

С. В. Павлов, И.У. Ямалов, А.Ф. Атнабаев, Ю. Н. Кунаков

ИНФОРМАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ВЕСЕННЕГО ПАВОДКА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Описываются методы и технологии обработки разнотипной пространственной и атрибутивной информации о паводковой ситуации с использованием геоинформационных систем. Приводятся результаты, являющиеся основой при поддержке принятия решений в чрезвычайной ситуации. *Геоинформационное моделирование; паводковая ситуация; система поддержки принятия решений; зоны затопления; уровни воды на реках и водохранилищах*

ВВЕДЕНИЕ

Весенний паводок в Республике Башкортостан (РБ) является практически ежегодно повторяющимся стихийным бедствием, а по площади охватываемых территорий и наносимому материальному ущербу превосходит все остальные виды природных чрезвычайных ситуаций (ЧС). Это обусловлено, прежде всего, многочисленностью водных объектов в республике и активным применением водных ресурсов для питьевых, производственных и сельскохозяйственных нужд.

Для информационной поддержки принятия решений в паводковый период и для повышения эффективности контроля за паводковой ситуацией необходимо своевременное предоставление информации о складывающейся ситуации на водных объектах РБ.

В связи с этим важную роль играет система мероприятий, направленная на предупреждение и смягчение последствий паводковой ситуации, основанная на мониторинге и оперативном прогнозировании зон затопления с использованием современных геоинформационных технологий, в том числе ГИС-технологий.

На рис. 1 представлена схема процесса информационного сопровождения прохождения паводка, в котором ключевое место занимает задача геоинформационного моделирования возможных зон затопления на основе анализа разнотипной картографической и атрибутивной информации.

1. ПОЛУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ О ТЕКУЩИХ УРОВНЯХ ВОДЫ НА ГИДРОПОСТАХ И ВОДОХРАНИЛИЩАХ

Основой процесса поддержки принятия решений в паводковый период является информация об уровнях воды, которые ежедневно измеряются на двадцати постах гидрологического контроля и на восьми основных водохранилищах в РБ [1].

Получаемые данные обрабатываются и заносятся в специальную сводную таблицу, характеризующую текущее состояние водного объекта в районе поста гидрологического контроля. Эти данные позволяют достаточно точно оценивать текущую паводковую ситуацию по республике, а их анализ экстраполяции изменения уровня за 2-3 дня дает возможность составлять прогноз её развития на последующие дни. Следует отметить, что представление указанных данных в табличном виде недостаточно полно и адекватно отражает текущую и ретроспективную информацию о состоянии водного объекта, поэтому для более наглядного отображения складывающейся ситуации строятся графики изменения уровня воды, позволяющие проводить сравнительный анализ с предыдущими годами и выявлять аналогии возможного развития паводковой ситуации. Пример табличной и графической форм представления информации об изменениях уровня воды на постах гидрологического контроля представлен в таблице и на рис. 2.

