

П.В. Солощук

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЙ ВОДНОЙ СИСТЕМЫ ФИНСКИЙ ЗАЛИВ–НЕВСКАЯ ГУБА–РЕКА НЕВА В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД ЗА ПОСЛЕДНИЕ 15 ЛЕТ

P.V. Soloshchuk

CHANGES IN THE CLIMATE AND ICE CONDITIONS IN THE GULF OF FINLAND–THE NEVA BIGHT–THE NEVA RIVER WATER SYSTEM IN THE AUTUMN-WINTER PERIOD IN THE PAST 15 YEARS

В статье на основе 15-летних наблюдений были исследованы ледовые условия водной системы Финский залив – Невская губа – река Нева и взаимосвязь с изменением климата. В исследуемом регионе при рассмотрении многолетнего хода температуры воздуха на примере Санкт-Петербурга наметилась тенденция общего годового повышения. Средняя температура за исследуемый период на 1,3 °C выше, чем за весь ряд наблюдений. При анализе ледовой обстановки было установлено, что в последние 15 лет в регионе Финского залива происходят значительные изменения климатических факторов, и как следствие участилось количество мягких зим – сократилась толщина припайного и дрейфующего льда, изменилась кромка льдов. Также в статье проводится анализ зажорных явлений на р. Нева.

Ключевые слова: изменения температуры воздуха, ледовый покров, ледообразование, зажор, Нева, Финский залив.

In the article the ice conditions for water system of the Gulf of Finland – Neva bay – river Neva and climate changes interrelation in terms of 15-year-old observations have been investigated. The tendency of the general annual temperature increase was noticed in investigated region by consideration of a long-term variation of air temperature as an example of St.-Petersburg. The average temperature for the investigated period was by 1,3 °C above, than for all number of observation. The analysis of ice conditions http://www.multitrans.ru/c/m.exe?t=2853459_2_1 has been established last 15 years for the region of the Gulf of Finland there are important changes of climatic factors has changed and as a consequence of this the quantity of mild winters has been increased (fast and drifting ice thickness has been reduced, the ice edge has been changed). Also in the article the analysis of ice jam phenomena for the river Neva has provided.

Key words: changes of air temperature, ice cover, ice formation, ice jam, river Neva, the Gulf of Finland.

Климат – это многолетний режим погоды, характерный для каждого места Земли, определяемый географическими условиями этой местности. Представления о климате складываются на основе статистической обработки многолетних метеонаблюдений – климатообразующих процессов, которые непрерывно происходят при взаимодействии атмосферы с космосом и земной поверхностью. Таким образом, климат – одна из важнейших географических характери-

стик местности. Климат всегда меняется и в последние десятилетия эти изменения наиболее заметны. Вот почему мы говорим об изменении климата сегодня.

Изменение климата и проблема потепления на Земле напрямую отражается на ледовой обстановке водных систем в северном полушарии. Рассмотрим эти изменения на примере водной системы Финский залив–Невская губа–река Нева, которая играет существенную роль в экономике Санкт-Петербурга. Ледовые условия является одной из наиболее важных характеристик состояния поверхности залива в зимний период и имеет огромное значение в хозяйственной деятельности. Исследование ледовых условий представляет не только научный, но и большой практический интерес. Финский залив – это район развитого круглогодичного судоходства, для которого изучение ледовой обстановки является необходимым условием нормальной работы портов и флота. Во льдах Финского залива осуществляется ледокольная проводка караванов судов в порты Санкт-Петербурга, Выборг и Высоцк, танкеров – в нефтеналивные порты Приморск и Усть-Лугу. Поэтому важной задачей является постоянное слежение за ледовой обстановкой в акватории Финского залива в зимний период. Для реки Нева, изменение ледовых условий важно при планировании закрытии навигации.

Под осенне-зимними ледовыми условиями понимаются: сроки первого появления льда, образование неподвижного покрова, ледовитость, толщина льда и другие. Все изменения ледовых условий в регионе тесно связаны с синоптическими обстановками и имеют в большинстве своем сезонный характер соответственно сезонным изменениям погоды.

