

2. Темерев С.В., Егорова Л.С. Экстракционный способ подготовки аналитических образцов//Патент РФ №2232718, 10.02.2003. – 6с.
3. Темерев С.В. Электрохимический способ определения мышьяка в природных объектах// Патент РФ №2269771, приоритет от 05.10.2004, – 5 с.
4. Индюшкин И.В., Темерев С.В. Оценка объемов снегового стока металлов в водоток в рамках модели «накопление-смыв» для урбанизированных территорий//Химия в интересах устойчивого развития, Т. 12, 2004, С. 525-539.
5. Галахов В.П., Темерев С.В. Антропогенное загрязнение снега в бассейне р.Томи//Изв. РГО, № 5, 1993, С.93-97.
6. Экология Восточного Казахстана: проблемы и решения: Справочно-информационный вестник. – Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГУ, 2000, 44 с.
7. Панин М.С. Химическая экология. – Семипалатинск: Изд-во СГУ, 2002. – 852 с.
8. Эйрих С.С. Особенности распределения и миграции ртути в водных экосистемах бассейнов рек Катунь и Томи/Автореф. Канд. хим. наук.-Алт.гос.ун-т, Барнаул, 1999. – 20 с.
9. Темерев С.В., Галахов В.П., Эйрих А.Н., Серых Т.Г., Особенности формирования химического состава снегового стока в бессточной области Обь-Иртышского междуречья//Химия в интересах устойчивого развития, 2002, Т.10. – С.485-496.
10. Недашковский А.П. Исследования содержания Cd во льду Амурского залива (Японское море)/Тезисы докладов 6 конференции "Аналитика Сибири и Дальнего Востока - 2000" 21-24 ноября 2000, Новосибирск. – С. 423.
11. Barcan V., Sylina A., The appraisal of snow sampling for environmental pollution valuation//Water, Air and Soil Pollution. Т.89, 1996. – Р.49-65.
12. Папина Т.С., [Сухенко С.А.], Темерев С.В., Артемьева С.С. Тяжелые металлы в объектах среднего течения реки Алей. /Материалы научных исследований. Ядерные испытания, окружающая среда и здоровье населения Алтайского края. -Т. 2, кн. 2. – Барнаул, 1993. – С. 54-62.
13. Государственный водный кадастр, 84, Вып.10: Бассейны Оби(без бассейна Иртыша), Надыма, Пура,Таза, -Л.: Гидрометеиздат, - 492 с.

ПЛАНИРОВАНИЕ РИСКОВ НАВОДНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

В.А. Жоров, В.О. Дмитриев, И.С. Постнова, С.Г. Яковченко

Исследован риск наводнений в бассейнах р. Томи, Ини, Яи, Кии, предложены и апробированы способы его оценки. Рассмотрены проблемы, связанные с достоверным прогнозом и уменьшением опасности наводнений. Показано, что совместное применение ГИС и гидрологических расчетов позволяет реализовать комплексную оценку риска наводнений.

ВВЕДЕНИЕ

Наводнения стали самым опасным видом стихийных бедствий в мире.

К числу территорий, испытывающих значительный ущерб от наводнения относится Кемеровская область. Гидрографическая сеть области принадлежит бассейну верхней Оби и представлена густой сетью малых и средних рек, озерами, водохранилищами, болотами. Общий объем поверхностного стока составляет 37 км³ (6,4% от поверхностного стока всей Западной Сибири).

Водные ресурсы рек и годовые величины объема стока крайне неравномерно распределены в течение года. До 70% объема годового стока приходится на короткий период весеннего паводка. Всего на территории рассматриваемой в работе Кемеровской области протекает 32 110 рек общей протяженностью 76 479 км, из них: реки длиной до 10

км – 31 197 рек общей протяженностью 56 018 км; реки длиной более 10 км – 913.

Вследствие особенностей рельефа, климата, геологических условий речная сеть развита неравномерно и делится на реки равнинного и горного типа. На водосборных площадях участков горных рек формируется основной сток поверхностных вод области.

