

УДК. 556.5

РИСКИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ЗАТОРАМИ, И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИХ МИНИМИЗАЦИИ**Тимофеева С.С., Морозова О.В.***ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет», Иркутск, <http://www.istu.edu>*

Рассмотрены основные причины усугубления природных опасностей, риски чрезвычайных ситуаций, связанных с весенним половодьем. На примере Иркутской области охарактеризованы особенности образования заторов льда на реках и риски, связанные с их образованием. Выполнен ретроспективный анализ наводнений Иркутской области, обусловленных заторами, и прогнозная оценка наводнений по районам области. Рассмотрены основные мероприятия по инженерной защите от наводнений и подтоплений, реализуемые в регионе. Выполнен обзор современных методов ликвидации заторов, рассмотрены их достоинства и недостатки. Основные способы предупреждения образования заторов льда на реках обобщены и схематично систематизированы. Проанализированы современные способы предупреждения наводнений и опыт их реализации на территории Иркутской области. Установлено, что эффективность большинства из них достаточно низка из-за удаленности мест образования заторов, масштабов и трудоемкости работ, требуются большие финансовые затраты, взрывные технологии хотя и эффективны, но оказывают негативное воздействие на компоненты природной среды.

Ключевые слова: наводнения, заторы, технологии разрушения льда, взрывные методы, экологические последствия, природные опасности, риски, анализ

RISKS OF EMERGENCIES CAUSED BY ICE BLOCKAGE AND MODERN TECHNOLOGIES FOR THEIR MINIMIZATION**Timofeeva S.S., Morozova O.V.***National Research Irkutsk State Technical University, Irkutsk, <http://www.istu.edu>*

The paper deals with the main causes of natural hazard aggravation and disaster risks associated with the spring flood. The features of ice blockage formation and the related risks have been characterized by the example of the Irkutsk region rivers. A retrospective analysis of the floods in the Irkutsk region, caused by ice blockages, and a prognosis evaluation of the floods by the districts of the region are performed. Major measures on engineering protection against floods and underfloodings implemented in the region are considered. Modern methods to remove ice blockage are reviewed, their advantages and drawbacks are considered. The primary methods to prevent ice blockages on rivers are generalized and schematically systematized. The paper analyzes current methods of flood prevention and the experience of their implementation in the Irkutsk region. The efficiency of the most methods is admitted to be rather low due to the remoteness of ice clogging, scale and complexity of works, financial costs. Although blasting technologies are acknowledged to be effective, they generate a negative impact on the environmental components.

Keywords: floods, ice blockage, technology of ice destruction, blasting methods, environmental implications, natural hazards, risks, analysis

Анализ развития природных катастрофических явлений на Земле показывает, что, несмотря на научно-технический прогресс, защищенность людей и техносферы от природных опасностей не возрастает. Количество жертв разрушительных природных явлений в мире в последние годы увеличивается ежегодно на 4,3%, а пострадавших – на 8,6%. Экономические потери растут в среднем на 6% в год. В настоящее время существует понимание того, что природные катастрофы – это глобальная проблема, являющаяся источником глубочайших гуманитарных потрясений.

Во всём мире количество опасных природных явлений ежегодно возрастает на 4%, а экономические потери от них – на 10,4%. Глобальный годовой ущерб от природных катастроф оценивается в среднем в 86 млрд долл. [1]. На территории России встречается более 30 опасных природных явлений и процессов, среди которых наиболее разрушительными являются навод-

нения, штормовые ветры, ливни, ураганы, смерчи, землетрясения, лесные пожары, оползни, сели, снежные лавины. Наиболее частыми на территории России становятся природные катастрофические явления атмосферного характера: бури, ураганы, смерчи, шквалы (28%), далее идут землетрясения (24%) и наводнения (19%).

Нами выполнен ретроспективный анализ статистических данных по наводнениям на территории Иркутской области за последние 30 лет. На рис. 1 приведены прогнозы возможного числа в разных районах Иркутской области.

С учетом географических особенностей территории Иркутской области наибольшая вероятность образования заторов прогнозируется на 49 участках рек Иркутской области. Общая площадь всех 49 затороопасных участков рек на территории Иркутской области может составить 945,2 тыс. м² = 945,2 км² (рис. 2).

