

УДК 627.037; 69.059

Влияние паводка на состояние строительных объектов Архангельска



© **Бусин** Михаил Владимирович, начальник Главного Управления Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ГУ МЧС) России по Архангельской области, генерал-майор внутренней службы. Контактный телефон: 8 (8182) 65-14-94. E-mail: emercom@atnet.ru.

© **Варфоломеев** Андрей Юрьевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Университетского колледжа г. Нарвика. E-mail:

varfolomeev_a@bk.ru

© **Марков** Юрий Валерьевич, инженер «Научно-исследовательской лаборатории строительной экспертизы Баренц-региона». E-mail: markov_y_v@mail.ru



© **Попов** Алексей Николаевич, ассистент кафедры инженерных конструкций и архитектуры Северного (Арктического) федерального университета имени М.В.Ломоносова. E-mail: stroyexpert@bk.ru

Исследуется затопление городских территорий Архангельска в период ледохода 2010 года. Приведены количественные показатели уровня воды, скорости течения и другие характеристики реки Северная Двина в этот период. Разработаны противопаводковые мероприятия для предотвращения повреждения строительных объектов в случае затопления и дана качественная оценка их эффективности. Определено влияние затопления на состояние строительных конструкций.

Ключевые слова: затопление, противопаводковые мероприятия, город, ледоход.

Effect of flooding on state buildings in Arkhangelsk

© **Bysin** Mikhail, Chief of the Administration of the Ministry of Civil Defense, Emergencies and liquidation of consequences of Natural Disasters (EMERCOM) Russia's Arkhangelsk region, major-general of the internal service.

© **Varfolomeev** Andrey, researcher at Narvik University College (Norway), PhD.

© **Markov** Yuri, engineer at Research laboratory of building expertise at Barents region.

© **Popov** Aleksei, assistant at department of engineers constructions and architects of NArFU.

Abstract

Described the flooding of urban areas in Arkhangelsk during the drifting of ice in 2010, presents quantitative indicators of water level, flow rate and other characteristics of the Northern Dvina River in this time. Flood control measures are designed to prevent damage to

buildings in the event of flooding, and given a qualitative assessment of their effectiveness. Defined effect of flooding on the state of building constructions.

Keywords: the flood, flood control measures, city, drifting of ice.

Архангельск был основан в 1584 году¹ на берегах реки Северная Двина и на островах ее дельты как крупный морской порт, всегда имевший стратегическое значение для нашей страны [1]. Основная часть городской территории имеет ровную поверхность и заторфована. Поэтому при строительстве используют свайные фундаменты. Белое море зимой покрывается толстым слоем льда. Поэтому во время ледохода и весеннего половодья некоторые городские территории подвержены затоплению. Ежегодно под руководством ГУ МЧС России по Архангельской области проводится комплекс инженерных противопаводковых мероприятий для минимизации опасных последствий, ущерба. Основная деятельность направлена на последовательное разрушение льда ледоколами либо направленными взрывами, методами пиления и т. п. Реки поэтапно освобождают ото льда, начиная снизу по течению. В Архангельской области наибольшее внимание уделяют сохранности многочисленных мостов.

Режим уровней воды в устьевой части реки Северная Двина характеризуется большой сложностью и существенным различием в отдельных ее частях. Колебания уровней воды в дельте реки обусловлены приливо-отливными явлениями, стоком реки, ветровыми сгонами и нагонами. Кроме того, на величину и характер колебаний уровня воды влияют особенности русла и ледовых явлений, под воздействием которых трансформируются отдельные волны. Расчетные величины максимальных уровней (мм) воды в реке у г. Архангельска по ежечасным наблюдениям при расчетном уровне обеспеченности (%) за год соответственно равны: при 1% – 2400 мм; при 3% – 2000 мм; при 5% – 1760 мм; при 25% – 2150 мм; при 95% – 460 мм. Расчетные величины уровней различной обеспеченности представлены в отчете ЛМНИИП, архивный №49716, 1987 г. Расчетные уровни воды в реке Северная Двина для Соломбальского водомерного поста приведены в табл. 1. По данным Соломбальского водомерного поста, наивысший нагонный уровень наблюдался 16.10.1957 г. и достигал 2970 мм над нулевой отметкой 1881 года при ураганном ветре северо-западного направления со скоростью 35 м/с.

