

ОЦІНКА ВИТРАТ ВОДИ НА ТРАНСPIРАЦІЮ ЗА КОСМІЧНИМИ ЗНІМКАМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВОДНОГО БАЛАНСУ ТЕРИТОРІЙ

В.І. Лялько, О.І. Левчик, О.І. Сахацький

Розглянуто витрати води на транспірацію рослинними угрупованнями як однієї із складових водного балансу території, яка зіставляється з річковим стоком. Для визначення транспіраційних витрат запропоновано використання класифікації земного покриву за багатоспектральними космічними знімками. Класифікований знімок у поєднанні зі статистичними оцінками транспірації рослинними угрупованнями за вегетаційний період дає змогу побудувати відповідні карти та наближено розрахувати сумарний водообмін у рослинному покриві в межах значної території, що може бути корисним для виконання гідрологічних, гідрогеологічних та екологічних прогнозів. Наведено результати застосування запропонованого підходу в межах території Чорнобильської зони відчуження.

Ключові слова: водний баланс території, класифікація космічних знімків, транспіраційні витрати рослинних угруповань.

Постановка задачі. Добре відомо, що значну кількість води, що зіставляється з річковим стоком, пропускають через себе рослини. Процес водообміну в рослинах складається: 1) із поглинання води; 2) переміщення і розподілу поглинутої води; 3) випаровування води або транспірації. Водообмін рослин характеризується мінливістю протягом доби та вегетаційного періоду в цілому і перебуває у безпосередньому зв'язку зі спрямованістю загального обміну речовин, фізико-хімічними властивостями цитоплазми та структурною організацією клітин внутрішніх покривних тканин. Транспірація, будучи у своїй основі фізичним процесом випарування води рослиною, в дійсності є складовою біохімічних процесів і відіграє у життєдіяльності рослин важливу і різнобічну роль. Головне значення транспірації полягає в тому, що вона слугує засобом переміщення води і різних речовин, розчинених у воді, вгору вздовж стебла. У деревинних порід всмоктувальна сила транспірації набагато перевищує кореневий тиск. У трав'янистих рослин, навпаки, вона нижча, але залишається значною.

Крім перенесення поживних речовин транспірація бере участь у диханні рослин, поглинанні CO_2 через його дифузію вглиб листа через спеціальні клітини продихів листа, які мають бути зволожені водою. З позиції розгляду взаємозв'язку водного та вуглецевого циклу важливим є зв'язок між транспірацією та продукційним процесом. Дані багатьох досліджень вказують на тісну кореляцію між інтенсивністю транспірації та накопиченням біомаси. Нарешті, транспірація є важливим засобом захисту листа рослин від перегрівання, що має важливе значення для різних біохімічних реакцій і насамперед для процесів

фотосинтезу. Згідно з дослідженнями, температура поверхні листя внаслідок транспірації є близькою до температури навколишнього середовища навіть у тих листків, що знаходяться під прямими променями сонця. А за значного водозабезпечення та транспірації температура листя, особливо в тіні, може бути нижчою за температуру повітря.

Витрати води на транспірацію за вегетаційний період вимірюють у міліметрах стовпа води, аналогічно до вимірів атмосферних опадів. Для характеристики інтенсивності транспірації використовують відповідний показник, що має розмірність $\text{г}/(\text{дм}^2 \cdot \text{рік})$ і вказує на кількість води, втраченої рослиною у одиницю часу на одиницю листяної (транспіруючої) поверхні. Крім того, *інтенсивність транспірації* іноді вимірюють у кількості грамів води, яку витрачає рослина на один грам її маси за годину, $-\text{г}/(\text{г} \cdot \text{год})$. Транспірація складає основну частину випаровування із земної поверхні там, де існує рослинний покрив (РП). Незважаючи на суттєвий вплив РП на складові водного балансу верхньої гідродинамічної зони, в практиці гідрологічних і гідрогеологічних розрахунків цей чинник враховують недостатньо якісно, головним чином через брак даних. Використання супутникових даних значно поліпшує можливості оцінки впливу РП на складові водного балансу територій. Серед різних методичних підходів, що можуть бути використані, одним із ефективних методів є поєднання класифікації супутникових зображень за типами рослинних угруповань із статистично обґрунтованими даними наземних спостережень. Кожен тип (клас) РП характеризується відповідними значеннями параметрів водообміну, поглинання води та її транспірації. Наявність класифікованого космічного зображення у поєднанні зі