Ледовый режим водной системы Финский залив–Невская губа–река Нева весьма сложен. Он зависит от климатических, гидрологических и геоморфологических условий. Частая смена арктических холодных воздушных масс теплыми атлантическими в осенне-зимний период обуславливает прерывистый характер процесса ледообразования и растянутость его во времени. Особенности ледового режима зависят от ряда особенностей, обусловленных неустойчивостью метеорологической ситуации на северо-западе России, обширностью площади водоемов, большими запасами тепла водных масс и постоянным воздействием ветра различных направлений. Дополнительно к вышесказанному на ледовый режим влияют глубина и влияние речного стока для Финского залива и Невской губы, для реки Нева – разность уровня Ладожское озеро – Балтийское море. Все ледовые процессы в той или иной форме связаны с большой изменчивостью многих параметров в многолетнем цикле, длительностью периода от появления начальных видов ледовых образований до формирования сплошного ледяного покрова по всей акватории водоема. Поэтому ледовые условия в рассматриваемой водной системе отличаются большим разнообразием. И хотя колебания показателей от года к году достаточно велики, характерное повышение средних значений за последние 15 лет относительно всего периода наблюдений отмечается повсеместно.

Еще с начала 70-х годов XX в. в исследуемом регионе при рассмотрении многолетнего хода температуры воздуха на примере Санкт-Петербурга наметилась тенденция общего годового повышения. В частности заметно повысились средние температуры воздуха в течение осени–зимы (рис. 1). В свою очередь, температура является основным определяющим фактором ледового режима для исследуемого региона. За последние 15 лет отмечается, что среднее значение за этот период выше значений за период всего ряда наблюдений. Средняя температура за исследуемый период на $1,3^{\circ}\text{C}$ выше, чем за весь ряд наблюдений.

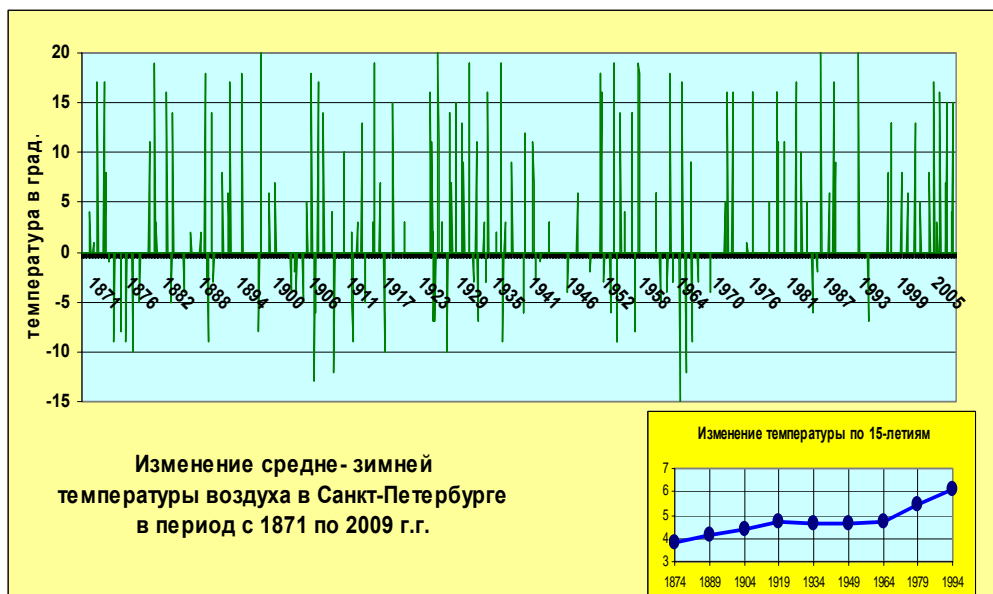


Рис. 1. Изменение средне-зимней температуры воздуха для Санкт-Петербурга и среднее по 15-летиям

Естественные и вынужденные трансформации климатических факторов в исследуемом регионе привели к изменению средних сроков наступления основных ледовых фаз. И хотя колебания показателей от года к году достаточно велики, характерное отклонение средних значений за последние 10–20 лет относительно всего периода наблюдений отмечаются на большинстве постов Финского залива. Повышение температуры воздуха в рассматриваемом районе – не только зимних, но и среднегодовых, – приводит к более поздним переходам средней суточной температуры через ноль в сторону отрицательных значений осенью.