Данные о материальном ущербе от наводнений и территориях, подвергшихся наводнениям в разные годы по разным водным объектам, собранные Водной службой Главного Управления природных ресурсов показывают, что в 1999 г. были человеческие жертвы – 2 человека, в 2001 г. пострадало 1316 человек, а в 2002 г. – 131 человек. В 1999 г. только по одному г. Таштаголу ущерб составил 4,6 млн. руб., в 2001 г. – 5 млн. руб., в 2002 г. – 2,5 млн.руб. Однако, следует отметить, что эти годы были благоприятными в

климатическом отношении с точки зрения масштабов развития паводков. Периоды потепления чередовались с периодами похолодания, что практически не приводило к повышению уровней воды в реках выше критических отметок.

В неблагоприятные годы ущерб от наводнений может увеличиться на порядок и составить 25 – 50 млн.руб., а в катастрофические паводки ущерб может достигнуть 250 – 500 млн.руб.

В связи с этим особо актуальными являются меры по предупреждению последствий этого стихийного бедствия. Система мероприятий по снижению негативных последствий наводнений и паводков состоит из трех частей:

- законодательной, ограничивающей хозяйственную деятельность на территориях, подверженных затоплению;
- инженерной, предусматривающей инженерную защиту промышленных объектов и населенных пунктов (оградительные дамбы, регулирующие гидротехнические сооружения);
- прогностической (технологии оперативного прогнозирования водного и уровня режима с различной заблаговременностью).

Законодательные акты во многих субъектах Федерации, в том числе и в Кемеровской области, зачастую не соблюдаются. Многие территории, затапливаемые паводками 1, 5, 10 и 20% обеспеченности, застроены и продолжают застраиваться.

Большая часть сооружений инженерной защиты от наводнений не достроена или находится в аварийном состоянии. Частично построены и продолжают строиться водооградительные дамбы вокруг города Междуреченска и в г. Новокузнецке, построены дамбы на р. Иня в городе Ленинск-Кузнецкий и городе Полысаево, частично построены дамбы на реке Урюп в с. Серебряково, на реке Кия в селах Шестаково и Усть-Серта. По всем этим сооружениям неизвестно на паводок какой обеспеченности они спроектированы. Проекты, по которым Администрации территорий продолжают строительство, морально устарели, не прошли ряда согласований и экологической экспертизы. На значительном протяжении дамбы в городах Ленинск-Кузнецкий и Полысаево пришли в негодность и частично разрушились.

С полной уверенностью можно утверждать, что ни одна дамба не стоит на балансе, все они являются бесхозными. В настоя-

щее время требуется произвести инвентаризацию системы инженерной защиты области.

Особое место в системе инженерной защиты занимает Крапивинский гидроузел, находящийся на балансе МПР России. С вводом его в эксплуатацию снимутся многие вопросы по разработке различных защитных мероприятий ниже гидроузла, т.к. он при правильной эксплуатации должен сгладить все паводковые пики.

При создании достоверных прогнозов прохождения паводков и наводнений достаточно острой представляется проблема нехватки исходных гидрологических данных. И без того редкая сеть наблюдений за гидрологическим режимом в последние годы существенно сократилась. На водных объектах Кемеровской области из 89 действовавших в разное время гидрологических постов Западно-Сибирского территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды сохранилось только 24. Техническое оборудование водомерных постов давно не отвечает современным требованиям. Измерения уровней производится только 2 раза в сутки (08 и 20 часов), что не позволяет оценить реальные максимальные уровни воды, т.к. максимум уровня прослеживается обычно в районе полудня.

На малых водотоках области стоковых и водомерных наблюдений, как правило, недостаточно. В истоках рек в горных районах наблюдательная сеть практически отсутствует, хотя ее оперативные данные могли бы позволить прогнозировать объемы и максимумы наводнений.

Система методик оперативного прогнозирования наводнений позволяет заблаговременно к ним подготовиться, и, тем самым, существенно снизить негативные последствия их прохождения. Имеющиеся методики прогнозирования зачастую являются морально устаревшими и не могут обеспечить потребностей в прогностической информации. Существующая сеть наблюдений является чрезвычайно редкой, не оборудована автоматическими регистрирующими устройствами и средствами оперативной передачи информации. Поэтому разработка новых методов и технологий оперативного прогнозирования является одним из важнейших направлений разработки мероприятий по снижению ущерба от наводнений.