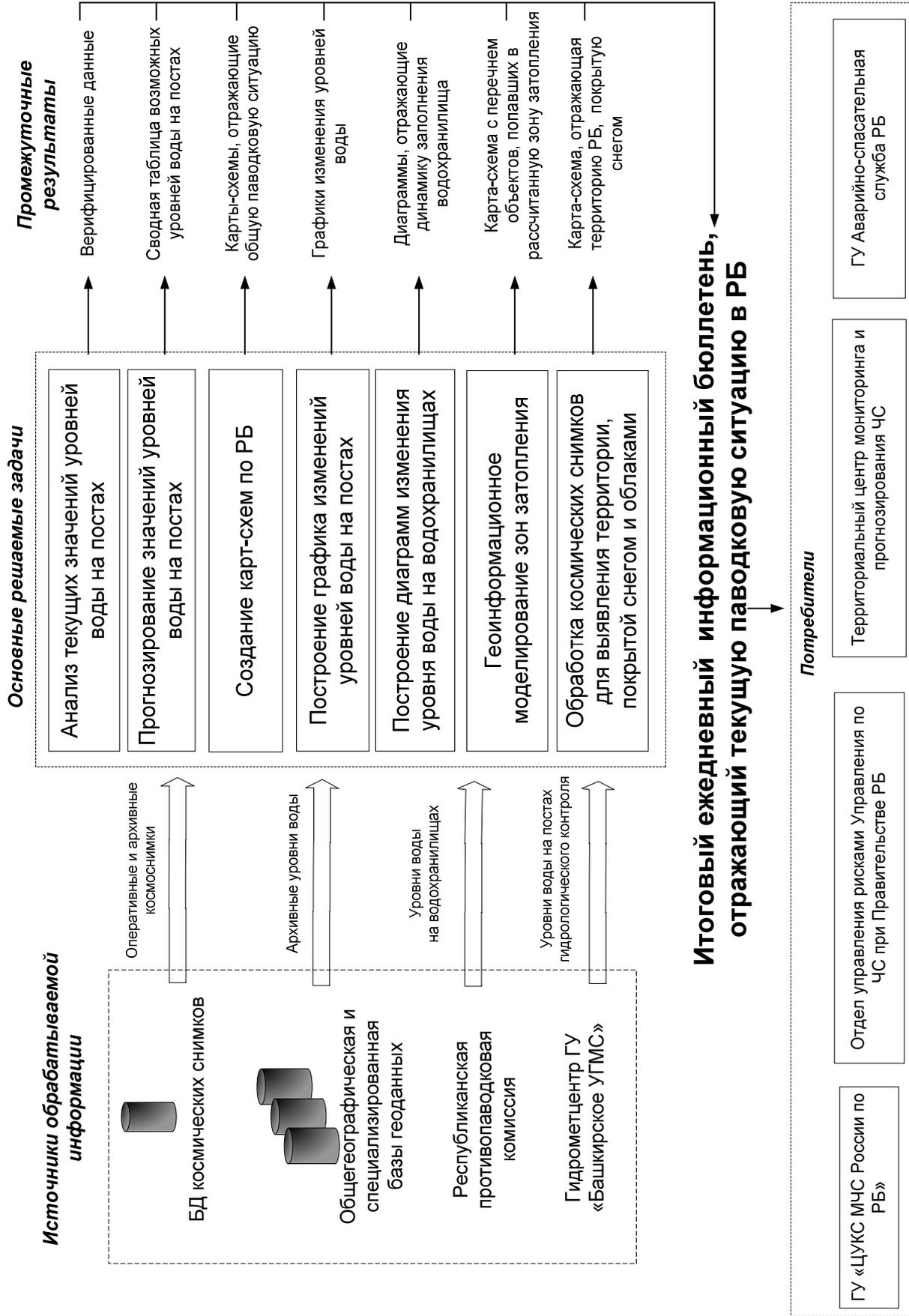


Рис. 1. Схема процесса обработки данных для информационного сопровождения паводка

Таблица текущих и прогнозных уровней воды на гидропостах РБ

Река	Пост	Текущие уровни			Прогнозные уровни		Пойма, мм
		01 мая	Значение, мм	02 мая	Значение, мм	03 мая	
Белая	Арский Камень	165	12	177	18	195	330
Белая	Стерлитамак	126	-4	122	9	131	400
Белая	Уфа	343	-4	339	7	346	730
Белая	Андреевка	450	-9	441	-11	430	408
Уфа	Шакша	489	-1	488	5	493	830
Дема	Бочкарево	497	3	500	0	500	600
Ашкадар	Новофедоровка	230	-60	170	-37	133	300

