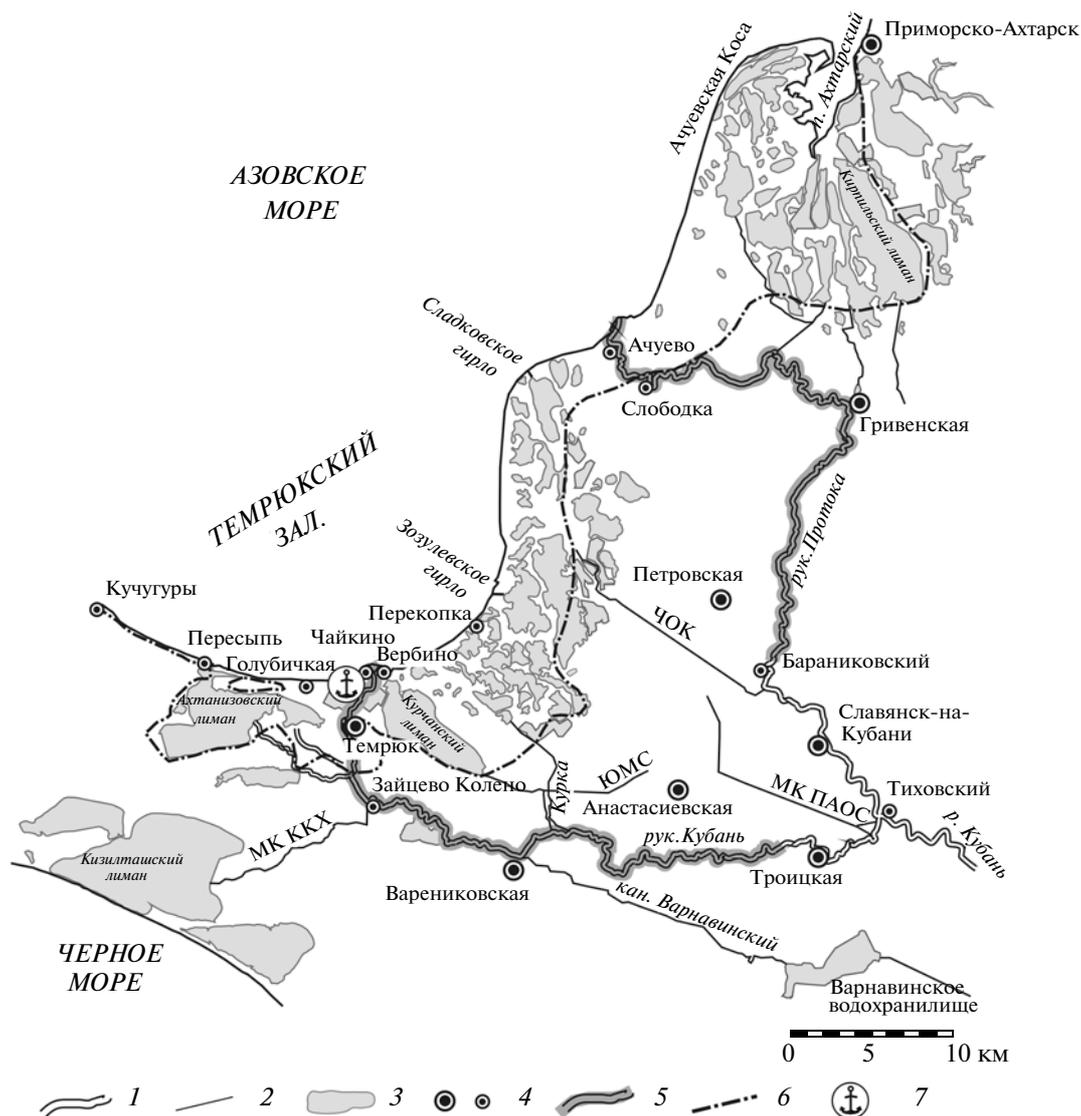


Рис. 3. Карта-схема зоны затопления приморской части дельты р. Кубани 28–29 октября 1969 г. 1 – река, рукава; 2 – искусственные каналы; 3 – лиманы, нерестово-выростные хозяйства, водохранилище; 4 – населенные пункты; 5 – дальность распространения нагонного повышения уровня воды по рукавам; 6 – границы затопления приморской зоны дельты; 7 – морской порт Темрюк.

г. Темрюка была почти полностью размыта железнодорожная насыпь. В г. Темрюке были частично затоплены консервный завод, нефтебаза, складские помещения, несколько жилых строений на правом берегу (слой воды достигал 1 м), был полностью затоплен пос. Замосты на левом берегу рук. Кубань (уровень воды в поселке поднимался до 1.5–2.0 м). Разрушений домов не было.