Целью настоящей работы является описание результатов первого этапа исследования по разработке плана действий по снижению негативных последствий наводнений в

Кемеровской области. Для реализации работы необходимо было решить следующие задачи

1. Подготовка крупномасштабного картографического материала на участки и территории, подвергавшиеся наиболее часто затоплению в годы с различной водностью, с нанесением на цифровую топооснову важнейших промышленных объектов.

2. Подготовка и критический анализ первичной гидрологической информации о режиме водных объектов:

- подготовка электронных баз данных ежедневных расходов и уровней воды по имеющимся постам наблюдений;

- восстановление расходов и уровней воды в створах, где отсутствуют наблюдения, с применением данных по аналогам и методов математического моделирования стока;

- удлинение коротких рядов наблюдений с применением статистических моделей;

- расчет различными статистическими методами характеристик максимальных расходов и уровней воды различной обеспеченности (1, 5, 20 и 50 %);

- расчет на основе методов ГИС границ затопления участков при паводках различной обеспеченности с учетом рельефа и уклонов водной поверхности.

3. Уточнение перечня затапливаемых территорий и создание карты Кемеровской области с районированием по степени опасности наводнений.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследования выступали поймы рек в бассейнах р. Томи, Ини, Яи, Кии в Кемеровской области. В качестве первичной гидрологической информации использовались материалы по ежедневным уровням воды в 36 створах в данных бассейнах (рис. 1), а также материалы полевых обследований.

Для оценки максимальных расходов и уровней воды редкой повторяемости подготовлена программа расчета обеспеченных расходов и уровней воды "Гидростатистика" [1], включающая блок удлинения рядов статистическими методами. Программа реализует три основных метода расчета аналитических кривых обеспеченности: метод моментов, метод наибольшего правдоподобия (аппроксимация распределением Крицкого – Менкеля), графоаналитический (аппроксимация биномиальным распределением), и включает в себя полный цикл проведения

гидрологических расчетов обеспеченных гидрологических характеристик, в том числе накопление данных, их анализ на различных клетчатках, генерацию и печать заключительного отчета. На рис. 2. приведен пример работы программы «Гидростатистика».

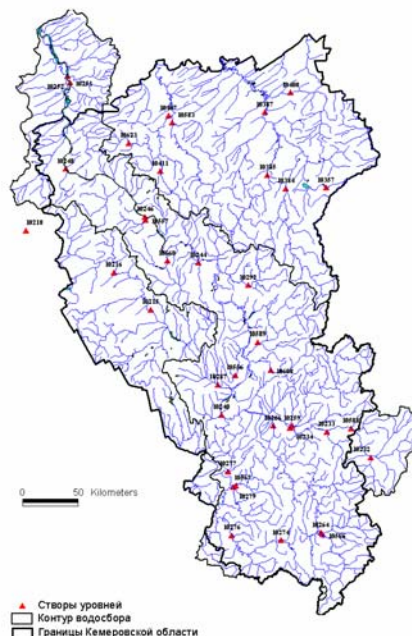


Рисунок 1 – Схема расположения водомерных постов Кемеровской области

Методики районирования территорий по степени опасности наводнений в настоящее время являются еще недостаточно разработанными. В качестве основных показателей опасности наводнений использовались общепринятые: их повторяемость, среднее превышение уровней над критическим (уровень выхода воды на пойму или начала подтопления населенных пунктов), длительность стояния критических уровней.