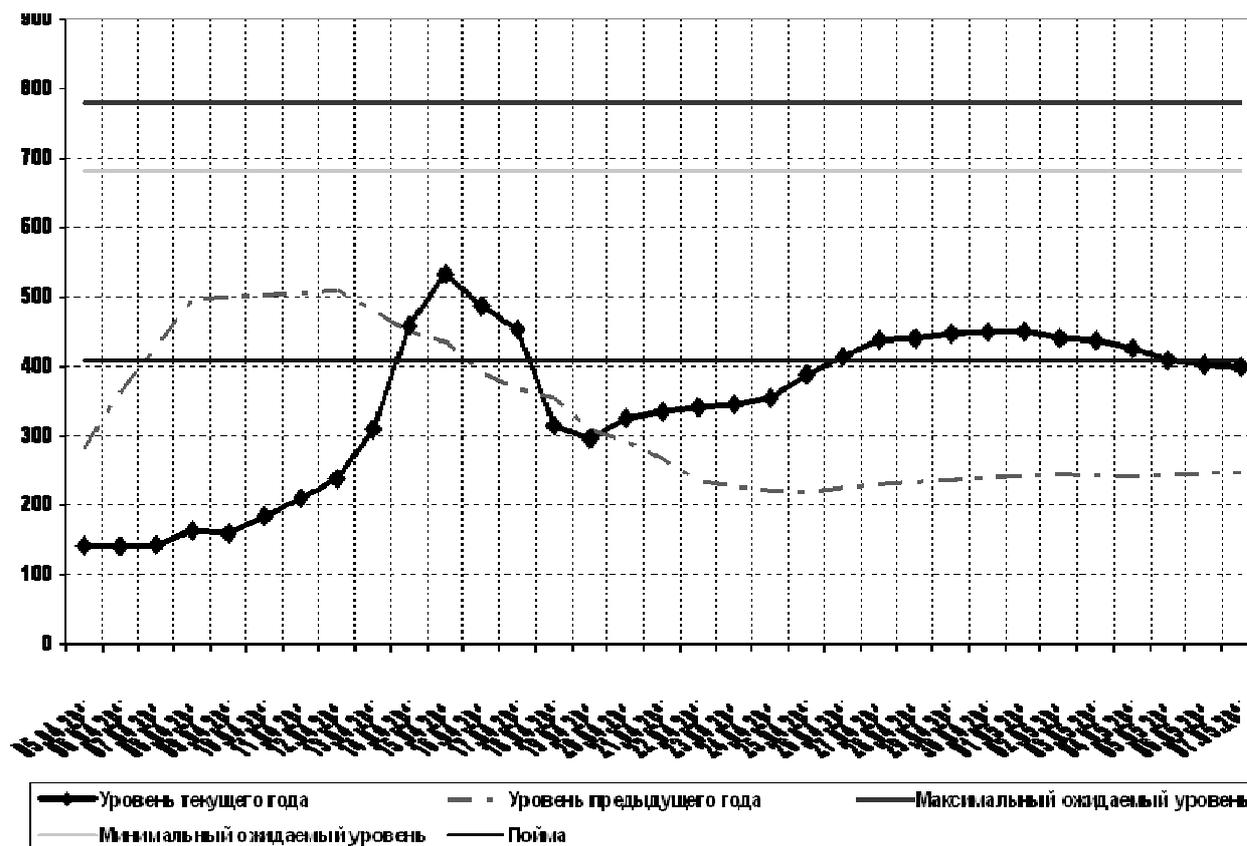


Рис. 2. График изменения уровня воды на гидропосте «Андреевка»

2. СОЗДАНИЕ КАРТ-СХЕМ, ОТРАЖАЮЩИХ ОБЩУЮ ПАВОДКОВУЮ СИТУАЦИЮ

Для повышения эффективности контроля за паводковой ситуацией можно использовать ГИС-технологии для создания карт-схем, отражающих общую паводковую обстановку на водных объектах РБ (рис. 3). Данный вид карт-схем позволяет оценить складывающуюся паводковую ситуацию в целом на всей территории РБ: на карте представлены основные крупные водные объекты, административное деление по районам с районными центрами. Вдоль основных водных артерий построена буферная зона, условно поделенная на участки влияния каждого из гидропостов: зеленый цвет участка означает, что реки находятся в берегах; желтый цвет означает, что реки на следующий день по прогнозным данным выйдут на пойму; красный цвет говорит о том, что на данной территории реки вышли на пойму.

На территориях, выделенных красным цветом, следует более подробно рассмотреть состояние водных объектов, используя ГИС-инструмент построения зоны возможных затоплений. Построение зоны затопления необходимо для прогнозирования и предотвращения потенциально-опасных последствий весенних паводков при разливах водных объектов.

Из приведенного ранее примера (таблица) видно, что на реке Белая в районе д. Ново-Федоровка на гидрологическом poste «Ново-Федоровка» значение уровня воды значительно превышает уровень поймы. Для получения информации о возможном развитии ЧС в рассматриваемом районе применяются методы геоинформационного моделирования [2, 3]. В результате совместного анализа значений уровней поднятия воды на постах гидрологического контроля и цифровой модели рельефа рассчитываются и формируются зоны возможного затопления, совмещенные с цифровой картой местности (рис. 4). Полученные данные дают возможность определять населенные пункты, попадающие в рассчитанную зону затопления (выделены красным цветом), и своевременно осуществлять необходимые мероприятия по снижению возможных последствий от ЧС.

3. АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ ОБ УРОВНЯХ ВОДЫ НА ОСНОВНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ РБ

Большую роль в прохождении паводка также играют гидротехнические сооружения (ГТС) и водохранилища, которых в настоящее время

на территории РБ более 400. Наиболее важными и крупными водохранилищами являются Павловское, Юмагузинское, Нугушское, Акъярское, Таналыкское, Сакмарское, Слакское и Нижнекамское. В экстремальных условиях высокого паводка они играют важную роль за счет собственного наполнения и контролируемого сброса талых вод. Для информационной поддержки принятия решений в паводковый период и для повышения эффективности контроля за паводковой ситуацией необходимо производить мониторинг наполнения водохранилищ, основой для этого являются данные, ежедневно предоставляемые Республиканской противопаводковой комиссией. Табличная информация о состоянии водохранилища, характеризующая текущую паводковую ситуацию, для наглядного отображения представляется в виде диаграммы наполнения водохранилищ (рис. 5). В случае если значение объема водохранилища приближается к опасному значению (в сравнении со справочными данными), то элементы диаграммы необходимо окрашивать в красный цвет, акцентируя внимание конечного пользователя на возможную угрозу переполнения водохранилища. Например, в текущем году в РБ подобная ситуация была отмечена на Сакмарском, Таналыкском и Слакском водохранилищах.

