

УДК 556.528

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАВОДКООПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ТАЯНИИ СНЕГА

Н.В. Горбач;

Т.А. Клочко;

М.Р. Фридрак

(Государственное предприятие
научно-исследовательский и проектный
институт «Союз» НКАУ)

(Национальный аэрокосмический университет
им. М.Е. Жуковского «ХАИ»)

Рассмотрена методика оперативного определения территорий, на которых возможны паводки, вызванные усиленным таянием снега. Определение паводкоопасных территорий производится с учетом факторов, влияющих на сток, и основано на дешифрировании космических снимков TERRA MODIS с использованием программ ArcGIS и ERDAS.

Розглянуто методику оперативного визначення територій, де можливі паводки, що викликані посиленням таненням снігу. Визначення паводко-конебезпечних територій робиться з урахуванням факторів, що впливають на стік, та ґрунтується на дешифруванні космічних знімків TERRA MODIS з використанням програм ArcGIS та ERDAS.

The technique of operative definition of territories, on which are possible the high waters caused by strengthened thawing of snow, is considered. Definition the high waters territories is made taking into account the factors influencing a drain, and based on interpretation of space pictures TERRA MODIS with use of programs ArcGIS and ERDAS.

В последние годы на территории Карпатского региона наблюдается рост ущерба от затопления и подтопления территорий водами весеннего половодья и паводков. Паводки и половодье характеризуются скоротечностью и требуют опера-

тивного, скоординированного и эффективного реагирования на складывающуюся ситуацию [1–5].

Данная статья рассматривает разработанную нами методику предварительного определения территорий, на которых возможны паводки, вызванные усиленным таянием снега (при резком изменении температурного фона территории). Определение паводкоопасных территорий основано на дешифрировании космических снимков TERRA MODIS с использованием программ ArcGIS и ERDAS. Преимущества применения снимков TERRA MODIS состоят в оперативности получения (2 раза в сутки), наличии термальных каналов и файла рельефа с учетом угла съёмки.

При решении задачи учитываются основные факторы, которые безусловно влияют на величину максимума стока:

- 1) территории с лесной растительностью и видовой состав леса (лиственный, хвойный);
- 2) территории, покрытые снегом;
- 3) заболоченные территории;
- 4) рельеф.

1. Территории с лесной растительностью и видовой состав леса

Задача дешифрирования разделяется на два этапа:

1. Определение территории с лесной растительностью. Производится один раз в зимний период времени.

- выбирается визуально снимок с полным покрытием территории снежным покровом, при отсутствии одного снимка делается композит;
- маскируются территории населенных пунктов для того, чтобы при автоматическом выделении лесов не возникало ложной классификации селитебной территории как класса лесов;
- выделяются лесные территории неконтролируемой классификацией.

2. Определение видового состава. Производится один раз в летний период времени для разделения лесов на 3 класса (лиственный, хвойный и смешанный) на основе NDVI (нормализованного разностного вегетационного индекса).

2. Территории, покрытые снегом

Выделение территории, покрытой снегом, производится на основе NDSI (нормализованного разностного индекса снега) с учетом масок водных объектов и населенных пунктов.

3. Определение территории с повышенной опасностью

Территории повышенной опасности — это территории, на которых формируется наибольший сток в процессе таяния снега.

Значения опасности рассчитываются средствами ArcGIS как аккумуляция по рельефу с учетом файла весов, полученного на основе растров, определяющих наличие снега, болот, леса и его видовой состава, а также коэффициентов, учитывающих снижение максимального расхода воды в залесенных и заболоченных бассейнах.

Значения для каждого пикселя в файле весов с учетом наличия или отсутствия снега и коэффициентов, учитывающих снижение максимального расхода воды в залесенных и заболоченных бассейнах, вычисляется с помощью модуля Modeler ERDAS IMAGINE (рис. 1):

$$A = B * d_1 * C * d_2 * D, \quad (1)$$

где: A — выходной растр; B — растр, определяющий наличие снега; d_1 — коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды в залесенных бассейнах; C — растр, определяющий наличие болот; d_2 — коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды в заболоченных бассейнах; D — растр, определяющий наличие и видовой состав леса.

Коэффициент d_1 , учитывающий снижение максимального расхода воды в залесенных бассейнах [6], определяется по формуле:

$$d_1 = a_1 / (A_n + 1)^{n_2}, \quad (2)$$

где: a_1 — параметр, принимаемый по табл. 1; A_n — залесенность водосбора, % (так как значения считаются для каждого пикселя, т. е. если лес есть, то 100%); n_2 — коэффициент редукции, принимаемый по табл. 1.