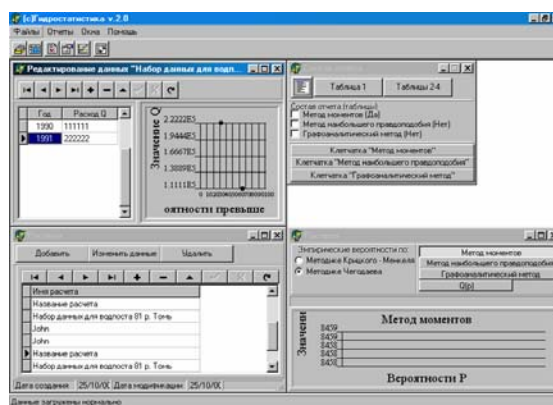


Рисунок 2 – Интерфейс программы Гидростатистика 2.1

По повторяемости все гидростворы были разбиты на четыре группы: с редкими (< 30%) и с частыми (30-50%) наводнениями, с высокой (51-70%) и очень высокой (>70%) повторяемостью (характеризуемые целым показателем, принимающим значение от 1 – редкие до 4 – очень высокой повторяемости). Створы двух последних групп дают представление о местоположении участков долин в окрестностях водомерных постов, наиболее подверженных опасности наводнений. Однако повторяемость наводнений еще не характеризует их мощность, которая зависит от продолжительности стояния высоких уровней (чем дольше, тем больше величина ущерба) и высоты. В качестве косвенного интегрального показателя опасности наводнений предлагается параметр М, вычисляемый по формуле:

$$M = \Delta H \cdot P \cdot \Delta T,$$

где ΔH – среднее превышение максимальных уровней над критическим, в м, ΔT – длительность стояния высоких уровней, сут., P – повторяемость (класс).

Районирование речных участков на основе данных показателей включает в себя на первом этапе построение карты местности с информацией о расположении гидростворов и их характеристиках.

Для расчета на основе ГИС границ затопления участков при паводках различной обеспеченности с учетом рельефа и уклонов водной поверхности применялись методологии, изложенные в работе [4] и [3]. Они основаны на использовании данных по меженным уровням и превышениям высот, измеренных на гидропостах (см., например [2]), для расчета высот водной поверхности в пойме картографических и стандартной методологии расчета в площади, глубины и объема затопления в ГИС [6]. Цифровая модель рельефа для расчета затопления создавалась с использованием программы ArcInfo TopoGrid [5] с учетом обрывов, насыпей и дамб [4]. Ниже приводится краткое изложение обоих методик.

Для территорий, где имелись результаты полевого обследования границ затопления экстремальным паводком 2004 года, различной обеспеченности применялась авторская методология [3].

По цифровой карте местности и контуру зоны затопления определялся уровень в экстремальный паводок 2004 г. $Z_{\text{э}}$, а также уровень водной поверхности в межень $h_{\text{п}}$. Разность между ними $dZ_{\text{э}} = Z_{\text{э}} - h_{\text{п}}$ далее называется превышением уровня для паводка.

Для расчета превышения уровня $dZ_{P\%}^0$ для паводка обеспеченности $P\%$ (далее все величины касающиеся гидропоста обозначаются индексом 0) необходимо знать следующие величины:

1. Уровни различной обеспеченности $h_{P\%}^0$ по материалам наблюдений гидрологического пункта.

2. Высоту отметки нуля гидропоста в Балтийской системе высот $h_{\text{БСВ}}$.

3. Картографическую высоту водной поверхности в створе гидрологических наблюдений $h_{\text{п}}^0$.

$dZ_{P\%}^0$ выражается через них как (см. таблица 1):

$$dZ_{P\%}^0 = h_{\text{БСВ}} + h_{P\%}^0 - h_{\text{п}}^0. \quad (1)$$

Такой же расчет проводится для экстремального паводка, для которого, есть данные о контуре затопления.

$$dZ_{\text{э}}^0 = h_{\text{БСВ}} + h_{\text{э}}^0 - h_{\text{п}}^0 \quad (2)$$

где $h_{\text{э}}^0$ – уровень на момент t по материалам наблюдений гидрологического пункта.

Превышения уровней в створах в первом приближении связаны степенным образом друг с другом (в интервале превышений уровней, характерных для половодья). Это означает, что превышение уровней для произвольного створа рассчитывается по превышениям уровня для гидропоста по формуле (если нет добавочных притоков, т.е. расходы приблизительно одинаковы)

$$dZ_{P\%} = dZ_{\text{э}} \left[\frac{dZ_{P\%}^0}{dZ_{\text{э}}^0} \right]^{\alpha}. \quad (3)$$

Показатель степени α , принимается в отсутствие данных о морфометрических характеристиках русла равным 1, а при наличии топографического плана обоих берегов реки в районе гидропункта и расчетного створа показатель степени уточняется (см. [3]).