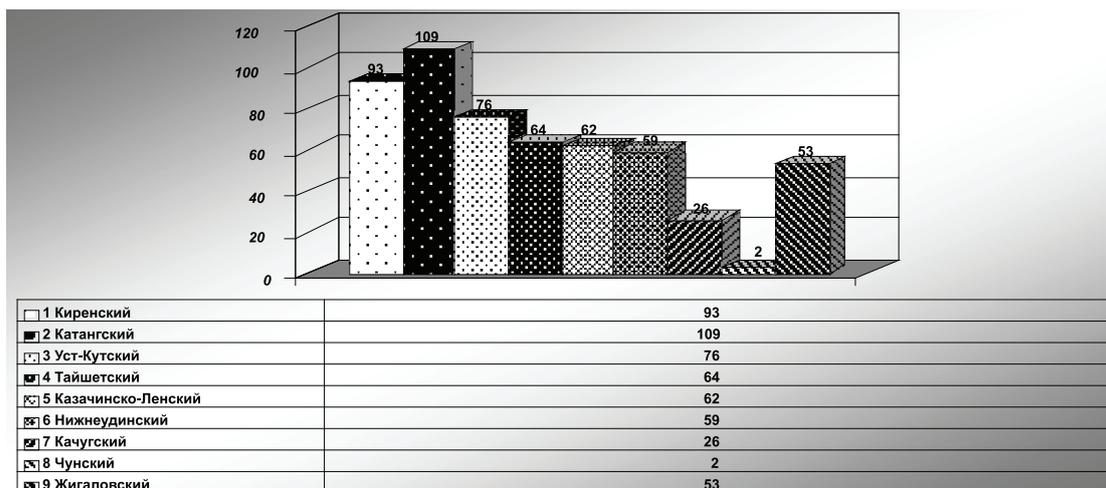


Рис. 1. Прогнозная оценка весенних наводнений на реках в районах Иркутской области, обусловленных заторообразованием

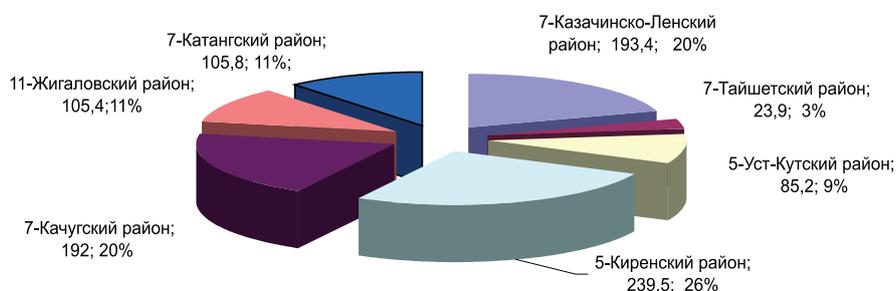


Рис. 2. Количество затороопасных участков на реках в районах Иркутской области, площадь этих участков (тыс. м²) и их процентное соотношение к общей площади

Как видно из представленных прогнозов, число наводнений велико, и конечно необходимо предпринимать предупредительные меры, среди которых методы борьбы с заторообразованием. В настоящей работе предпринята попытка систематизировать методы защиты от наводнений, пригодные для реализации в условиях Восточной Сибири.

К основным мероприятиям по инженерной защите от наводнений и подтоплений относятся: искусственное повышение поверхности территории; строительство защитных сооружений, устройство дамб обвалования; использование водохранилищ для регулирования стока и отвода поверхностных и подземных вод; устройство дренажных систем, регулирование русел и стока рек; увеличение пропускной способности речного русла (расчистка, углубление, расширение, спрямление); агролесомелиорация; вынос объектов с затопляемых территорий; проведение защитных работ в период паводка. В числе реализованных мероприятий по инженерной защите территории Иркутской области от наводнений,

выполненных в 2011 году, можно назвать капитальный ремонт дамбы на р. Ия в г. Тулуне, берегоукрепительных сооружений в пос. Венгерка на р. Туманшет, поселке Соляная на реке Бирюса в Тайшетском районе, в Зиминском районе, гидротехнического сооружения на реке Малая Еловка (г. Ангарск), руслорегулирующие работы на реке Уда и протоке Застрянка в районе г. Нижнеудинск, расчистка русла, дноуглубительные и берегоукрепительные работы на р. Олха в районе п. Олха Шелеховского района. В результате проведенных работ территории, занятые жилыми, производственными и другими объектами, надежно защищены от наводнений и подтоплений в паводкоопасный период [2, 3].