ВЫВОДЫ

Исследования, выполненные авторами статьи по уникальному материалу наблюдений (в том числе собственных), позволили разработать типизацию наводнений в дельте р. Кубани; для трех основных

типов наводнений рассмотреть причины, повторяемость и особенности их проявления в дельте; типизировать и детально оценить эффективность существующих мер борьбы с наводнениями в дельте; разработать дополнительные рекомендации по предотвращению или снижению ущерба от стоковых наводнений и наводнений смешанного типа; оценить современную пропускную способность основных дельтовых рукавов; изучить процессы заторообразования в дельте; рассмотреть причины, характер проявления и последствия экстремальных наводнений в 1969 и 2002 гг., т.е. в условиях уже сложившегося хозяйственного комплекса дельты.

В дельте Кубани причинами наводнений могут быть паводки и половодья малой повторяемости,

заторы льда и мощные зажоры, морские нагоны. После строительства Краснодарского (1973 г.) и других водохранилищ, обвалования русел и проведения дноуглубительных работ повторяемость стоковых наводнений в дельте снизилась и приблизилась к нулю. Катастрофические нагонные наводнения случаются ~2 раза в столетие, и методы их прогнозы достаточно заблаговременны. Наибольшую угрозу для низовьев Кубани в настоящее время представляют заторные и стоково-заторные наводнения.

Прогнозирование заторных наводнений и борьба с ними на данный момент не вполне эффективны (из-за трудоемкости ведения защитных работ и их дороговизны, из-за сокращения сетевых гидрологических и отсутствия дистанционных наблюдений, многочисленности причин образования заторов, разобщенности в действиях разных организаций и др.). Это стало еще более очевидным во время зимнего наводнения 2001–2002 гг. Тем не менее, существующий комплекс мер предупреждения заторных наводнений и минимизации их негативных последствий, по мнению авторов, необходимо сохранить, но при условии применения этих мер в комплексе и систематически, усиления роли отдельных их составляющих, введения дополнительных мер, в том числе тех, которые предложены авторами статьи. Повышению эффективности борьбы с заторными наводнениями и их последствиями может способствовать также учет результатов анализа эффективности мер, применявшихся во время заторных наводнений.

В результате вероятного в обозримом будущем потепления климата региона и связанных с ним гидрологических последствий ситуация с наводнениями в дельте Кубани изменится. Во-первых, увеличатся повторяемость и мощность осенне-зимних паводков и, наоборот, уменьшится водность летнего сезона. Во-вторых, может измениться характер заторообразования в водотоках дельты, причем в разных направлениях. Так, росту числа зим с заторами будут способствовать увеличение расходов воды в зимний сезон, количества шуги осенью и в начале зимы и повторяемости зажоров. Наоборот, уменьшению частоты и мощности заторов будут способствовать повышение температур воздуха и воды, сокращение числа суровых зим, количества, толщины и прочности ледяного покрова на реке, в рукавах дельты и на устьевом взморье. Со временем, в итоге, повторяемость и продолжительность заторов в низовьях и дельте Кубани должны уменьшиться. В-третьих, рост уровня Азовского моря и отступление морского края дельты усилят воздействие морских факторов на рукава и приморские районы дельты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия / Под ред. Коронкевича Н.И., Зайцева И.С. М.: Наука, 2003. 367 с.
2. Бузин В.А. Заторы льда и заторные наводнения на реках. СПб.: Гидрометеоздат, 2004. 203 с.
3. Вода России. Речные бассейны. Екатеринбург: АКВА-ПРЕСС, 2001. 536 с.
4. Галкин Г.А. Климатические аномалии в Краснодарском крае. Краснодар, 1989. 94 с.
5. Галкин Г.А. Катастрофические нагонные наводнения в Восточном Приазовье в XVIII–XX вв. // Матер. науч.-практ. конф. “Актуальные вопросы экологии и охраны природы Азовского моря и Восточного Приазовья”. 1990. Ч. 1. С. 34–36.
6. Галкин Г.А., Коровин В.И. Суровость зим и ледостав на р. Кубани в XVIII–XX вв. // Изв. ВГО. 1984. Т. 116. Вып.1. С. 20–28.
7. Добровольский С.Г., Истомина М.Н. Наводнения мира. М.: ГЕОС, 2006. 256 с.
8. Доброумов Б.М., Тумановская С.М. Наводнения на реках России: их формирование и районирование // Метеорология и гидрология. 2002. № 12. С. 70–78.
9. Иванов А.А. Гидрологические последствия наводнения 28 октября 1969 года в дельте Кубани // Материалы научной конференции по вопросам географии Кубани. Краснодар, 1971. С. 38–40.
10. Иванов А.А., Михайлов В.Н., Магрицкий Д.В. Причины, хроника событий и последствия наводнения в низовье р. Кубань зимой 2001–2002 гг. // Безопасность энергетических сооружений. 2003. № 11. С. 275–283.
11. Истомина М.Н., Кочарян А.Г., Лебедева И.П. Наводнения: генезис, социально-экономические и экологические последствия // Вод. ресурсы. 2005. Т. 32. №4. С. 389–398.
12. Каталог “Водоохранилища СССР”. М: Союзводпроект, 1988. 276 с.
13. Каталог заторных и зажорных участков рек СССР. Л.: Гидрометеоздат, 1976. Т. 1. 260 с.
14. Коровин В.И., Галкин Г.А. Генетическая структура наводнений и паводков на реках северо-западного Кавказа за 275-летний период // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1979. № 3. С. 90–94.
15. Кропачев Л.Н. Методы предвычисления опасных подъемов уровня Азовского моря // Тр. Океанографической комиссии. 1960. Т.VII. С.136–147.
16. Лукьянов В.А. Опыт расчета катастрофического повышения уровня у Кубанских берегов в октябре 1969 г. // Тр. ГОИН. 1972. Вып. 115. С. 71–82.
17. Лурье П.М., Панов В.Д., Ткаченко Ю.Ю. Река Кубань. Гидрография и режим стока. СПб.: Гидрометеоздат, 2005. 500 с.
18. Магрицкий Д.В. Типизация наводнений в низовье р. Кубань // Безопасность энергетических сооружений. № 11. 2003. С. 99–110.
19. Магрицкий Д.В. Особенности изменений термического и ледового режима рек Кубани и Сулака // Тр. VI конф. “Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей”. М., 2004. С. 172–175.