При отсутствии полевых наблюдений превышение для створа оценивается в предположении морфологического подобия поймы в районе гидропункта и створа обычным образом как:

$$Z_{P\%} = dZ_{P\%}^0$$

Высота водной поверхности определяется в любой точке как:

$$Z_{P\%} = h_{\text{п}} + dZ_{P\%}. \quad (4)$$

и рассчитывается в ГИС, также как и результирующее затопление территории [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для выполнения работы была подготовлены следующие базы данных:

1. Картографическая, включающая:
 - цифровую топографическую карту масштаба 1:500 000 (на Кемеровскую область);
 - цифровую топографическую карту масштаба 1:50 000 (на 16 зон затопления), включая горизонталы, структурные линии рельефа (обрывы, упрессии), застройку;
 - цифровую топографическую карту масштаба 1:2000 - 1:5000 (на 9 зон затопления), включая горизонталы, структурные линии рельефа (обрывы, упрессии), застройку и контуры затопления по данным полевых исследований.

2. Гидрологическая, включающая ежедневные уровни воды по 36 створам в бассейнах рек Томи, Ини, Яи, Кии за весь период наблюдений, включая 2002 г.

Все базы данных были подготовлены в электронном виде. Створы гидрологических измерений привязаны к цифровой топооснове. Схема расположения водпостов на территории Кемеровской области показана на рис. 1.

По всем существующим и действовавшим ранее постам определены критические уровни воды (выхода на пойму, начала затопления), периоды затоплений в предшествующие годы, уровень начала затопления населенных пунктов (таблица 1).

Таблица 1

Характеристики затопления поймы, совмещенные с повторяемостью и классом опасности наводнений на реках Кемеровской области

№	Река – пост	Характеристики затопления поймы				Уровень начала затопления населенных пунктов	повторяемость и класс опасности наводнений		
		уровень выхода воды на пойму, см	Ср. превыш. макс. уровней над критическим, см	число случаев, %	средняя продолж. дни		Повторяемость	Пара-метр М	Класс опасности
1	Алчедат – Троицкое	570	8	13	1	*	2	0	1
2	Барзас – Барзас	850	0	0	0	*	4	146	4
3	Верхняя Терсь – Макариха	370	20	82	5	*	4	1	1
4	Верхняя Терсь – Осинное Плесо	250	13	57	1	*	1	0	1
5	Дудет – Тамбар	316	13	12	1	*	2	0	1
									
54	Яя – Таловка	500	12	13	2	*	4	5	2
55	Яя – Яя	720	50	5	3	650	4	61	4

Анализ таблицы 1 позволяет сделать вывод, что по многим створам не определены критические уровни, при которых начинается затопление населенных пунктов. Представляется необходимым сделать это на следующих этапах исследований. Кроме того, необходимо определить критические уровни, превышение которых может привести к катастрофическим последствиям.

Для каждого поста в пределах Кемеровской области были рассчитаны ординаты аналитических кривых обеспеченности наивысших годовых уровней воды при $P=1,5,10,20,50\%$. Короткие ряды наблюдений удлинялись с применением программы "Гидростатистика".

Для районирования территорий по степени опасности наводнений гидростворы были разбиты на четыре группы и ранжированы по величине параметра М, предлагаемого для оценки мощности или опасности наводнений, как показано в таблице 1. Здесь разделение по классу опасности производилось следующим образом: М от 0 до 2 – 1 класс (малоопасные), М от 3 до 6 – 2 класс (средняя степень), М от 7 до 15 – 3 класс (высокая степень), М свыше 15 – 4 класс (очень высокая степень). Районирование речных участков по повторяемости и степени опасности наводнений приведено на рисунках 3, 4.