статистичними оцінками, зокрема, витрат води на транспірацію певними рослинними угрупованнями за вегетаційний період, дає змогу побудувати відповідні карти та наближено розрахувати сумарний водообмін у РП у межах значної території, що може бути корисним для виконання гідрологічних, гідрогеологічних та екологічних прогнозів водозабезпечення території, можливості моніторингу за сухи тощо.

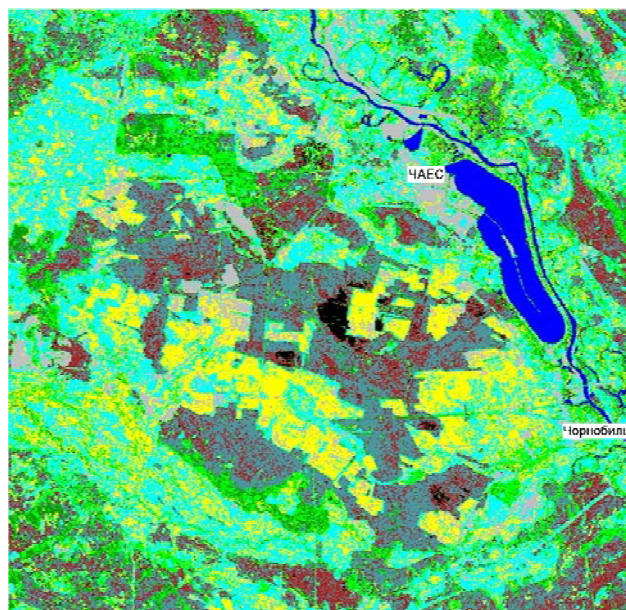
У статті наведено результати застосування запропонованого підходу на прикладі Чорнобильської зони відчуження.

Методологічна частина. Для класифікації земного покриву з метою оцінки витрат на транспірацію рослинними угрупованнями за вегетаційний період використано знімок Landsat-7 ETM, зроблений 2 жовтня 1999 р. у семи стандартних спектральних діапазонах: 1 – блакитна зона (450–515 нм); 2 – зелена (525–605 нм); 3 – червона (630–690 нм); 4 – ближня інфрачервона (750–900 нм); 5 – середня інфрачервона (перший діапазон) (1550–1750 нм); 6 – тепловий діапазон (10400–12500 нм); 7 – другий діапазон середньої інфрачервоної зони (2090–2350 нм). Знімок покриває основну частину Чорнобильської зони відчуження, для якої є завіркові дані, що накопичені в ході робіт у її межах [3, 6].

В результаті проведення класифікації багатоспектральних космічних зображень, методика якої викладена у публікаціях [3, 6], з певною точністю були виділені різні класи земного покриву, що відповідають рослинному покриву різного типу. Завдяки використанню запропонованої методики класифікації вдало виділені різні лісові рослинні угруповання, трав'яниста рослинність, агрофітоценози, водна поверхня, техногенні об'єкти.

Виділення вказаних класів проведено не випадково, а з урахуванням геоботанічних підходів. Відомо, що водообмін названих типів рослинного покриву має специфічні риси та певні межі змін кількісних характеристик. Якщо говорити конкретніше, то для побудови карт транспіраційних витрат на основі проведеної класифікації космічного знімка використано методичні підходи, розроблені І.М. Бейдеман, З.Г. Беспаловою та А.Т. Рахманіною [1], а також Л.М. Касьяною [4] для побудови транспіраційних витрат на основі геоботанічної карти. В нашому випадку геоботанічну карту отримують, виконавши класифікацію космічного знімка. Отже, запропонований підхід включає всі переваги використання космічної інформації – оглядовість, оперативність і можливість значної деталізації. Карта транспіраційних витрат на основі класифікованого знімка показана на рисунку.