20. *Магрицкий Д.В., Иванов А.А.* Оценка влияния водохозяйственных мероприятий на режим стока Нижней Кубани // Вестн. МГУ. Сер. 5, География. 2003. № 5. С. 46–54.
21. *Мазур И.И., Иванов О.П.* Опасные природные процессы. Вводный курс. М.: Экономика, 2004. 702 с.
22. *Михайлов В.Н., Магрицкий Д.В.* Современный водный баланс дельты Кубани и расчет притока кубанских вод в Азовское море // Тр. ГОИН. 2008. Вып. 211. С. 222–246.
23. *Михайлов В.Н., Повалишников Е.С., Иванов А.А.* Многолетние изменения уровней воды в дельте р. Кубани // Вод. ресурсы. 2002. Т. 29. № 2. С. 133–140.
24. *Михеенков Н.Д.* Азовские наводнения // Человек и стихия. 1971. 1970. С. 51.
25. *Нагалецкий Ю.Я., Юрченко Н.В., Гайдамакина Т.М.* Наводнения и их виды на территории Северо-Западного Кавказа // Матер. Междунар. науч.-практ. конф. “География и регион”. Пермь, 2002. Вып. IV. С. 27–30.
26. *Нежиховский Р.А.* Наводнения на реках и озерах. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 184 с.
27. *Овсиенко С.Н.* Расчет катастрофического нагона у юго-восточного побережья Азовского моря // Тр. ГМЦ СССР. 1973. Вып. 127. С. 33–36.
28. *Симонов А.И.* Гидрология устьевой области Кубани. М.: Гидрометеиздат, 1958. 140 с.
29. *Славянск-на-Кубани и Славянский район.* Страницы истории. Краснодар: Сов. Кубань, 1995. 176 с.
30. СНИП 2.06.15-85. Инженерная защита территории от затопления и подтопления. М., 2002. 19 с.
31. *Таратунин А.А.* Наводнения на территории Российской Федерации. Екатеринбург: РосНИИВХ, 2008. 432 с.
32. *Тумановская С.М.* Методологические вопросы исследования речных наводнений (на примере бассейна р. Кубань) // Докл. VI Всерос. гидрологического съезда. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. Секция 2. С. 135–138.
33. *Шереметевская О.И.* Сгонно-нагонные колебания уровня Азовского моря, методы их расчетов и прогнозов. Обнинск: Информ. центр, 1977. 39 с.
34. *Шуляковский Л.Г.* О заторах льда и заторных уровнях воды при вскрытии рек // Метеорология и гидрология. 1951. № 7. С. 45–48.
35. <http://www.kbv.u-fgu.ru>