Заторные явления характеризуются двумя поражающими факторами – подъем уровня воды и гидродинамическое давление воды. Одним из эффективных способов борьбы с заторами и наводнениями является маневрирование расходом воды через плотину. Пример – река Ангара. Во всех случаях применение такого способа зависит от мощности затора, объема и про-

должительности пропуска воды, ледовой обстановки и погодных условий. Борьба с заторами заключается в предотвращении их образования, снижении вероятных последствий или ликвидации уже образовавшихся заторов. Для предотвращения заторообразований на реках широко применяется на практике (особенно для защиты мостов) предварительное ослабление ледового покрова несколькими способами. Самые распространенные из них:

– распиловка льда по определенной методике: разрушение целостности ледового поля для безопасного прохождения ледохода;

– чернение: его делают угольной крошкой, пылью, землей, при этом ускоряется таяние, происходит смягчение льда и снимается напряжение на ледовых полях;

– проведение взрывных предупредительных мероприятий: дробление ледового покрова.

В местах, где требуется замедлить время вскрытия реки, проводят искусственное усиление ледяного покрова. Для этой цели с его поверхности зимой удаляют снег и намораживают лед. При необходимости его усиливают заанкериванием в берега путем вмораживания тросов, бревен, свай. Для уменьшения толщины льда применяют теплоизоляцию из снега, пенольда и т.п.

Известные в настоящее время методы разрушения ледового покрова на реках для предотвращения образования заторов, приводящих к наводнениям, классифицируют в зависимости от природы воздействия на механические, теплофизические, химические и другие (рис. 3).



Рис. 3. Основные способы предупреждения образования заторов льда на реках

Рассмотрим некоторые из них. К механическим методам разрушения относятся прежде всего взрывные работы. Разрушение ледяного покрова взрывами перед ледоходом применяют с 1841 года. На практике применяются два вида взрывов – предупредительные, до начала ледохода, и непосредственные по ликвидации образовавшихся заторов. Применение взрывов имеет ряд существенных недостатков: экологический ущерб, наносимый водным объектам и атмосфере; слабый эффект действия взрыв-

ных, до начала ледохода, и непосредственные по ликвидации образовавшихся заторов. Применение взрывов имеет ряд существенных недостатков: экологический ущерб, наносимый водным объектам и атмосфере; слабый эффект действия взрыв-

чатых веществ при поверхностном взрыве. В настоящее время постоянно ведутся исследования по совершенствованию технологии проведения взрывных работ. Так, во ВНИИ ГОЧС (ФЦ) совместно с ФГУП «НИИИ» МО была разработана и поставлена на оснащение авиационных подразделений МЧС России дистанционная вертолетная система ликвидации ледяных затворов с фюзеляжным раскладчиком взрывных зарядов (ДВС). Особенность системы в том, что при ее применении полностью исключается выход персонала, ведущего взрывные работы, на поверхность льда. Система прошла экспертизу промышленной безопасности, и получено разрешение на ее применение при взрывных работах на территории России. Она уже находится на оснащении соответствующих сил в Северо-Западном, Сибирском, Дальневосточном, Центральном регионах России. В настоящее время имеются наработки по ее модернизации в части автоматизации подачи зарядов на сброс и запуска взрывателя [4]. Механические способы реализуются и при разрушении ледяного покрова внешними нагрузками в виде ледоколов, ледокольных приставок. Одним из них является разработанный Козиным В.М. резонансный метод разрушения ледяного покрова. Эффективным по сравнению с традиционными средствами разрушения льда становится использование амфибийных судов на воздушной подушке (СВП). Двигаясь над поверхностью льда, они могут вызывать его разрушение как за счет своего веса, так и за счет возбуждаемых ими в ледяном покрове колебаний достаточной амплитуды. При маневрировании СВП способно повысить интенсивность волнообразования в ледяном покрове за счет следующих приемов: изменение скорости СВП, изменения курса СВП, резкое увеличение скорости СВП до резонансной, зигзагообразное движение СВП [5]. К механическим способам разрушения ледяного покрова относятся также способ использования кратковременного приложения энергии, получаемой, например, при взрыве газовых смесей или взрывчатых веществ; пробивание льда ударным разрушением твердого тела (ударника) по поверхности ледяного покрова; распиловка или резание льда различными приспособлениями (бур с резаками, баровая установка, дисковая или кольцевая фреза, ледовый струг, ледовый нож и др.)