¹ Если вести начало истории Архангельска от даты основания Михайло-Архангельского монастыря, то Архангельск основан в 1388 году. 4 марта 1583 года царь Иван Васильевич подписал грамоту: «И мы тое росписи вычли и чертежу смотрели, и указали поставити город на том месте и по той мере, как в вашей росписи и в чертежу написано; а архангилскому монастырю, церквь и кельям указали есми им быти в городе». За пределами военной деревянной крепости оставались монастырские службы, дворы их служни, всякие монастырские обиходы. Под городом в XVI веке обычно понимали военную крепость, то есть то, что окружено стеною, укреплено тыном или загорожено другим способом. Это очень существенное замечание для понимания того, что появилось в итоге строительных работ 1583–1584 годов. Были поставлены дворы архангельских воевод с многочисленными постройками и другие строения; построена деревянная военная крепость, которую и называли в те времена «городом». Летом 1584 года сооружается морская пристань. В следующем 1585 году строятся деревянные гостиные дворы. – Примечание редакции.

Таблица 1

Расчетные уровни воды

Показатели	Расчетные уровни воды в мм над «0» 1881 г. с обеспеченностью (%):										
	1	2	3	5	10	25	50	75	90	95	97
Max за навигацию (VI-X)	2960	2900	2850	2750	2580	2330	2230	2070	1950	1800	1750
Max нагонные (IX-XI)	2950	2880	2830	2720	2550	2320	2170	2000	1900	1800	1700
Min за навигацию	360	350	340	330	310	270	220	150	80	30	-20

Течения в устье реки представляют собой сумму периодической приливно-отливной составляющей с векторной суммой стокового, ветрового и плотностного течений. В историческом центре города Архангельска в районе Красной Пристани преобладающими являются приливно-отливные течения, наблюдающиеся около 11 месяцев. Односторонние стоковые течения наблюдаются лишь в период весеннего половодья и длятся около 30 суток. В начале зимы приливная составляющая течения составляет 500 мм/с, в конце зимы – 350-400 мм/с. Максимальные скорости суммарных течений при отливе могут в период летней межени составлять 100 мм/с. В период весеннего половодья скорости приливно-отливных течений меняются от 1500 мм/с при отливе до 100 мм/с при приливе. Максимальные скорости течения обычно наблюдаются в период ледохода. При этом скорость отдельно плывущих льдин может достигать 3 м/с. Средняя дата появления льда на реке Северная Двина – 2 ноября при крайних сроках 17 октября и 22 ноября. Средняя дата ледостава – 17 ноября при крайних сроках 27 октября и 15 декабря. Максимальная толщина ровного льда – 0,85 м. У берегов толщина ледяного покрова может превышать 1,5 м. Средняя дата начала ледохода – 5 мая при крайних сроках 17 апреля и 21 мая. Средняя дата окончательного очищения реки Северная Двина от льда у г. Архангельска – 9 мая при крайних сроках 22 апреля и 26 мая.

В 2011 году наводнение не произошло благодаря погодной ситуации. Рассмотрим масштабы чрезвычайных ситуаций и наиболее характерные риски для строительных конструкций на примере 2010 г., когда из-за наводнения во время ледохода в г. Архангельске была объявлена чрезвычайная ситуация. Так, 29 апреля 2010 г. в 6 час. уровень воды на Соломбальском водомерном посту составил 3210 мм и возрастал на следующий день. Общая площадь подтопления на указанное время составила 24,5 тыс. м², на которой расположено 281 здание с населением 4041 чел., в т. ч. 18,2% – детей. Между прибрежными населенными пунктами Ляля и Черный Яр в 20-ти км выше по течению реки от г. Архангельска на участке длиной около 11 км произошел затор льда. Ниже по течению реки непосредственно в самом городе основной ледоход традиционно проходил через Маймаксанский рукав дельты реки. В Никольском рукаве лед двинулся лишь 28 апреля после 22 час. Из-за плотного ледохода пришлось прекратить эксплуатацию речного транспорта. Даже мощные буксиры работали в зависимо-