4. ОБРАБОТКА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ, ОТРАЖАЮЩИХ СОСТОЯНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ РБ

Важную роль в прохождении паводка играет таяние снега. От времени и скорости таяния снега зависит дата начала весеннего паводка, а также его объем. Мониторинг динамики схода снежного покрова и оценка его схода еще до начала весеннего паводка позволяет спрогнозировать и рассчитать силы и средства для его пропуска.

Применение методов обработки данных дистанционного зондирования для мониторинга снежного покрова позволяет оперативно и наглядно предоставлять информацию о состоянии снежного покрова на территории РБ.

Основными целями оценки динамики схода снежного покрова являются повышение эффективности прогнозирования даты начала, пика прохождения и масштаба весеннего половодья. Для достижения этих целей разработана методика, состоящая из шести наиболее значимых этапов [2]. Алгоритм оценки состояния снежного покрова для исследуемой территории представлен на рис. 6.

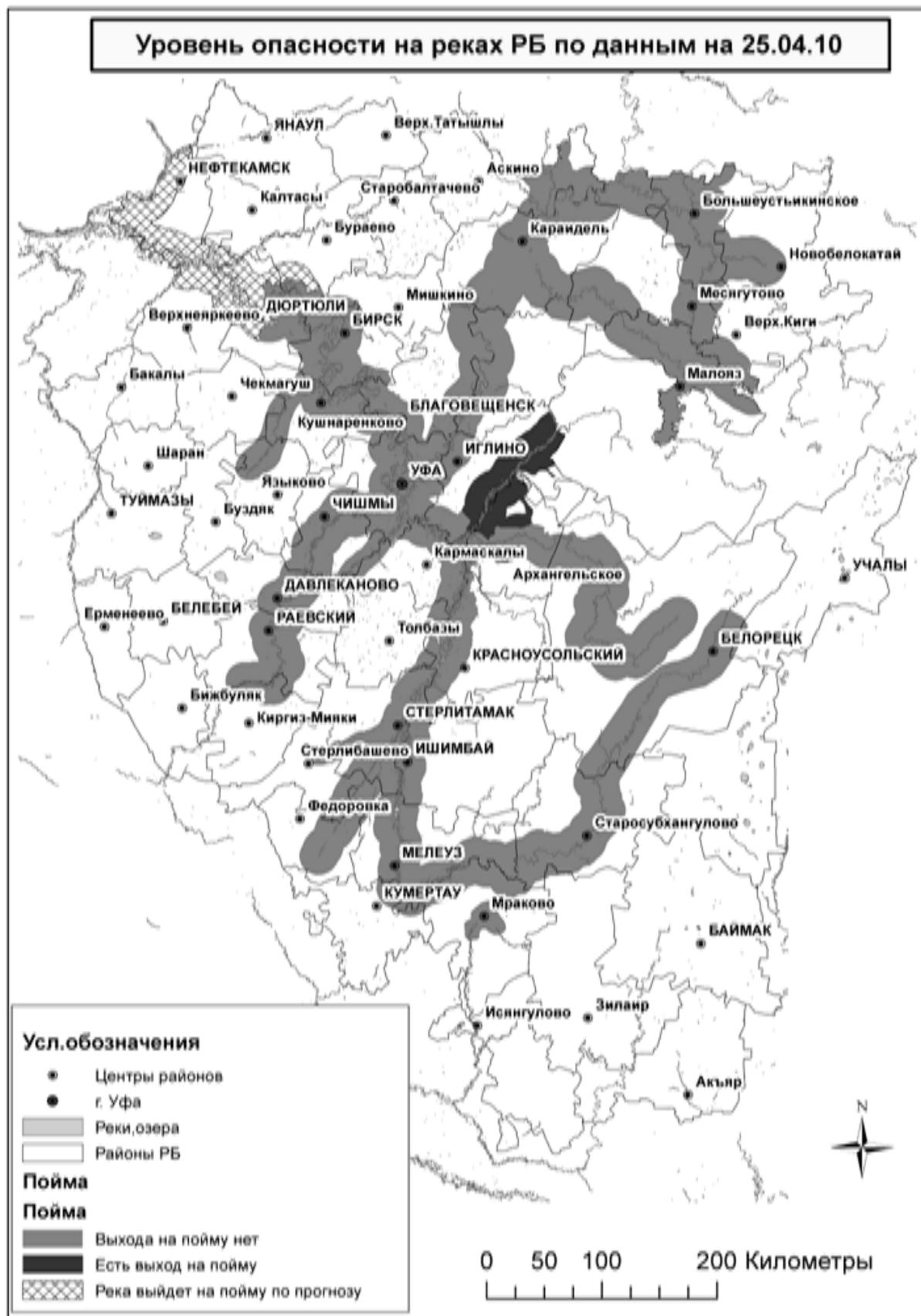


Рис. 3. Карта-схема, отражающая уровень опасности в зоне ответственности гидропостов на территории РБ