В основу карти покладено дані щодо витрат води домінуючими рослинними угрупованнями, які займають значну площу. Враховують також



Карта транспіраційних витрат за вегетаційний цикл в межах центральної частини Чорнобильської зони відчуження. Складена на основі класифікації багатоспектрального космічного знімка Landsat-7 ETM (02.10.1999). *Транспіраційні витрати, мм/рік*: 1 – 0–30 (розріджена рослинність, техногенні об'єкти); 2 – 30–80 (луки на вододілах); 3 – 80–130 (луки вздовж водойм та у місцях неглибокого залягання ґрунтових вод); 4 – 130–180 (соснові ліси малопродуктивні); 5 – 180–230 (соснові ліси); 6 – 230–280 (листяні та мішані ліси); 7 – 280–330 (ліси високопродуктивні); 8 – 30–80 (соснові ліси тяжкоуржені); 9 – водна поверхня

характерні рослинні угруповання або типи ландшафту, що мають незначне поширення. Попри значні відхилення у значеннях транспіраційних витрат та сумарного випарування [9–11, 14, 15] (табл. 1, 2), намічають інтервали, характерні для певних типів рослинного покриву. Автори усвідомлюють значну схематичність і дискусійність поділу на такі інтервали, але вважають його корисним для наближеної оцінки транспіраційних витрат. Отже, було прийнято, що інтервал між градаціями витрат води переважно дорівнює 50 мм, за винятком першого інтервалу. Всього на карті було виділено 7 контурів, що включають інтервал від 0 до 330 мм/рік. Градація з витратами до 30 мм/рік охоплює різні угруповання, що продукують щонайнижчу біомасу. Здебільшого у градацію потрапляють ділянки з розрідженою рослинністю, розчищені згарники, промислові зони тощо. Скорочена назва класу цього земного покриву (табл. 3, 4) – *розріджена рослинність, техногенні об'єкти*. До градації 30–80 мм/рік входять продуктивніші угруповання. В межах Чорнобильської зони відчуження контур з такими витратами води складають угруповання трав'янистої рослинності та чагарників на луках і перелогах у межах вододілів, а також згарники, що заростають луками та чагарниками (назва класу в табл. 3, 4 – *луки на водо-*

Таблиця 1. Характеристики транспірації деревних насаджень, за систематизованими матеріалами [14]

Вік деревостану, роки; таксаційні параметри	Кількість стовбурів	Маса листя (хвої), кг/га	Транспірація, мм		Коефіцієнт транспіраційної активності, м ³ /(кг·рік)	Літературне джерело
			за термоваговим методом	за водним балансом		
Соснове насадження						
10	5000	11500	260	–	0,227	[10]
33	3010	15965	361	371	0,226	
65	892	12050	272	245	0,231	
150	460	9000	203	181	0,226	
					Середнє 0,228	
Березове насадження						
35	2875	6500	335	350	0,515	[9, 15]
60	524	6288	323	–	0,514	
70	412	5564	286	–	0,514	
					Середнє 0,514	
Ялиновий деревостій						
78		29470	210	–	0,071	–
10Е, Повнота 0,7						
25		15820	140	–	0,088	–
10Е, Повнота 0,9						
Сосник-брусничник						
10		11000	250	–	0,227	[11]
14		14200	261	–	0,184	
33		17200	345	–	0,201	
65		13800	238	–	0,172	
120		10600	208	–	0,196	
150		8800	183	–	0,208	
					Середнє 0,198	