сти от ситуации в короткие периоды, когда снижалась плотность быстро движущегося ледохода. В результате от материковой части города Архангельска на время оказалось отрезанным население трех ближайших достаточно плотно заселенных островов: Кего (подтопило малоэтажные частные здания и другие постройки на улицах Грина, Близнина, Тимуровского), Хабарка (подтоплено 112 зданий) и Бревенник. Эти острова входят в черту города и перечислены в порядке их расположения вниз по течению реки. 29 апреля 2010 г. специалисты ГУ МЧС РФ по Архангельской области и «Научно-исследовательской лаборатории строительной экспертизы Баренц-региона» произвели обследование пассажирского причала на острове Кего, который ледоход оторвал с одной стороны. Были зафиксированы количественные показатели повреждений причала, а также других близко расположенных объектов. Выявили, что под давлением льда, двигавшегося в затопленном пространстве между причалом и берегом, увеличился наклон деревянного столба с железобетонным пасынком, который расположен в непосредственной близости от причала. Создалась опасность для пассажиров речного транспорта, которых при временном улучшении ледовой обстановки доставляли на причал на буксирах, а затем перевозили на берег с помощью маленьких резиновых и дюралюминиевых лодок. Для предотвращения аварийной ситуации был оперативно разработан и реализован комплекс мероприятий по созданию наплавного перехода.

В Маймаксанском округе подтопило пассажирский причал Лесного порта, а по улице Юнг Военно-Морского Флота – автомобильную дорогу на участке между зданиями № 10 до № 20, 11 жилых зданий и общественные здания магазина, почты, поликлиники. По улице Котовского подтопило автомобильную дорогу на участке между зданиями № 9 до № 17 и 10 жилых зданий. По указанной причине регулярное движение общественного автобусного транспорта прекратилось. В Соломбальском округе подтопило 18 зданий в Кемском поселке и 3 – в поселке Лесозавода № 21. На Левом берегу г. Архангельска подтопило 25 двухэтажных и 17 одноэтажных зданий по улице Пирсовой и часть застроенного массива поселка Динамо. На острове Краснофлотский подтопило обширные территории (рисинки 1, 2) по улицам Лермонтова – 11 зданий, Дружбы – 10, Сплавная – 5, Прибрежная – 7, Машиностроителей – 2, а также всю площадку вокруг здания начальной школы. В поселке Дачный подтопило дороги, многочисленные частные малоэтажные дома и другие хозяйственные постройки.

В Архангельске длительно эксплуатируется много жилых зданий, рубленых из бруса и опирающихся на деревянные фундаменты (сваи, стулья), которые имеют значительную степень физического износа вследствие биологической деструкции [2]. Рассмотрим характерные риски, возникающие при их подтоплении. Опыт свидетельствует, что механическое повреждение капитальных зданий движущимся потоком льда происходит крайне редко благодаря соответствующему выбору места застройки с учетом многолетнего опыта паводковых ситуаций. Однако менее ценные временные хозяйственные постройки (например, частные бани, сараи) иногда строят близко к реке, поэтому они страдают при наводнениях достаточно часто.



Рисунок 1. Подтопление деревянных жилых зданий.



а)



б)



в)

Рисунок 2. Спад уровня воды после подтопления деревянных жилых зданий (а–в)

Наибольшую опасность представляет чрезмерное увлажнение деревянных конструкций зданий (рисинок 3а) и утеплителя, что в последующем способствует интенсивному развитию опасных дереворазрушающих грибов [3]. Поэтому при ликвидации последствий затопления при половодье основное внимание следует уделять быстрой просушке деревянных конструкций. Обследование фундаментов зданий в июле 2010 г. показало, что под зданиями с высокими свайными фундаментами (рисунок 3б) деревянные конструкции фундаментов, окладных венцов и цокольного перекрытия после половодья высыхают в 2–3 раза быстрее, чем под зданиями, низко размещенными над уровнем грунта. Этому способствует открытие не только всех вентиляционных продухов, но и входных дверей в подполье, которые обычно устроены для удобства обслуживания конструкций и коммуникаций во всех зданиях с высоко расположенными цокольными перекрытиями. При обследовании в августе высохших фундаментных стоек на отдельных участках было зафиксировано наличие колоний плесневых грибов белого цвета площадью до 0,07 м² (рисунок 3б). Следует учесть, что плесневые грибы являются первичными, которые в процессе своей жизнедеятельности значительно повышают кислотность древесины. Это способствует быстрому развитию в ней более опасных дереворазрушающих грибов, деструктирующих целлюлозу [4].