Необходимо отдавать себе отчет в том, что, во-первых, подобное районирование яв-

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2 2006

ПЛАНИРОВАНИЕ РИСКОВ НАВОДНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

ляется весьма условным и необходимо для выделения паводкоопасных участков и, во-вторых, показывает лишь степень опасности прохождения высоких половодий, и, ни в коей мере, экономический ущерб от их последствий. Последний зависит от плотности застройки, стоимости сооружений, попадающих в зону затопления, и многих других факторов. Для оценки ущерба от наводнений необходи-

мо накапливать архив данных за многолетний период о фактических величинах ущерба при паводках различной повторяемости.

Оценка зон затоплений с помощью ГИС – технологий потребовала создания ЦМР на затопляемую пойму и расчета превышений уровня по данным постов наблюдений Кемеровской области [4].

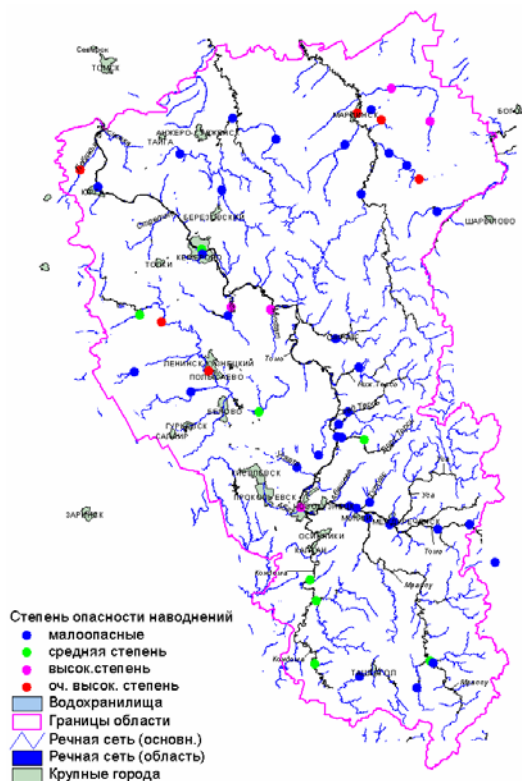


Рисунок 3 – Карта степени опасности наводнений

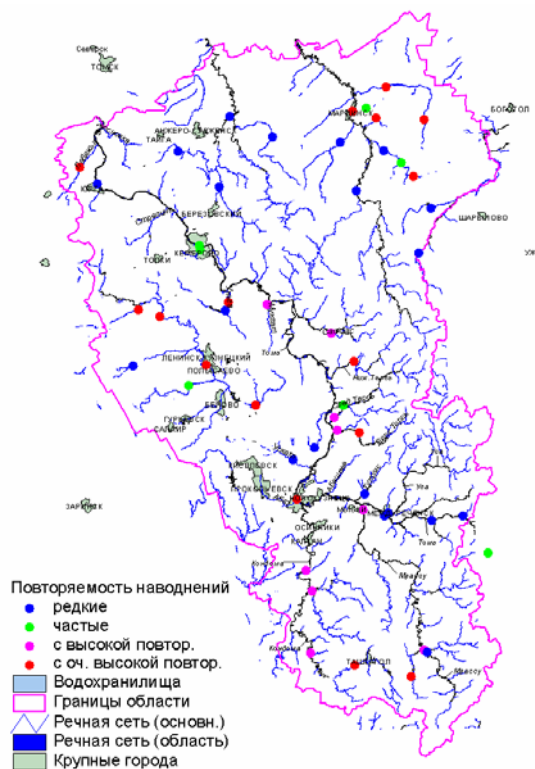


Рисунок 4 – Карта повторяемости наводнений

На рис. 5 показана обзорная карта контура затопления по данным полевых исследований 2004 года в бассейне р. Кондомы.

На основе описанных методик были построены контуры затопления различной обеспеченности для 25 территорий. На рис. 6 показан пример расчета контуров р.Кондома п. Куртуково.

Проведенные исследования позволили уточнить перечень территорий, подверженных затоплению, оценить границы затопления населенных пунктов, а также выработать ряд рекомендаций по снижению негативных последствий прохождения наводнений.