ділах). Наступна градація охоплює контур з витратами води на транспірацію 80–130 мм/рік. До цього контуру потрапляє лугова та чагарникова рослинність уздовж берегів озер і заплав річок, а також у місцях неглибокого залягання ґрунтових вод (назва класу в табл. 3, 4 – *луки вздовж водойм*). Лісова рослинність має градації для здорових лісів та окрему градацію для лісів, ушкоджених сосновим шовкопрядом, і малопродуктивних лісів. Так, контур з градацією 130–180 мм віднесено до соснових угруповань, ушкоджених сосновим шовкопрядом, а також малопродуктивних лісів (назва класу – *соснові ліси малопродуктивні*, табл. 3, 4), контур 180–230 мм/рік – до соснових лісів на вододілах (*соснові ліси*), контур 230–280 мм/рік – до мішаних і листяних лісів на вододілах (*листяні та мішані ліси*), контур 280–330 мм/рік – до листяних лісів уздовж долин річок і в заболочених час-

тинах території; до цієї групи віднесено також соснові та листяні ліси з найбільшою продуктивністю (*ліси високопродуктивні*, табл. 3, 4). Окремо виділено соснові ліси з тяжким ступенем ураженості, які займають відчутні площі в межах зони відчуження. За попередніми оцінками транспіраційні витрати в межах таких лісів можуть мати незначний рівень (30–80 мм/рік) і в основному забезпечуватись трав'янистим покривом або підростом другого ярусу (*соснові ліси тяжкоуражені*, табл. 3, 4).

У табл. 3 наведено статистично обґрунтовані дані транспіраційних витрат за систематизованими матеріалами [1, 4, 9–11, 14, 15].

Поєднання класифікованого зображення з градаціями транспіраційних витрат для кожного типу земного покриву (табл. 3) дало змогу оцінити

Таблиця 2. Матеріали щодо сумарного випаровування лісових насаджень, за даними Ю.Л. Раунер [11]

Тип лісу	Адміністративна область розташування пункту спостереження	Сумарне випаровування, мм	Період спостереження (місяці)	Автор, за даними роботи [11]
Росія				
Сосновий різних типів	Архангельська	280	2-річний	Молчанов, 1960
Ялиновий різних типів	Вологодська	360	1 річний	Бірюков (цит. за Молчановим, 1960)
Листяний	Ленінградська	430	4- річний	Рутковський, 1940
Ялиновий	Новгородська	390	7- річний (V–IX)	Федоров, 1962
Мішаний	Тверська	380	3-річний	Васильєв, 1950
Листяний	Московська	450 (тепlobалансові виміри)	2-річний (V–IX)	Раунер, 1964
Сосновий різних типів	”	430	6-річний	Молчанов, 1960
Ялиновий	”	480	6-річний	Молчанов, 1960
Мішаний	”	540	3-річний (V–IX)	Васильєв, 1954
Сосновий різних типів	”	435	3-річний (V–IX)	Васильєва, 1964
Мішаний	Орловська	500	3-річний (IV–X)	Зонн, Кузьміна, 1960
Дубовий	Курська	600	7-річний (V–IX)	Большаков, 1961
Дубовий	”	530 (тепlobалансові виміри)	3-річний (V–IX)	Раунер, 1964
Дубовий та осиковий	Воронезька	470	6-10 річний	Молчанов, 1964
Листяний (лісосмуга)	Уральська	320	2 річний (V–IX)	Степанець, 1963
Україна				
Листяний і сосновий	Сумська	550	5-річний	Готшалк, 1939; Фальковський, Висоцький, 1933
Дубовий	Кіровоградська	520	6-річний	Скородумов, 1964
Листяний	Донецька	500	2-річний	Висоцький, 1960, Дулов, 1904
Листяний	Миколаївська	500	5 річний	Зарудний, 1965
Дубовий ліс	Донецька	405	4-річний (V–X)	Минович, Макаренко, 1964
Листяний та лісосмуга	Луганська	430	4-річний	Зонн, 1959
Листяний (лісосмуга)	Херсонська	360	3-річний (IV–X)	Милосердов, 1964

сумарні транспіраційні витрати у межах виділеного фрагмента території (табл. 4).

Загальна площа класифікованої частини території становить близько 1161 км², у тому числі водна поверхня займає приблизно 32 км².