Результаты многочисленных натурных обследований эксплуатируемых деревянных двухэтажных рубленых зданий в Архангельской области [2, 5] позволяют сделать вывод о том, что если здание расположено низко от уровня грунта на затапливаемой территории, то ущерб его конструкциям и другому имуществу после подтопления будет более значительным. При этом долговечность увлажненных и несвоевременно высушенных деревянных конструкций в последующем снижается в несколько раз вследствие активной биологической деструкции увлажненной древесины [3]. Обследование во время затопления показало, что выталкивающая сила воды при затоплении легких деревянных сооружений, например, сараев с сухими дровами, в сочетании с горизонтальными усилиями от напора течения могут привести к смеще-

нию либо даже сносу всего сооружения с имуществом. Эта опасность возрастает при наличии подгнивших фундаментных стоек [2, 3, 5]. Особо следует отметить, что при использовании в малоэтажных зданиях выгребных ям либо септиков в период наводнения резко возрастает опасность кардинального ухудшения санитарно-гигиенической ситуации на затопленной территории.



а)



б)

Рисунок 3. Высокие деревянные фундаменты при подтоплении: а) их высушивание после спада воды; б) на фундаментных стойках появились колонии плесневых грибов белого цвета

В историческом центре г. Архангельска затопило вскрытые конструкции реконструируемых причалов № 101–109 Красной Пристани общей длиной 790,9 м. Анализ существующей документации при натурном обследовании причалов до начала ледохода [6, 7] показал, что при проектировании их реконструкции и восстановлении расчеты выполняли на нагрузки III категории согласно РД 31.3.05-97 «Нормы технологического проектирования морских портов» и РД 31.31.55-93 «Инструкция по проектированию морских причальных и берегоукрепительных сооружений» и проверяли на общую устойчивость при следующих условиях: норматив-

ная нагрузка на причалы № 101–104 принята $4,0 \text{ тс/м}^2$; нормативная нагрузка на причалы № 105–109 принята $2,0 \text{ тс/м}^2$; расчеты проводили с учетом перебора при дноуглублении до 0,5 м. В соответствии с проектом [7] линию причалов выдвинули от берега более чем на 10 м, поскольку при эксплуатации они должны обеспечивать швартовку научно-исследовательского судна «Профессор Штокман» водоизмещением 1620 т, длиной 68,9 м, шириной 12,4 м, максимальной осадкой 4,8 м (указанные расчетные характеристики предоставлены «Северо-западным отделением института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук», являющимся собственником причалов). Для причалов № 102–103 проектом [7] предусмотрена швартовка судна «Silver Cloud» шириной 21,4 м, длиной 155,8 м и максимальной осадкой 7,6 м, водоизмещением 16800 т. Запас глубины под судном рассчитан в соответствии с п. 5.5 РД 31.3.05-97 без учета скоростного запаса. Ширины бассейна и входного участка ковша (составляет около 85 м) недостаточно для разворота судна или манёвров своим ходом, поэтому возможна только заводка судна с помощью буксира.

Проектом предусмотрено переоборудование существующих причалов в прогулочную набережную с возможностью швартовки и кратковременной стоянки судов пассажирского флота у причалов № 101–103. Причалы № 101–103 по проекту оборудуются швартовыми тумбами и отбойными устройствами, по периметру причалов предусмотрено перильное ограждение. Причал № 101 длиной 92,1 м с глубиной у кордона причала -5,5 м ниже отметки нуля 1881 года (минус 6,58 м в Балтийской системе высот) и отметкой кордона плюс 2,34–2,85 м построен в 1911 году и реконструирован в 1960–1962 годах. Причал № 102 длиной 93,8 м с глубиной у кордона причала - 6,7 м ниже отметки нуля 1881 года (минус 7,78 м в Балтийской системе высот) и отметкой кордона плюс 2,29–2,62 м построен в 1911 года и реконструирован в 1960–1962 годах. Торцевой участок узкого пирса между причалами № 101 и № 102 длиной 15,9 м с глубиной у кордона причала от -5,5 м до - 6,7 м ниже отметки нуля 1881 года (от минус 6,58 м до минус 7,78 м в Балтийской системе высот) и отметкой кордона плюс 2,30–2,72 м построен в 1911 году и реконструирован в 1960–1962 годах. Причал № 103 длиной 83,6 м с глубиной у кордона причала -6,7 м ниже отметки нуля 1881 года (минус 7,78 м в Балтийской системе высот) и отметкой кордона плюс 2,30–2,72 м построен в 1908 году. Причал № 104 длиной 72,0 м с глубиной у кордона причала -5,5 м ниже отметки нуля 1881 года (минус 6,58 м в Балтийской системе высот) и отметкой кордона плюс 2,26–2,78 м построен в 1908 году. Причал № 105 длиной 117,3 м с глубиной у кордона причала -5,5 м ниже отметки нуля 1881 года (минус 6,58 м в Балтийской системе высот) и отметкой кордона плюс 2,35–2,90 м построен в 1905 году. Причал № 106 длиной 83,3 м с глубиной у кордона причала минус 5,5 м ниже отметки нуля 1881 года (минус 6,58 м в Балтийской системе высот) и отметкой кордона плюс 2,79–2,80 м построен в 1907 году. Причал № 107 длиной 32,0 м с глубиной у кордона причала минус 5,5 м ниже отметки нуля 1881 года (минус 6,58 м в Балтийской системе высот) и отметкой кордона плюс 2,45–2,65 м построен в 1907 году. Причал № 108 длиной 83,3 м с глубиной у кордона причала минус 5,5 м ниже отметки нуля 1881 года (минус 6,58 м в Балтийской системе высот) и отметкой кордона плюс 2,51–2,86 м построен в 1907 году. Причал № 109 длиной 117,3 м с глубиной у кордона причала минус 4,9 м ниже