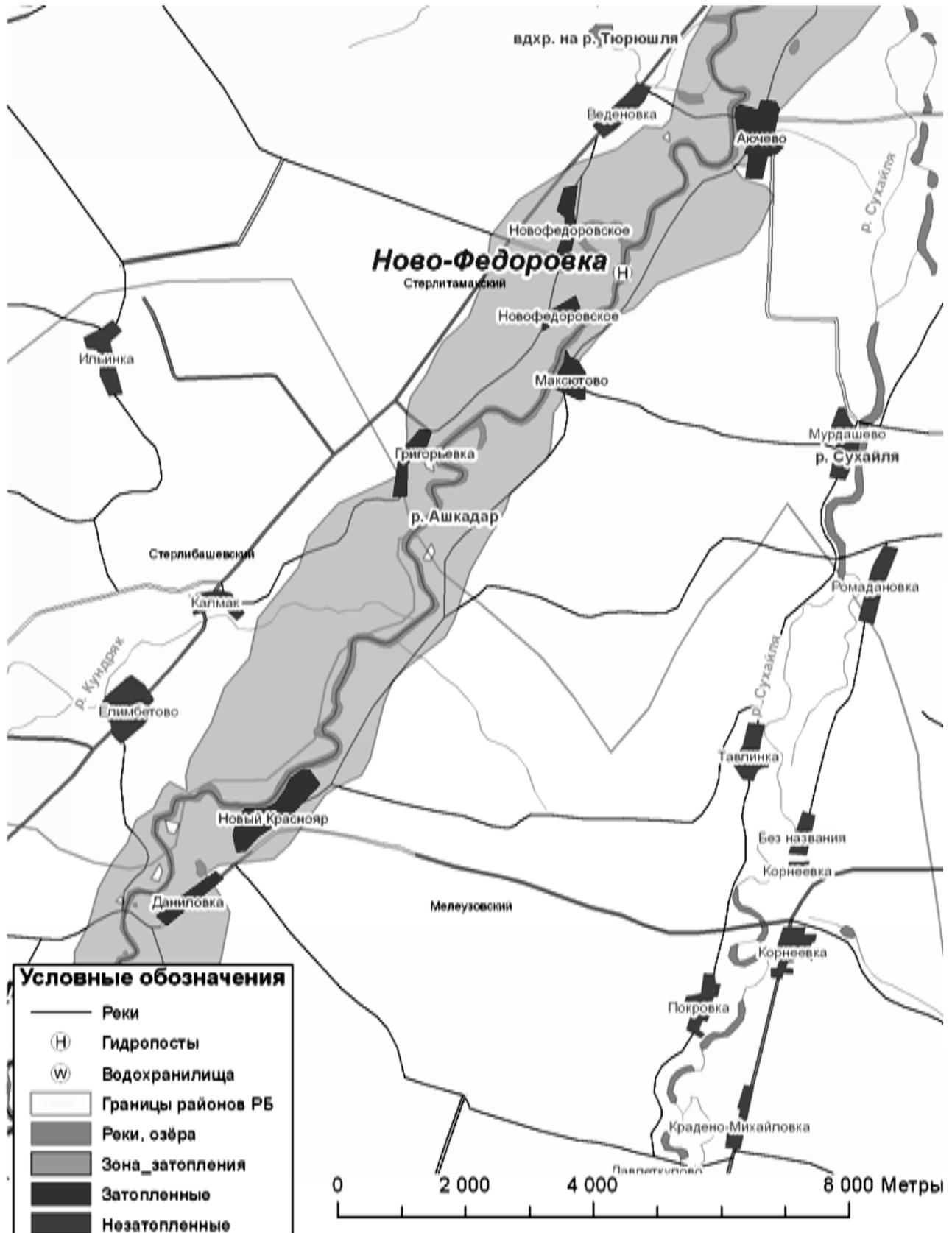


Рис. 4. Возможная зона затопления в районе гидропоста «Ново-Федоровка» на 2 мая 2010 года (уровень воды 441 см)