Таблиця 1

Значения параметра α_1 и коэффициента редукции n_2

Природная зона	Расположение леса на водосборе	Значения параметра α_1 при A_L %			Коэффициент редукции n_2 для почвогрунтов под лесом		
		от 3 до 9	от 10 до 19	от 20 до 30	различного механического состава	Супесчаных	Суглинистых
Лесная	A	1,0	1,0	1,0	0,22	—	—
	B	0,85	0,80	1,75	0,22	—	—
	C	1,20	1,25	1,30	0,22	—	—
Лесо-степная	AC	1,0	1,0	1,0	0,16	0,20	0,10
	B	1,25	1,30	1,40	0,16	0,20	0,10

Примечания:
 1. Расположение леса на водосборе в таблице принимается условно: A — равномерное; B — в верхней части водосбора; C — в нижней и прирусловой части водосбора.
 2. В лесной зоне из-за отсутствия сведений о преобладающих почвах (грунтах) значение n_2 принимается равным 0,22 независимо от почв (грунтов) под лесом.

Коэффициент δ_2 учитывающий снижение максимального расхода воды в заболоченных бассейнах [1], определяется по формуле:

$$\delta_2 = 1 - \beta \lg(0,1A_s + 1), \quad (3)$$

где β — коэффициент, принимаемый по табл. 2; A_s — относительная площадь болот и заболоченных лесов и лугов в бассейне, % (так как значения считаются для каждого пикселя, т. е. если болото есть, то 100%).

Для определения аккумуляции также требуется построить файл направлений потоков по рельефу с помощью модуля Arc Hydro (рис. 2).

Таблиця 2

Значения коэффициента β для различных типов болот

Тип болота	Коэффициент β
Низинные болота и заболоченные леса и луга на водосборах, сложенных супесчаными и легкосуглинистыми почвами (грунтами)	0,8
Водосборы, включающие болота разных типов	0,7
Верховые болота на водосборах, сложенных супесчаными и легкосуглинистыми почвами (грунтами)	0,5
Верховые болота на водосборах, сложенных среднесуглинистыми и глинистыми почвами (грунтами)	0,3