Как было сказано ранее, система мероприятий по снижению негативных последствий наводнений должна включать в себя,

кроме сооружений инженерной защиты, законодательные мероприятия в том числе ограничение хозяйственной деятельности на затопляемых территориях; вынос жилых и производственных построек за пределы зоны затопления; установление системы страхования от наводнений и превентивные меры, главной из которых является разработка методов оперативного прогнозирования половодий и дождевых паводков.

Прогнозы водного режима позволяют заблаговременно подготовиться к прохождению наводнений и, тем самым, избежать их катастрофических последствий.

Во всем мире, включая Россию, в последние десятилетия наблюдается устойчивая тенденция роста затрат на преодоление последствий наводнений, связанная с интен-

сивным хозяйственным освоением прибрежных территорий, глобальным потеплением климата, несовершенством методов их прогнозирования.

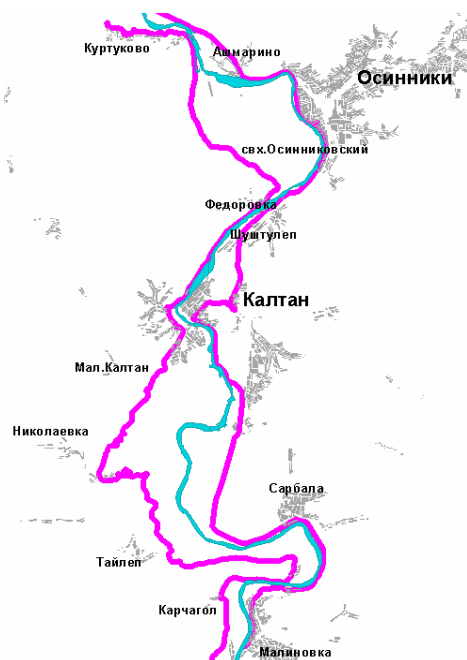


Рисунок 5 – Обзорная карта-схема контуров затопления весенним паводком 2004 г

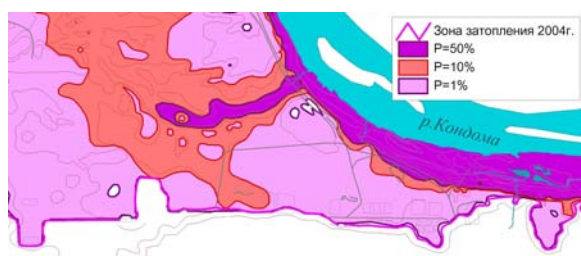


Рисунок 6 – Контур зоны затопления паводком 2004 г. и зон затопления паводками 1%, 10%, 50% обеспеченности п. Куртуково

Обеспечение населения, административных и хозяйственных органов оперативными прогнозами сегодня оставляет желать лучшего. Качество и объем прогнозной информации в настоящее время существенно ниже, чем 10-15 лет назад. И этому есть несколько причин.

1. Действующая система мониторинга водных объектов имеет ряд существенных недостатков. Особенно это касается сибирских регионов, где и без того редкая сеть на-

блюдений за последние годы сократилась почти наполовину.

2. Теоретическое, методологическое и информационное обеспечение комплекса работ по мониторингу водных объектов базируется на устаревших концепциях и не отвечает современным требованиям. Несмотря на возросшие объемы накопленной информации, развития методов математического моделирования природных процессов, применения методов дистанционного зондирования и геоинформационных технологий, многочисленные теоретические и экспериментальные исследования, в инженерной практике до настоящего времени используются методики, разработанные в середине прошлого века и основанные на эмпирических связях между стоком и определяющими его факторами.

3. Резкое сокращение объема финансирования гидрометеорологических исследований, ведомственная монополизация гидрометеорологической, картографической и космической информации не позволяют внедрять в оперативную практику современные российские и зарубежные достижения в области гидрологических расчетов и прогнозов.