Финский залив и Невская губа

Судить о потеплении климата можно по типам зим и площади, занимаемой льдами. Принято считать мягкими зимы, при которых кромка максимального распространения дрейфующего льда проходит к западу от острова Гогланд, умеренными – по долготе острова Осмуссаар, суровыми – в северной и даже

в центральной части Балтийского моря. Повторяемость этих типов составляет, соответственно 73, 13 и 13 % за последние 15 лет. Также необходимо отметить, что в рассматриваемый период на акватории Финского залива наблюдались самая теплая зима с 1881 г. – зима сезона 2007/2008 гг. и самая суровая за последние полвека – зима сезона 2002/2003 гг. (табл. 1 и 2).

Анализируя ледовую обстановку можно заметить, что в последние 15 лет в регионе Финского залива происходят значительные изменения климатических факторов, и как следствие участилось количество мягких зим – сократилась площадь дрейфующих и припайных льдов и их толщина. В то же время увеличилась повторяемость аномальных зим, внутри ледовых сезонов наблюдаются резкие изменения погоды и ледовых условий. Граница припая в большинстве зим ограничивается пределами Невской губы, а его толщина не превышает 50 см при среднемноголетних значениях за весь период ледовых наблюдений – 50–60 см. Толщина дрейфующего льда также сократилась в среднем на 10–15 см относительно нормы. И кромка льдов начальных видов не выходит за пределы границ Финского залива.

Годы с самой мягкой и самой сложной ледовой обстановкой

Отдельно хотелось бы рассмотреть аномальные условия развития ледовых условий на Финском заливе. В табл. 1 и 2 приведены самые теплые и суровые зимы на Финском заливе. Указаны толщина льда в Невской губе и расположение кромок льда в период максимального развития ледовой обстановки.

Данные из табл. 1 и 2 также убеждают, что количество мягких зим в Финском заливе преобладает и изменения наиболее заметны. Дрейфующие льды в такие зимы занимают лишь половину площади залива. И толщина припайных и дрейфующих льдов существенно меньше среднемноголетних значений – 15–35 см от нормы. В суровые зимы таких заметных различий в толщине льда, как в мягкие зимы, не наблюдается – 10–15 см от нормы.

Таблица 1

Характеристика ледовой обстановки в мягкие зимы

Зима	Тип зимы	Толщина льда в Невской губе	Кромка льда
1994–1995	мягкая	35–45 см	о. Родшер
1999–2000	мягкая	30–45 см	о. Вайндло
2006–2007	умеренно-мягкая	20–35 см	о. Мохни
2007–2008	самая мягкая	15–25 см	о. Бол. Березовый
2008–2009	мягкая	30–50 см	о. Мохни
Норма	умеренная	55–60 см	о. Осмуссар

Таблица 2

Характеристика ледовой обстановки в суровые зимы

Зима	Тип зимы	Толщина льда в Невской губе	Кромка льда
1993–1994	умеренно-суровая	55–75 см	о. Вилсанди
1995–1996	суровая	50–70 см	о. Готска-Санде
2002–2003	самая суровая	70–90 см	маяк Сырве
Норма	умеренная	55–60 см	о. Осмуссар

Тенденцию к потеплению ледовых условий на фоне изменения климата можно проследить и по срокам появления ледового покрова и очищения ото льда, которые очень важны для планирования зимней навигации на Финском заливе.

Годы с поздним и ранним началом ледообразования

В табл. 3 и 4 представлены годы с ранним и поздним началом непрерывного ледообразования на акватории Невской губы, Выборгского залива и Лужской губы, в которых расположены российские порты. Дополнительно рассмотрены станции Невской губы, где ледовый режим определяется не только естественными климатическими изменениями, но и хозяйственной деятельностью человека. В круглых скобках даются отклонения от нормы.

Таблица 3

**Даты первого появления льда и их отклонения от нормы
по портам восточной части Финского залива в годы с ранним началом ледообразования**

Санкт-Петербург (норма – 22 ноября)	1993–1994	10 ноября (13)
	2002–2003	9 ноября (14)
Кронштадт (норма – 19 ноября)	1994–1995	9 ноября (11)
	1997–1998	5 ноября (15)
Лисий Нос (норма – 12 ноября)	1994–1995	8 ноября (5)
	1997–1998	5 ноября (8)
Выборг (норма – 19 ноября)	2002–2003	24 октября (20)
	2006–2007	6 ноября (14)
Усть-Луга (норма – 23 ноября)	1998–1999	14 ноября (9)