Термическое разрушение льда возможно двумя способами. Первый способ заключается в нагревании локальной области в массиве льда: термическое напряжение, возникающие при этом, раскалывает лед

на куски. Вторым заключается в проплавлении участков ледяного покрова, к примеру, узких прорезей. Термическое разрушение условно можно разделить на три группы: протаивание нагретым телом, протаивание струей горячего газа или жидкости [6].

Химические способы разрушения льда осуществляются путем нанесения на поверхность льда химических реагентов с целью понижения его температуры плавления. Плавление льда химическими реагентами представляет собой сложный физико-химический процесс, в результате которого реагенты образуют со льдом смеси, имеющие более низкую температуру плавления, чем их составляющие. Характер и степень разрушения льда зависят от применяемого вещества, крупности частиц, норм опыливания, а также температуры и структуры льда. Под воздействием порошкообразных химических веществ лед тает равномерным слоем по высоте сверху вниз, а отдельные комки химических веществ, внедряясь в лед, образуют извилистые каналы – в результате нарушения монолитности льда его прочность уменьшается. Наибольшее количество льда выплавляется при резких повышениях температуры. Существует зависимость расхода химических веществ от температуры и толщины льда. Расход химических веществ в теплую погоду с устойчивой положительной средней суточной температурой воздуха может быть уменьшен до 50% [7]. Достоинство химического метода заключается в быстроте действия химических веществ на лед. К недостаткам этого метода относят высокую стоимость материалов, снижение эффективности метода вследствие растворимости солей при наличии воды и снега на льду, а также водных прослоек внутри льда.

Разумеется, помимо вышеперечисленных способов и методов разрушения ледового покрова для предотвращения затворов и наводнений имеется и множество других. Но все они, как и вышеперечисленные, имеют свои недостатки. Термические способы разрушения ледяного покрова являются довольно дорогостоящими и длительными. Из многочисленных способов разрушения ледового покрова, описанных в литературе и испробованных на практике, наиболее эффективными считаются способы, связанные с резонансными эффектами или с использованием специальных судов, закачивающих под лед воздух, и последующее разрушение льда происходит под действием его массовых сил (под действием своей силы тяжести). Но, во-первых, они являются весьма дорогими, да и эффективность их относительна, т.к. резонансный способ

эффективен только при наличии толщины ледового покрова до 0,7 м, а способ, связанный с ломкой льда при закачке под него воздушной подушки, также требует значительных затрат. В настоящее время появились предложения использовать для разрушения льда высокочастотное магнитное поле, ультразвук, радиацию, оптические квантовые генераторы (лазеры) и низкотемпературные плазменные струи. В частности, в США изучены возможности применения лазеров для разрушения льда. Вследствие большой теплоемкости льда использование лазера для растопления больших объемов льда представляется нереальным. Примером новаций в процессах разрушения льда может служить устройство для подачи в подледное пространство и подрыва затора взрывчатых газов («гремучей смеси» ацетилена с кислородом). Для инициации взрыва используется окись фтора [7]. К эффективному решению предупреждения заторообразований на реках может привести только комплекс способов и методов, направленных на повышение защищенности от опасных гидрологических явлений.

На территории Иркутской области для разрушения ледового покрова на реках чаще всего применяют три способа: чернение, распиловка льда и проведение взрывных работ. В паводкоопасных районах области ежегодно проводятся работы по ослаблению ледовых полей вокруг опор мостов и в местах возможного возникновения заторов путем распиловки льда, чернения льда и ослабления ледового покрова малыми взрывами. К примеру, в 2012 году в паводкоопасный период было распилено 4,55 км, зачернено 2,4 кв. км льда. Взрывчатых веществ было израсходовано 4776 кг, при этом были устранены предпосылки к подтоплению 7 населенных пунктов.