Для оцінки транспіраційних витрат використовували площу, що займає певний клас рослинного покриву, та усереднені значення транспірації для цього класу.

Результати та їх обговорення. Усереднене значення транспіраційних витрат для всієї території (табл. 4) становить приблизно 147,9 мм/рік. Це значення отримано після розрахунків суми транспіраційних витрат для всіх класів – 167,09 млн м³ води за рік (табл. 4).

Розглянемо, як зіставляються отримані дані з іншими елементами водного балансу для досліджуваної території. За багаторічними спостереженнями, результати яких наведено в монографії “Клімат України” [5], середня багаторічна кількість атмосферних опадів на згадану територію дорівнює приблизно 610–630 мм/рік. Сумарне випаровування з поверхні Землі за рік для Полісся у середньому становить 514–527 мм/рік [5, 7].

У роботі [13] для цієї території наведено середнє багаторічне випаровування з водної поверхні на основі зведення до випарювальних басейнів площею 20 м², яке становить близько 500 мм/рік, що нижче за дані, наведені у ро-

Таблиця 3. Градації витрат на транспірацію рослинним покривом, прийняті для побудови карти за даними класифікації космічного зображення [1, 4, 9–11, 14, 15].

№ п.п.	Клас земного покриву	Градація витрат на транспірацію, мм	Усереднена продуктивність рослинних угруповань, т/га
1	Розріджена рослинність, техногенні об'єкти	0 – 30	До 1
2	Луки на вододілах	30 – 80	До 2
3	Луки вздовж водойм	80 – 130	2–3
4	Соснові ліси малопродуктивні	130 – 180	До 3,5
5	Соснові ліси	180 – 230	До 4
6	Листяні та мішані ліси	230 – 280	До 4,5
7	Ліси високопродуктивні	280 – 330	Понад 4,5
8	Соснові ліси тяжкоуражені	30 – 80	До 2

Таблиця 4. Оцінка сумарних транспіраційних витрат на основі класифікованого космічного знімка Landsat-7 ETM (02.10.1999) (див. рисунок)

№ п.п.	Клас земного покриву	Площа класу, км ²	Усереднені значення витрат, мм/рік	Сума витрат, млн м ³ /рік
1	Розріджена рослинність, техногенні об'єкти	88,7	15	1,33
2	Луки на вододілах	195,9	55	10,77
3	Луки вздовж водойм	297,9	105	31,28
4	Соснові ліси малопродуктивні	131,1	155	20,32
5	Соснові ліси	188,0	205	38,54
6	Листяні та мішані ліси	41,3	255	10,53
7	Ліси високопродуктивні	176,2	305	53,74
8	Соснові ліси тяжкоуражені	10,5	55	0,58
	Усього	1129,6	147,91	167,09

боті [5]. Проте з урахуванням допустимих помилок для зазначеного виду робіт (20–25 %) такі розходження є несуттєвими.

Багаторічний стік річок з 1 км² для досліджуваної території, за даними [13], дорівнює 3,5 л/с/км² або, приблизно, 110 мм/рік.

Дослідження показали, що транспіраційні витрати для цієї території є суттєвою складовою водного балансу. За результатами розрахунків на основі класифікації космічного зображення річні витрати на транспірацію в межах зазначеного фрагмента території становлять приблизно 167 млн м³/рік або у середньому для всієї площі – 147 мм/рік, тобто близько 25 % від кількості атмосферних опадів, що зіставне з модулем поверхневого стоку, навіть перевищує його. Транспіраційні витрати у середньому дорівнюють приблизно третині усередненого випаровування з поверхні Землі (28 %), але в межах території лісів транспірація становить майже половину усередненого сумарного випаровування.