отметки нуля 1881 года (минус 5,98 м в Балтийской системе высот) и отметкой кордона плюс 2,69–3,07 м построен в 1905 году и реконструирован в 1928 году.

В проекте [7] указано, что причалы имеют свайно-ряжевую конструкцию с передним и задним деревянными частоколами и несколькими (3–5) рядами одиночных деревянных свай между ними, каменным заполнением и верхней бутовой надстройкой, облицованной гранитом. Однако результаты натурного обследования [6] показали, что по всем признакам конструкция причалов соответствует заанкеренным подпорным стенкам. При этом выявлено, что все несущие конструкции причалов выполнены из древесины. Деревянные элементы тяжёлой и поддерживающих их свай выполнены из бревен хвойных пород, имеющих естественный сбеги и средний диаметр 280–320 мм и расположены в теле причала. Зафиксировано наличие деформации древесины, особенно на отметках выше уровня воды в реке Северная Двина, а также в зоне изменений влажности, вызванных морскими приливами и отливами.

В связи с выявленной ошибкой проектировщиков при определении конструктивной схемы существующего причала оказалось, что характер работы несущих элементов под нагрузкой от сваебойной машины и другой тяжёлой техники, используемой при производстве работ по реконструкции, совершенно иной, по сравнению с ряжевой конструкцией. Указанная особенность не учтена при разработке проектной документации, в т. ч. в проекте организации реконструкции причалов Красной Пристани с использованием современной тяжёлой и высокой техники, которая может потерять устойчивость в случае неравномерной просадки гусениц. Для предотвращения аварийной ситуации специалисты «Научно-исследовательской лаборатории строительной экспертизы Баренц-региона», проводившие обследование вскрытых причалов [6], выдали соответствующие рекомендации по организации производства работ по реконструкции, учитывающие специфику напряженно-деформированного состояния несущих конструкций под нагрузкой от тяжёлой техники. Впереди существующих деревянных конструкций причала при реконструкции выполнили оторочку в виде больверка из металлического шпунта «Ларсен-V», погруженного в дно на среднем расстоянии 3,5–5,0 м от кордона деревянного причала. Согласно проекту, через 1,68 м следует устанавливать металлические анкерные тяги диаметром 60–80 мм, которые анкеруются к стенке из шпунта «Ларсен-V» и из коробов из шпунта «Ларсен-V». Причалы № 101, 102, 106, 107, 108 являются пирсами и поэтому по проекту анкеруются между собой тягами диаметром 60–80 мм. Результаты обследования реконструируемых причалов Красной Пристани до начала ледохода [6] показали, что забитый в проектное положение шпунт «Ларсен-V» не был способен воспринимать горизонтальные нагрузки ото льда, движущегося по течению с большой скоростью, поскольку не были установлены стальные анкерные тяги, а также отсутствовало заполнение песчаным грунтом и дренажными призмами из щебня пространства между старым причалом и новой подпорной стенкой. Ситуация обострялась тем, что новая линия кордона причала № 102 была выдвинута в сторону середины реки за линию кордона существующих причалов № 107 и 112 более чем на 10 м. На деревянных причалах линии кордона были выполнены так, что при движении по течению лед от причала № 112 проходил по касательной к причалам № 102, 103, 107. Такая траектория движения ледохода была обусловлена и подводным рельефом дна

реки, сформировавшимся в течение длительного времени под влиянием течения. Поэтому при движении льда в период половодья мимо причалов № 112 и 107 не исключалась вероятность повышения давления на выступающую стенку причала № 103, расположенную перпендикулярно течению. Экстремальные нагрузки от быстро движущейся воды и большой массы льда могли повлечь недопустимые и неустраняемые деформации стального шпунта.