Таблица 4

**Даты первого появления льда и их отклонения от нормы
по портам восточной части Финского залива в годы с поздним началом ледообразования**

Санкт-Петербург (норма – 22 ноября)	2003–2004	9 декабря (18)
	2005–2006	7 декабря (16)
	2006–2007	27 декабря (36)
	2008–2009	18 декабря (27)
Кронштадт (норма – 19 ноября)	1996–1997	16 декабря (28)
	2003–2004	9 декабря (21)
	2006–2007	29 декабря (41)
Лисий Нос (норма – 12 ноября)	2008–2009	17 декабря (29)
	1996–1997	15 декабря (34)
	2003–2004	7 декабря (26)
Выборг (норма – 19 ноября)	2005–2006	4 декабря (23)
	2008–2009	15 декабря (34)
	1996–1997	15 декабря (27)
Усть-Луга (норма – 23 ноября)	2003–2004	11 декабря (23)
	2008–2009	17 декабря (29)
	2006–2007	22 января (53)
	2007–2008	6 января (45)
	2008–2009	4 января (43)

Из представленных выше табл. 3 и 4 очевидно, что наиболее существенные различия отмечаются в годы с поздним ледообразованием. Начальные виды льда в такие зимы образовывались значительно позже среднемноголетних сроков. Лед стал появляться более чем на 3 недели позже нормы. Особенно это заметно на примере порта Усть-Луга, что связано со строительством технологичного промышленного комплекса – лед стал появляться на 1,5 месяца позже нормы. В тенденции позднего появления ледового покрова по всем портам особо выделяется три сезона: 2006/2007, 2007/2008 и 2008/2009 гг. В годы с ранним началом ледообразованием лед в среднем по портам появлялся на 2–3 недели раньше нормы.

Самая холодная и самая теплая зимы в рассматриваемый 15-летний период

Ледовая обстановка в течение зимы 2007/2008 гг. развивалась по типу экстремально мягкой зимы и в итоге оказалась самой мягкой за всю более чем 100-летнюю историю наблюдений. Очень тёплая погода в течение всей зимы привела к значительным аномалиям в развитии ледовой обстановки. В частности, впервые в истории на акватории Невской губы не образовался припай, и кромка льда не вышла за пределы долготы острова Сескар. Кроме того, по ряду пунктов определены новые самые поздние даты для сроков устойчивого появления льда, первого полного и окончательного замерзания. Обеспеченность площади льда в период максимального развития составила 100 %. Толщина дрейфующего и припайного льдов в течение всего сезона была значительно ниже нормы и не превышала 30 см.

Ледовые условия на Финском заливе зимой 2002/003 гг. оказались аномально суровыми за длительный ряд наблюдений с 1947 г. Такая аномалия была обусловлена целым рядом неблагоприятных факторов и, прежде всего, определялась крайне неблагоприятным развитием крупномасштабных атмосферных процессов в атлантико-евразийском секторе. Зимой 2002/2003 гг. появление льда произошло в необычно ранние сроки, примерно на декаду раньше сроков, характерных для типичных суровых зим. В дальнейшем ледообразование продолжалось очень интенсивно, особенно в конце декабря – начале января, когда нарастание толщины льда происходило также почти с месячным опережением. В дальнейшем, нарастание льда вследствие более мягкой погоды несколько замедлилось, однако толщины льда продолжали оставаться экстремально высокими. Кромка дрейфующего льда на заливе в период максимального развития достигла широты Ирбенского пролива. Толщина льда на заливе в припае достигла 70–90 см, в дрейфующем льду 55–75 см, в торосистом льдусе подсовами – местами до 100–120 см и выше.

Река Нева

Одной из особенностей гидрологического ледового режима реки Нева являются зажорные явления, которые из года в год формируются в основном

в одних и тех же местах, как правило, в нижнем течении. Зажорные явления носят характер стихийного гидрометеорологического явления. Подъемы уровней воды, вызываемые зазорами, ведут к затоплению многих участков прибрежной зоны Невы и нарушают нормальную деятельность народно-хозяйственных организаций, расположенных в зоне затопления. Подвижки льда во время зазора могут вызвать навалы льда на берегах, повреждение набережных, повреждение и снос вниз по течению судов и строительной техники, задействованной в ремонте мостов. Основное ядро зазора создается у кромки ледостава и подъем уровня на вышележащем участке продолжается до тех пор, пока участок не покроется неподвижным льдом. Продолжительность стояния высоких зазорных уровней может быть более 30 дней.