Динамика наполнения Таналыкского водохранилища

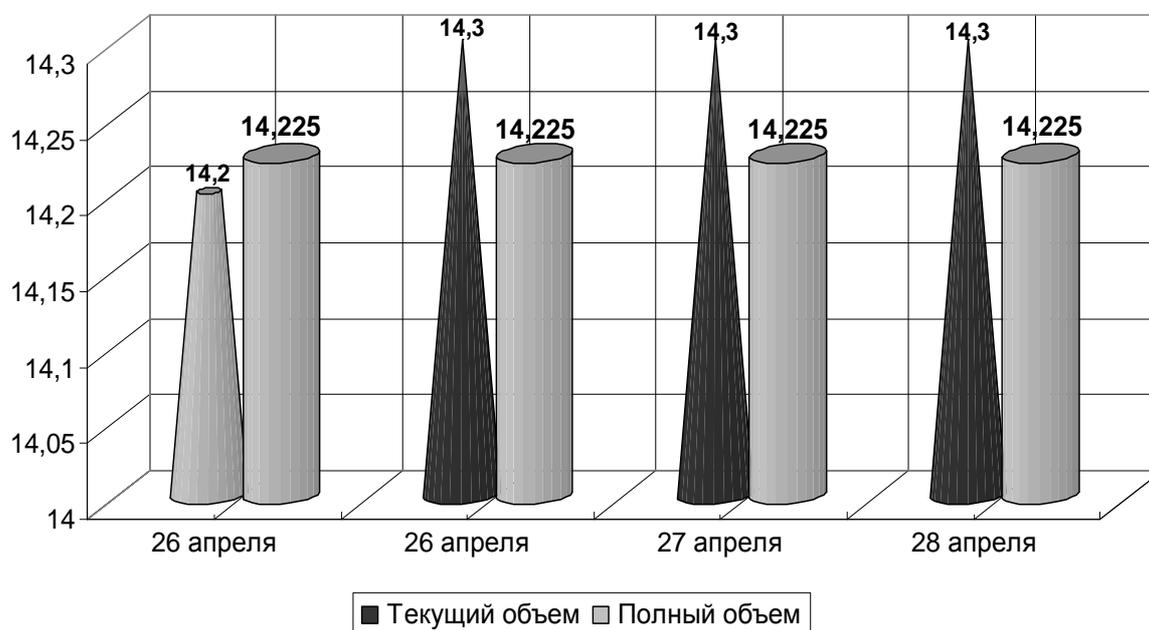


Рис. 5. Динамика наполнения водохранилища

Для оценки состояния снежного покрова ежедневно используются космические снимки MODIS с разрешением 250 метров.

На основе получаемых снимков производится первичный анализ, позволяющий определить возможность дальнейшего его дешифрирования, так как наличие облаков сильно затруднит, а иногда делает невозможным и нецелесообразным его обработку. На следующем этапе производится выделение снежного покрова и облаков автоматизированными средствами программного обеспечения ERDAS Imagine.

На основе эвристического анализа полученных данных и их корректировки создается карта состояния снежного покрова с полученным векторным слоем снежного покрова. Эвристический анализ заключается в получении информации о границах снежного покрова не только на основе одного снимка, но и снимков за два-три предшествующих дня. Карты состояния снеж-

ного покрова на всей территории РБ с периодичностью в 1–3 дня за время с момента таяния снега на территории бассейнов исследуемых рек, а также вблизи границ территории РБ до вскрытия рек позволяют наблюдать динамику схода снежного покрова (рис. 7).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование современных информационных технологий, в том числе ГИС-технологий, позволяет повысить оперативность и качество обеспечения информационного сопровождения паводка, одним из преимуществ которых является простота и наглядность получаемых данных для конечного пользователя, что подтверждают результаты работ по информационной поддержке сопровождения паводковой ситуации, проведенных в весенний период 2010 года.