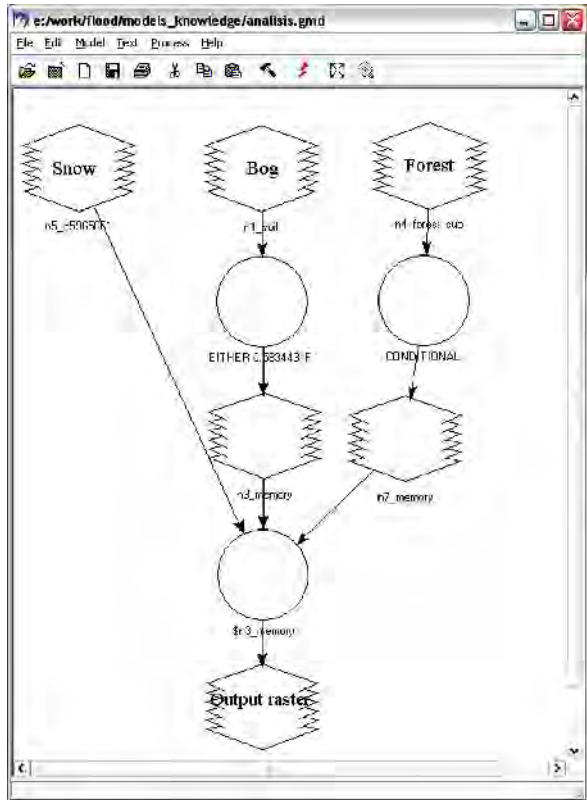


Рис. 1. Реализация формулы 1 в ERDAS IMAGINE, модуль Modeler

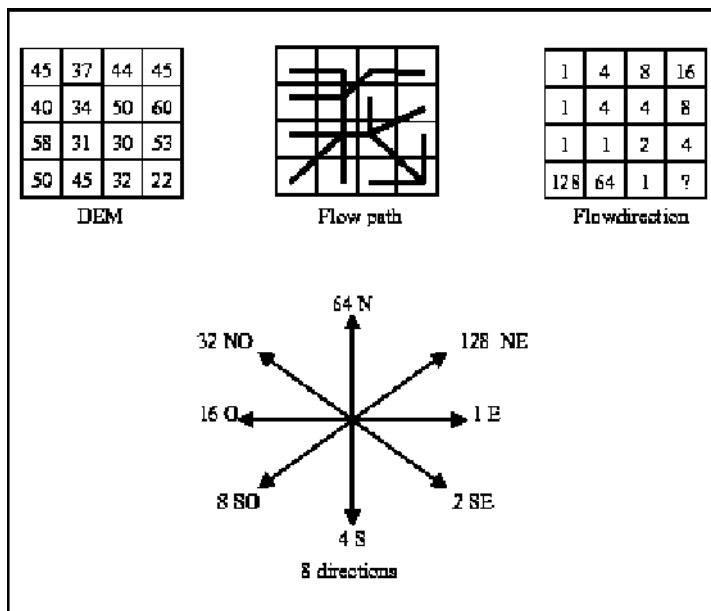


Рис. 2. Построение файла направлений потоков

Для получения растра опасности в ArcMap рассчитываем аккумуляцию по рельефу при помощи команды FlowAccumulation_sa.

Значения полученного растра отражают степень опасности в градациях от 0 (минимальная опасность) до 10 (максимальная опасность) паводка.

Последовательность выполнения операций при решении задачи представлена на рис. 3. Пример отображения наложенного растра на карту Украины представлен на рис. 4, темным выделены наиболее опасные территории.

Методика предварительного определения территорий, на которых возможны паводки, вызванные усиленным таянием снега, опробована в Карпатском регионе. В 2001 г. гидрометеорологическая ситуация в Карпатском регионе имела катастрофические последствия из-за наложения факторов повышения температуры, таяния снега, выпадения ливневых осадков.