Нарешті, порівняємо вищенаведені дані щодо складових водного балансу з розрахунками зна-

чень інфільтраційного живлення підземних вод у межах досліджуваної території, які виконані нами через розв'язання обернених фільтраційних задач. Частково ці результати представлені у публікаціях [8, 12]. Результати розрахунків за методом взаєморегування основних геофільтраційних параметрів за стрічками течії гідродинамічної мережі показали, що параметр балансової складової інфільтраційного живлення перших від поверхні водоносних горизонтів у четвертинних та еоценових відкладах для цієї території переважно становить $(3\div 4)10^{-4}$ м/добу, або 109–46 мм/рік (у середньому близько 125 мм/рік, тобто приблизно 20 % кількості атмосферних опадів). У межах мікрозападин, де формується інфільтраційне живлення підземних вод, ці значення можуть бути на порядок більшими – до 1000 мм/рік, а іноді й вище [2], але усереднені значення інфільтраційного живлення для розрахункових блоків фільтраційної гідрогеологічної моделі значно нижчі. Розрахунки за стрічками течії також показали, що основне розвантаження підземних вод йде в річкову мережу, частково в локальні безстічні западини

і деяка частина припадає на випаровування із земної поверхні на ділянках неглибокого залягання підземних вод і заболочених територій. До речі, за даними гідрогеологічних режимних спостережень ДНВП "РАДЕК" по свердловинах, на цій території існує загальна тенденція підняття рівня підземних вод, що пояснюється передусім виходом з ладу мережі дренажних споруд. Це неминуче призведе до подальшого заболочування території.

Слід зазначити, що параметр балансової складової інфільтраційного живлення підземних вод враховує різницю між надходженням і розвантаженням підземних вод у розрахунковій комірці стрічки течії. Тому в місцях неглибокого залягання підземних вод, де коренева система рослин досягає рівня ґрунтових вод, часткове розвантаження підземних вод проходить через кореневе всмоктування та подальшу транспірацію. У таких випадках реальне надходження інфільтраційних вод на рівень водоносного горизонту перевищує балансову складову інфільтраційного живлення.

Висновки. Запропонований підхід, що використовує класифікацію супутникового зображення, дає змогу оцінювати транспіраційні витрати з деталізацією для кожного типу земного покриву в межах виділеного фрагмента досліджуваної території.

Транспіраційні витрати для цієї території є суттєвою складовою водного балансу. За результатами розрахунків на основі класифікації космічного зображення річні витрати на транспірацію в межах згаданого фрагмента території становлять у середньому 147 мм/рік, що зрівняне з модулем поверхневого та підземного стоку. Транспіраційні витрати у середньому дорівнюють приблизно третині загального випаровування з поверхні Землі, але в межах територій лісів транспірація складає більшу частину загального випаровування.

Збільшення лісових насаджень для зазначеної території бажане для покращення екологічної ситуації не тільки з погляду локалізації радіонуклідного забруднення, а й для стабілізації водного режиму та запобігання подальшому заболочуванню території.

1. *Бейдеман И.Н.* Расход воды растительностью и способы его расчета / И.Н. Бейдеман., З.Г. Беспалова, А.Т. Рахманина // Эколого-геоботанические и агрометеорологические исследования Кура-Араксинской низменности Закавказья. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. — С. 406–425.
2. *Бублясь В.М.* Аномальные зоны и их роль в перераспределении радионуклидов из поверхности почв в

подземные воды / В.М. Бублясь, В.М. Шестопапов // Водообмен в гидрогеологических структурах и Чернобыльская катастрофа. Ч. 1. Распространение чернобыльских радионуклидов в гидрогеологических структурах. — Киев, 2001. — С. 251–356.