Одной из основных целей дальнейших исследований является разработка новых (более эффективных) методов ведения мониторинга водных объектов, а также методик и технологий оценки и прогнозирования количества и качества воды, формирующейся на территории водосборного бассейна, особенно в условиях, приводящих к чрезвычайным гидрологическим ситуациям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе анализа первичной гидрологической информации о режиме водных объектов и использования ГИС технологий проведено районирование территории по классам опасности наводнений. Предложен и реализован для Кемеровской области новый способ районирования по степени опасности наводнений

2. На основе использования цифровых крупномасштабных карт на участки и территории, подвергавшиеся наиболее часто затоплению в годы с различной водностью проведен расчет на основе методов ГИС границ затопления участков при паводках различной обеспеченности с учетом рельефа и уклонов водной поверхности.

3. Рассмотрена система мероприятий по снижению негативных последствий наводнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев Е.К., Жоров В.А., Ловцкая О.В., Яковченко С.Г. О некоторых алгоритмах расчета кривых обеспеченности и их программной реализации // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия: Матер. Междунар. Научн. Конф. – Томск, 2000. – С. 386-388.
2. Гарцман Б.И., Карасев М.С., Степаненко Л.А. Картографирование риска затопления и развития вводно-эрозионных процессов в долинах рек горных стран зоны муссонного климата: методические и прикладные аспекты // Водные ресурсы. – 2000. – Т. 27. №1. – С. 13-20.
3. Постнова И.С., Яковченко С.Г., Дмитриев В.О. Технология оценки с помощью ГИС зон затопления

весенними паводками малой обеспеченности // ЖВТ. – 2005. – Т. 10. – Ч. 2. – С. 39-45.

4. Яковченко С.Г., Жоров В.А., Постнова И.С. Создание и использование цифровых моделей рельефа в гидрологических и геоморфологических исследованиях. – Кемерово: Изд-во ИУУ СО РАН, 2004. – 92 с.

5. Hutchinson M.F. A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits // Journal of Hydrology. – 1989. – 106. – P. 211-232.

6. Meijerink A.M.J., de Brower H.A.M., Mannaerts C.M., Valenzuela C. Introduction to the use of Geographic Information Systems for practical hydrology. – UNESCO-ITC publication, 1994. – N 23. – 273 p.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ РАСЧИСТКИ РУСЛА

А.Т. Зиновьев, К.В. Марусин, А.А. Шибких, В.А. Шлычков, М.В. Затицкий

В работе предлагается компьютерная модель русловых процессов на участке р. Обь у сел Сибирка и Кучук Шелаболихинского района Алтайского края для определения эффективности инженерных мероприятий с целью создания условий для беззаторного пропуска льда на участке расчистки и судоходства.

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность мероприятий по регулированию русел рек и управлению русловыми процессами, устойчивость и надежность инженерных сооружений в руслах рек во многом зависят от того, в какой мере они соответствуют режиму реки и учитывают специфику русловых процессов в конкретной природной обстановке. Использование современных методов математического моделирования и ГИС-технологий предоставляет возможности всесторонне изучать русловые процессы с привлечением всей имеющейся информации по конкретному объекту (морфологической, гидрологической и пр.) и знаний в предметной области.

Этот подход был реализован при выполнении работ по компьютерному моделированию русловых процессов на участке реки для оценки влияния расчистки русла. Объектом исследования является участок р. Обь у сел Сибирка и Кучук Шелаболихинского района Алтайского края. Ледовые затруднения (зато-

ры торошения) на участке расчистки русла р. Обь наблюдаются ежегодно [1] и являются причиной заторных наводнений, подтопляющих в весенний период расположенные у реки населенные пункты. Общим признаком места образования затора является понижение пропускной способности реки на каком-либо участке для раздробленного льда ледяного покрова. Это могут быть участки реки с крутыми поворотами, островами, порогами, суженным руслом, с уменьшением глубины, с уменьшением скорости течения, с ненарушенным ледяным покровом и т.п. [2].

В качестве мероприятия по предотвращению заторообразования предлагается расчистка русла (предупредительная мера [3]) – проведение выправительных работ в русле реки, создание благоприятных условий для прохождения льда, в том числе и посредством изменения скоростного режима потока, путем разработки устойчивых к заилению прорезей через перекаты при минимальных объемах вынимаемого руслового аллювия.