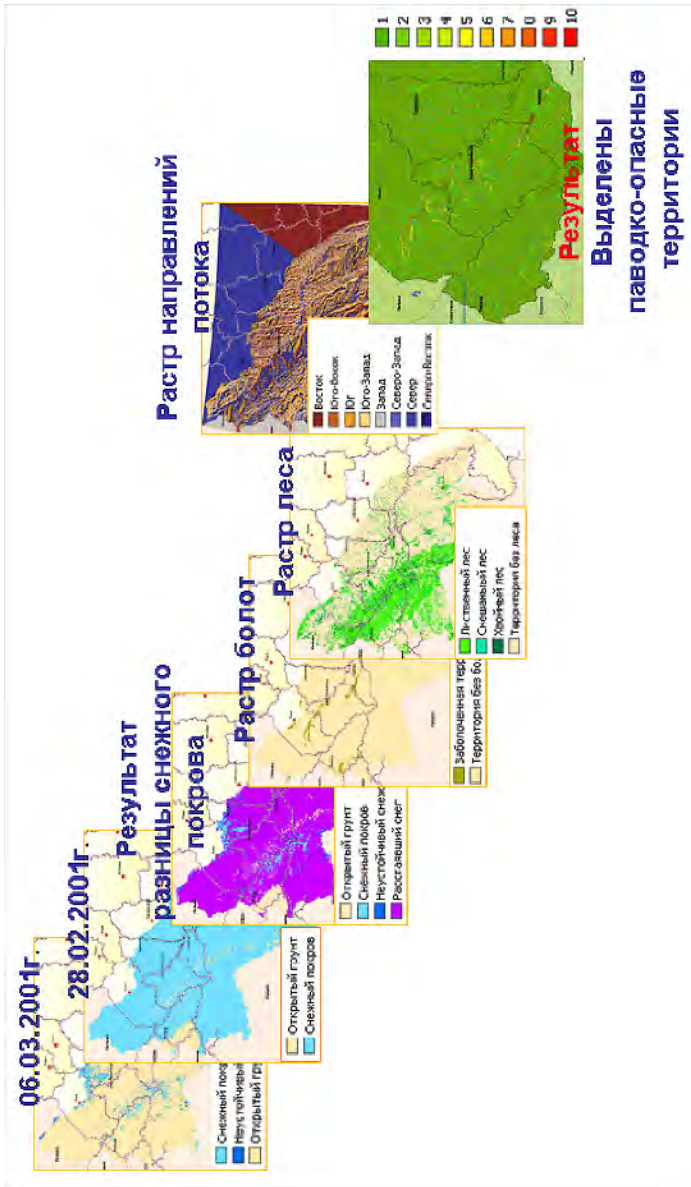


Рис. 3. Последовательность выполнения задачи

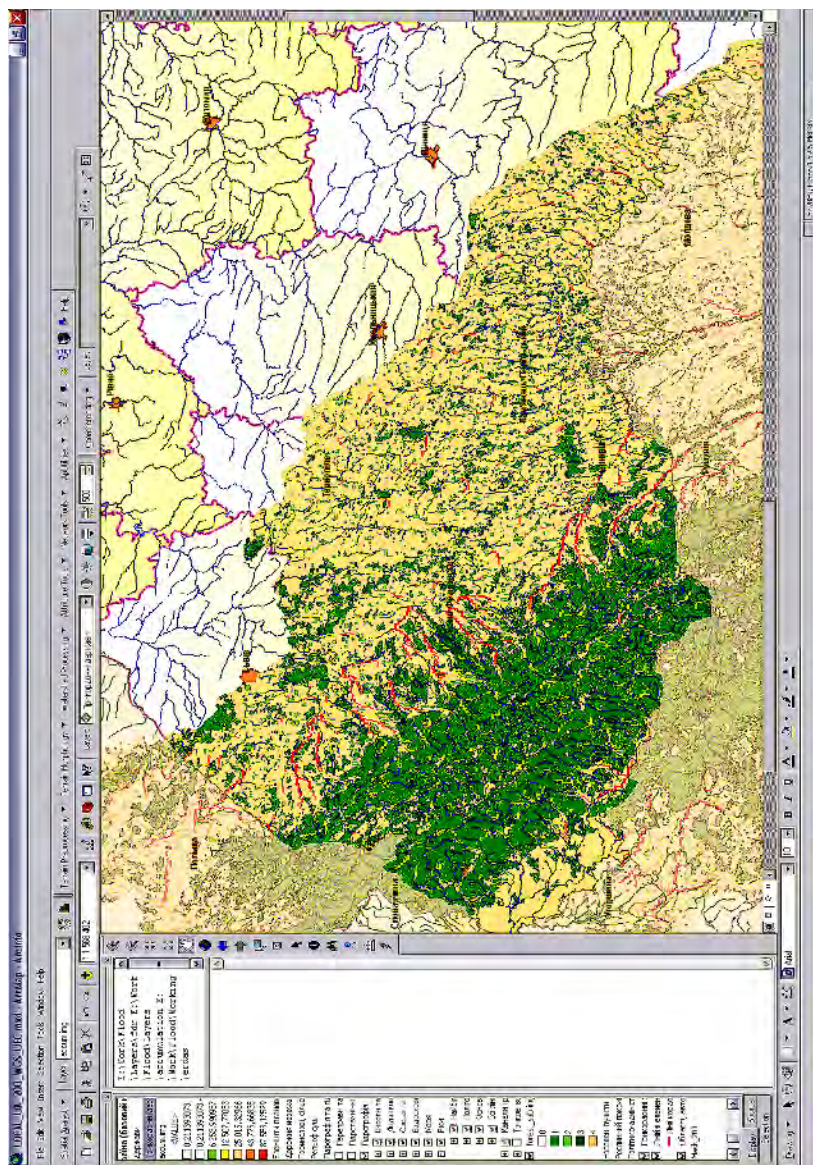


Рис. 4. Карта паводкоопасных территорий (март 2001 г.)

К достоинствам предложенного метода относится оперативность определения потенциально опасных территорий, высокая регулярность определения, возможность экстренной передачи данных. Но следует учесть, что наличие облачности вносит коррективы в получение исходной космической информации.

Задачей дальнейших исследований является доработка совместного учета дождевых осадков с использованием данных метеослужб.

Работа выполнена при методической помощи Г.Я. Красовского, профессора Национального аэрокосмического университета им. М.Е. Жуковского

* * *

1. Гопченко Е.Д. Практическая реализация операторной модели максимального стока на примере рек Предкарпатья / Е.Д. Гопченко, В.А. Овчарук. — Наук. праці УкрНДГМІ, 2007.

2. Киндюк Б.В. Расчет характеристик ливневых паводков заданной вероятности превышения на реках Предкарпатья / Б.В. Киндюк. — Наук. праці УкрНДГМІ, 2003.

3. Красовський Г.Я. Космічний моніторинг безпеки водних екосистем з застосуванням геоінформаційних технологій / Г.Я. Красовський. — К., Наук. думка. — 2008. — 468 с.

4. Определение характеристик водосборного бассейна и расчетного расхода стока. Методические указания. — Хабаровск: Изд-во ХГТУ, 2003.

5. Паводковая ГИС Башкортостана / С.В. Павлов, С.Р. Галямов, О.И. Христодуло, И.Н. Зайтов. — ARCREVIEW. — Выпуск № 4 (39). — ООО Дата+, 2006.

Отримано: 3.03.2009 р.