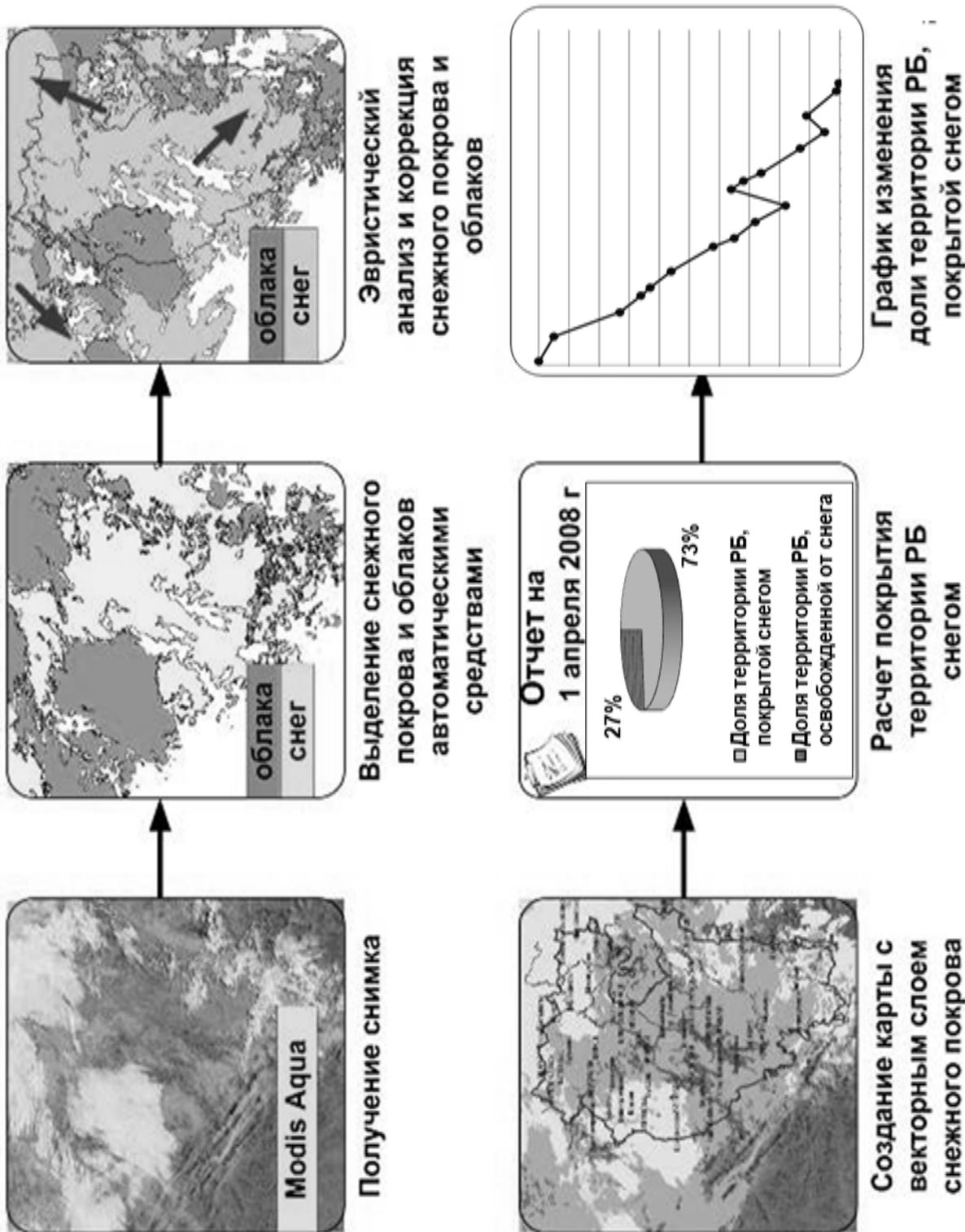


Рис. 6. Алгоритм оценки динамики схода снежного покрова на основе оперативных снимков MODIS