По рекомендации специалистов «Научно-исследовательской лаборатории строительной экспертизы Баренц-региона» для предотвращения повреждения дорогостоящих конструкций причалов пространство между старым деревянными причалами и новой подпорной стенкой экстренно заполнили сыпучими материалами и установили стальные тяги согласно проекту. Прогноз о затоплении причалов подтвердился (рисунок 4, 5).



а)



б)

Рисунок 4. Затопление причалов Красной Пристани в историческом центре Архангельска (слева пришвартованы два дебаркадера): а) 29.04.2010 – 7 час. 41 мин.; б) 04.05.2010 – 20 час. 20 мин.



а)



б)

Рисунок 5. Затопление причала, на котором установлена шхуна «Запад», являющаяся историческим объектом: а) 29.04.2010; б) в период паводка 09.05.2011

Благодаря своевременному проведению противоаварийных мероприятий паводок не нанес значительного ущерба основным строительным конструкциям вскрытых при реконструкции причалов Красной Пристани.



Рисунок 6. Повреждение после паводка стальных тяг, фиксирующих положение стального шпунта «Ларсена» (справа – глыбы льда и деформированные тяги)

Выводы

1. Своевременное выполнение комплекса противоаварийных инженерных мероприятий позволяет минимизировать опасность и ущерб при подтоплении строительных объектов различного назначения.

2. Наиболее важным мероприятием после подтопления деревянных построек является обеспечение их интенсивной сушки с целью противодействия развитию опасных дереворазрушающих грибов. В зданиях с высокими фундаментами это можно реализовать гораздо легче, чем в низко расположенных.
3. В процессе высушивания конструкций необходимо осуществлять мониторинг их влажности, появления и развития грибов, повреждающих древесину. Качественное прогнозирование динамики указанных процессов позволит осуществлять планирование этих мероприятий, что значительно облегчит их реализацию.

Литература

1. Беляев А.Н. Эволюция градостроительства Архангельска и Северодвинска: [текст] / А.Н. Беляев, А.Ю. Варфоломеев, А.В. Фрейберг // Вестник ПГУ: Серия «Естественные науки». – Вып. 2/2010. – Архангельск: Изд. ПГУ им. М.В. Ломоносова, 2010. – С. 5–9.
2. Варфоломеев А.Ю. Статистический анализ показателей физического износа деревянных жилых зданий в Архангельске: [текст] / А.Ю. Варфоломеев, Л.М. Ковальчук // Молодые исследователи – регионам: Материалы всероссийской научной конференции студентов и аспирантов. ВоГТУ. – Вологда, 2008. – Т. 1 – С. 175–176.
3. Варфоломеев А.Ю. Динамика биологической деструкции древесины: [текст] / А.Ю. Варфоломеев // Строительные материалы. – № 6, 2010. – С. 54–55.
4. Рипачек В. Биология дереворазрушающих грибов [Текст] / В. Рипачек // Москва: Лесная пром-сть, 1967. – 276 с.
5. Яшкова Е.А. Исследование биопоражения несущих конструкций двухэтажных домов из сосны: [текст] / Е.А. Яшкова, А.Ю. Варфоломеев // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: Сб. науч. тр. АГТУ – Вып. 73. – Архангельск: Изд. АГТУ, 2007. – С. 269–273.
6. Попов А.Н. Реконструкция исторических причалов Красной пристани в г. Архангельске: [текст] / А.Н. Попов, Е.А. Яшкова, А.Ю. Варфоломеев и др. // Строительная наука – 2010: теория, практика, инновации Северо-Арктическому региону: Сб. науч. тр. международной науч.-технич. конференции. С(А)ФУ. – Архангельск, 2010. – С. 301–306.
7. Рабочий проект 12.2005-101-109-ГТ «Реконструкция и восстановление причальных береговых сооружений, служащих защитой города Архангельска от паводка». II очередь. Гидротехническая часть. Красная пристань. Причалы № 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109. Пояснительная записка, чертежи. Архангельск, 2005 г.

Рецензент: **Шрага М.Х.**,
доктор медицинских наук, профессор