3. *Використання багатозональних космічних знімків з метою вивчення рослинності зони відчуження ЧАЕС / О.І. Сахацький, В.І. Лялько, А.Я. Ходоровський [та ін.] // Нові методи в космічному землезнавстві. — К.: ЦАКДЗ ІГН НАН України, 1999. — С. 105–113.*
4. *Касьянова Л.Н.* Экология растений Прибайкалья. Водный обмен / Л.Н. Касьянова. — М.: Наука, 2004. — 288 с.
5. *Клімат України / Під ред. В.М. Липінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченка. — К.: Вид-во Раєвського, 2003. — 343 с.*
6. *Комплексирование* многозональных космических снимков различного пространственного разрешения для повышения эффективности исследований лесных массивов (на примере зоны отчуждения ЧАЭС и районов Сибири) / В.И. Лялько, А.И. Сахацкий, А.Я. Ходоровский [и др.] // Космична наука і технологія. — 2002. — Т.8, № 2/3. — С. 239–246.
7. *Константинов А.Р.* Испарение в природе / А. Р. Константинов. — Л.: Гидрометеиздат, 1968. — 531 с.
8. *Лялько В.И.* Использование аэрокосмических данных при построении моделей энергомассообмена в геосистемах для оценки водообмена в геологической среде и радиозоологического мониторинга / В.И. Лялько, А.И. Сахацкий // Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Водообмен в гидрогеологических структурах и Чернобыльская катастрофа. Ч. 2. Моделирование водообмена и миграции радионуклидов в гидрогеологических структурах. — Киев: ИГН НАН Украины, НИЦ РПИ, 2000. — С. 414–447.
9. *Молчанов А.А.* Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах / А.А. Молчанов. — М.: Изд-во АН СССР. — 1962. — 188 с.
10. *Об определении* транспирационного расхода древостоем леса / Л.А. Иванов, А.А. Силина, Д.Г. Жмур [и др.] // Ботан. журн. — 1951. — Т. 36, вып. 1. — С. 5–20.
11. *Раунер Ю.Л.* О гидрометеорологической роли леса / Ю.Л. Раунер // Изв. АН СССР. Сер. геогр. — 1965. — № 4. — С. 40–53.
12. *Сахацький О.І.* Застосування супутникових даних для вирішення задач водообміну у геосистемах / О. І. Сахацький // Доп. НАН України. — 2006. — № 4. — С.118–126.
13. *Справочник по водным ресурсам: Справочник / [ред.-составители А.В. Яцык, О.З. Ревера, В.Д. Дупляк] / Под ред. Б.И. Стрельца. — Киев: Урожай, 1987. — 304 с.*
14. *Федоров С.Ф.* Исследование элементов водного баланса в лесной зоне европейской территории СССР / С.Ф. Федоров. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 248 с.
15. *Хильми Г.Ф.* Теоретическая биогеофизика леса / Г.Ф. Хильми. — М.: Изд-во АН СССР, 1957. — 206 с.

ОЦЕНКА РАСХОДА ВОДЫ НА ТРАНСПИРАЦИЮ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВОДНОГО БАЛАНСА ТЕРРИТОРИЙ

Рассматривается расход воды на транспирацию растительными сообществами как одной из составляющих водного баланса территории, сопоставимую с речным стоком. Для определения транспирационного расхода предлагается использовать классификацию земных покровов по мультиспектральным космическим снимкам. Классифицированный снимок в сочетании со статистическими данными о транспирации растительными сообществами за вегетационный период позволяет построить соответствующие карты и сделать приближенные расчеты суммарного водообмена в растительном покрове в пределах значительной территории, что может быть полезным для проведения гидрологических, гидрогеологических и экологических прогнозов. Приведены результаты применения предложенного подхода в пределах территории Чернобыльской зоны отчуждения.

Ключевые слова: водный баланс территории, классификация космических снимков, транспирационные расходы растительных сообществ.

ESTIMATION OF TRANSPIRATION USING SATELLITE IMAGES FOR REGIONAL WATER BALANCE EVALUATION

Considered in the paper is an estimation of transpiration by vegetation communities as a component of water balance of the territory, which is comparable with river flow. For transpiration estimation it is offered to use land cover classification on the base of multispectral satellite images. The classified satellite image in combination with statistical estimation of the water transpiration by different vegetation communities during vegetation period allows to build corresponding maps and to evaluate components of water cycle in vegetation cover within significant territory that can be useful for hydrological, hydro-geological and ecological researches. The results of application of the offered approach within the territory of Chernobyl Exclusion Zone are shown.

Keywords: regional water balance, classification of satellite images, transpiration by vegetation communities.