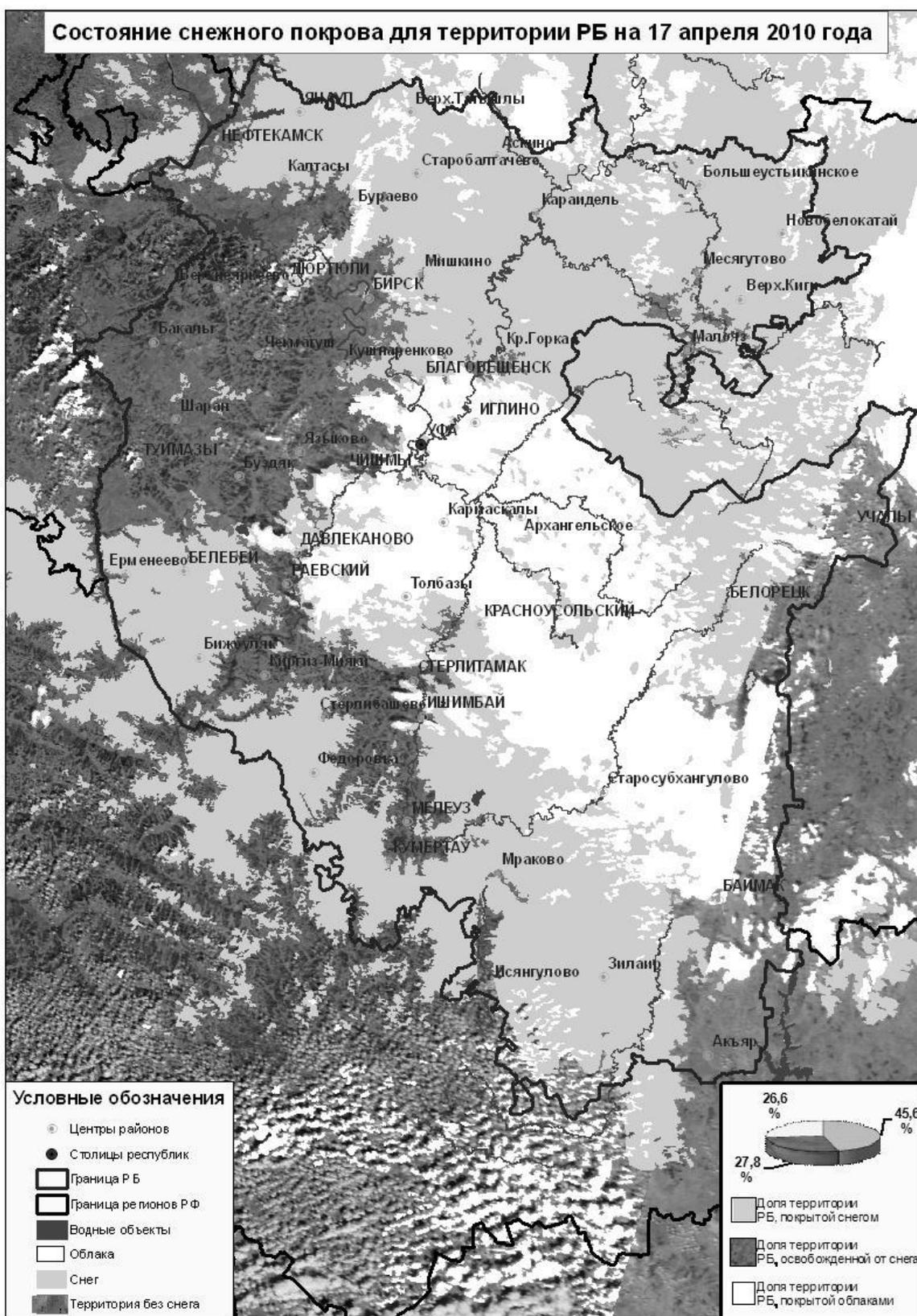


Рис. 7. Карта-схема территории РБ, отражающая состояние снежного покрова по данным на 14.04.10

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Кунаков Ю. Н., Атнабаев А. Ф., Павлов С. В.** Комплексная система поддержки принятия решений для мониторинга паводковой ситуации на основе данных дистанционного зондирования и цифровых электронных карт // Вода для жизни – 2009: Матер. межрегиональн. науч.-практ. конф. Уфа: Информреклама, 2009. С. 103–107.

2. **Павлов С. В., Христодуло О. И., Шарфутдинов Р. Р.** Разработка геоинформационной модели речной сети с учетом картографической, гидрологической и морфометрической информации для определения границ зон затопления при изменении уровня воды в водных объектах // Вестник УГАТУ. 2008. Т. 11, № 1 (28). С. 18–27.

3. Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Республике Башкортостан до 2005 года: республиканская целевая программа. Уфа, 2000. 77 с.

ОБ АВТОРАХ

Павлов Сергей Владимирович, проф., зав. каф. геоинф. систем. Дипл. математик по вычислительн. математике (БГУ, 1977). Д-р техн. наук (УГАТУ, 1998). Иссл. в обл. обработки пространств. данных.

Ямалов Ильдар Уралович, зам. нач. Упр-я по чрезвычайным ситуациям при Правительстве Республики Башкортостан, проф. каф. техн. кибернетики. Дипл. инженер по автоматизации процессов обработки и выдачи информации (УГАТУ, 1984). Д-р техн. наук (УГАТУ, 2008). Иссл. в обл. управления.

Атнабаев Андрей Фарагатович, доц. каф. геоинф. систем. Дипл. магистр по информатике и вычисл. технике (УГАТУ, 2004). Канд. техн. наук по сист. анализу, управл. и обраб. инф. (УГАТУ, 2008). Иссл. в обл. проектирования корпоративных геоинформ. систем.

Кунаков Юрий Николаевич, ст. преп. той же каф. Дипл. инженер по инф. системам и технологиям (УГАТУ, 2006). Канд. техн. наук по сист. анализу, управл. и обраб. инф. (УГАТУ, 2010). Иссл. в обл. прикл. применения геоинформ. систем и методов обработки данных дистанционного зондирования в науке.