Зажорная ситуация на реке Неве отмечается ежегодно. Однако за период последних 15 лет достижение опасных отметок и затопление прибрежных зон Невы отмечалось лишь в 2004 и 2005 гг. (табл. 5). Именно в эти годы наблюдалась высокая водность на Ладожском озере, одна из главных причин возникновения явления. В эти годы сложилась именно такая ситуация. Дополнительное влияние на высоту зазорного уровня оказывают подвижки льда, которые еще больше стесняют живое сечение русла реки.

*Таблица 5***Опасные отметки для участков Невы и отметки в сезон 2004/2005 и 2009/2010 гг.**

Название участка	Неблагоприятные отметки	Опасные отметки	Сезон 2004–2005	Сезон 2009–2010
Обуховский завод	290 см БС	300 см БС	284 см – 01.01	261 см – 19.12
Усть-Ижора	380 см БС	400 см БС	410 см – 30.01	440 см – 31.12
Ивановские пороги	–	440 см БС	428 см – 02.02	470 см – 31.12

Зажор 2004–2005 гг.

Уровень Ладожского озера за летне-осенний период колебался в пределах нормы, но уже к началу зазорных явлений на реке Неве он превысил средне-многолетнюю отметку на 0,2 м. Это стало одним из основных факторов образования мощного зазора льда. Формирование зазора началось во второй декаде ноября одновременно с образованием неподвижного ледяного покрова на р. Неве.

Основное ядро зазорных скоплений в ту зиму наблюдалось в районе Новосаратовки и Рыбацкого, где отмечались навалы льда на берега и сильное торошение ледяного покрова. Подъем уровня воды выше расположения зазора составил $1,5 \pm 2,0$ м, толщина же подсов была более 2,5 м. В связи с подпором реки Ижора отмечалось подтопление поселка Усть-Ижора.

Зажор 2005–2006 гг.

Уровень Ладожского озера за летне-осенний период был выше среднемноголетних отметок на 0,25–0,35 м. К началу зазорных явлений на реке Неве уровень озера был выше нормы на 0,40 м. Резкое похолодание в середине декабря

способствовало интенсивному образованию шуги, быстрому ее смерзанию и быстрому продвижению кромки льда в черте города.

Формирование зажора началось во второй декаде декабря. Основное его ядро находилось между мостом Петра Великого и поселком Усть-Ижора. Зажорный подъем уровня в эту зиму был достаточно высоким, но кратковременным. Отмечались подтопления в поселке Усть-Ижора, городе Отрадное и ряда предприятий, расположенных по берегам реки Невы.

Анализ данных о появлении льда на реке Нева показывает, что в среднем лед образуется в ноябре (при норме 11 ноября для станции Новосаратовка), но за последние года отмечалось 3 зимы, когда лед появился в декабре: зима 1996/1997 – 15 декабря, 2008/2009 – 16 декабря и даже в январе в 2007 – 21 января. Таким образом, река Нева менее зависима от изменения климата в отличие от Финского залива.

Выводы

Из проделанного исследования можно сделать вывод, что зимы стали теплее, ледовые условия мягче. Специалисты-климатологи неоднократно предупреждают, что в ближайшее время произойдет таяние и сокращение льда Северного Ледовитого океана. Для рассматриваемого же региона при сохранении тенденции климата к потеплению, это может привести к тому, что ледовый покров перестанет появляться уже в ближайшем будущем. С точки зрения навигации мягкие зимы благоприятны для судоходства. Продолжительность ледокольной проводки маломощных судов становится минимальной и в российские порты Финского залива мощные суда в течение всего ледового сезона смогут следовать самостоятельно. Также благодаря потеплению река Нева и Ладожское озеро будут позже замерзать осенью, а значит, по Волго-Балтийскому пути можно перевозить больше грузов. Но водная система Финский залив – Невская губа – река Нева является чувствительной экосистемой и является одной из важнейшей составляющей окружающей среды. Сокращение же количества ледового покрова ведет к нарушению экологического, биологического и климатического балансов в районе.

Литература

В статье используются данные из архива Санкт-Петербургского Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями.

Работа выполнена в рамках мероприятия 1.3.2 Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (государственный контракт № П821 от 17 августа 2009 г.) по направлению «География и гидрология суши».