Таким образом, проанализировав современные способы предупреждения наводнений и опыт их реализации на территории Иркутской области, можно заключить, что эффективность большинства из них достаточно низка, из-за удаленности мест образования заторов, масштабности и трудоемкости работ требуются очень большие финансовые затраты. Наиболее часто используемый взрывной способ разрушения льда, хотя и эффективен, имеет свои недостатки, прежде всего экологические. При взрывных технологиях в атмосферу выбрасываются газы, происходит физическое (прежде всего шумовое) воздействие на биоценозы. Необходимо выполнить сравнительную оценку технологий разрушения

льда с точки зрения оценки экологических последствий и разрабатывать и применять наиболее экологически безопасные.

Список литературы

1. Акимов В.А., Дурнев Р.А., Соколов Ю.И. Опасные гидрометеорологические явления на территории России – М.: ВНИИ ГОЧС, 2009.
2. Морозова О.В., Тимофеева С.С., Эглит В.Э. Оценка экологических последствий мероприятий по ликвидации заторов и зажоров на реках Иркутской области // Вестник ИрГТУ. – 2012. – № 5 (64). – С. 61–70.
3. <http://www.38.mchs.gov.ru/forecasts>
4. Медведев Г. Для борьбы с ледовыми заторами // Гражданская защита. – 2012. – № 4. – С. 42–43.
5. Ледоразрушающая способность изгибно-гравитационных волн от движения объектов / Ю.Л. Иванов, В.М. Козин, Б.Н. Марьин, А.В. Онищук, Н.Г. Повзык, В.И. Шпорт. – Владивосток: Дальнаука, 2005.
6. Балакшина М.А., Грамузов Е.М., Зуев В.А. Способы и средства разрушения ледяного покрова // 18 Международная конференция по портовому и океаническому машиностроению в арктических условиях. – Потсдам (шт. Нью-Йорк, США), 24 июня – 02 июля 2005.
7. Ефимова А.А., Пчёлкин В.И., Сорокина И.В. Проблема защиты населения и территорий от опасных природных явлений. – ВНИИ ГОЧС МЧС России/e-mail: 2nik-lvv@mail.ru

References

1. Akimov V.A., Durnev R.A., Sokolov J.I. Opasnye gidrometeorologicheskie javlenija na territorii Rossii M.: VNIIGOSChS, 2009.
2. Morozova O.V., Timofeeva S.S., Jeglit V.Je. Ocenka jekologicheskikh posledstvij meroprijatij po likvidacii zatorov i zazhorov na reках Irkutskoj oblasti // Vestnik IrGTU. 2012. no. 5 (64). pp. 61–70.
3. <http://www.38.mchs.gov.ru/forecasts>
4. Medvedev G. Dlja bor'by s ledovymi zatorami // Grazhdanskaja zashhita 2012. no. 4. pp. 42–43.
5. Ivanov Ju.L., Kozin V.M., Mar'in B.N., Onishhuk A.V., Povzyk N.G., Shport V.I. Ledorazrushajushhaja sposobnost' izgibno-gravitacionnyh voln ot dvizhenija obektov. – Vladivostok: Dal'nauka, 2005.
6. Balakshina M.A., Gramuzov E.M., Zuev V.A. Sposoby i sredstva razrushenija ledjanogo pokrova // 18 Mezhdunarodnaja konferencija po Portovomu i Okeanicheskomu Mashinostroeniju v Arkticheskikh Uslovijah. Potsdam (sht. N'ju-Jork, SSHA), 24 ijunja – 02 ijulja 2005.
7. Efimova A.A., Pchjolkin V.I., Sorokina I.V. Problema zashhity naselenija i territorij ot opasnyh prirodnyh javlenij. VNIIGOSChS MChS Rossii/e-mail: 2nik-lvv@mail.ru/

Рецензенты:

Медведева С.А., д.х.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет», г. Иркутск;

Тальгамер Б.Л., д.т.н., профессор, директор института недропользования ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет», г. Иркутск.

Работа поступила в редакцию 21.12.2012.