

ZBIGNIEW BOCHENEK  
ZENON F. POŁAWSKI  
TOMASZ ZAWILA-NIEDŹWIECKI

## Wykorzystanie zdjęć Landsat Thematic Mapper do badania zdegradowanych obszarów leśnych na przykładzie Sudetów Zachodnich

Zarys treści. Artykuł omawia przydatność zdjęć satelitarnych wykonywanych skanerem Thematic Mapper do badania obszarów leśnych podlegających degradacji.

Lasy są jednym z tych elementów środowiska przyrodniczego, który ulega systematycznej i znacznej degradacji. Stan ekosystemów leśnych powoduje zrozumiałe zainteresowanie specjalistów ochrony środowiska i sprawia, że są one od dawna przedmiotem analiz, wykorzystujących różne techniki pozyskiwania danych, w tym także teledetekcyjne. Wysoka rozdzielczość i specyficzny dobór zakresów spektralnych skanera Thematic Mapper (TM) – tablica 1 – zainstalowanego na satelicie Landsat stwarza nowe możliwości wykorzystania zdjęć satelitarnych, nie tylko w kompleksowym monitoringu środowiska geograficznego, ale także w badaniu szaty roślinnej.

Tablica 1

Zakresy spektralne rejestrowane przez skaner Thematic Mapper

Kanał	Zakres (w $\mu\text{m}$ )	Rozdzielczość (w m)
1	0,45– 0,52	30
2	0,52– 0,60	30
3	0,63– 0,69	30
4	0,76– 0,90	30
5	1,55– 1,75	30
6	10,40–12,50	120
7	2,08– 2,35	30

W Ośrodku Przetwarzania Obrazów Lotniczych i Satelitarnych podjęto próbę oceny przydatności zdjęć wykonywanych za pomocą skanera Thematic Mapper do waloryzacji lasów.\* Obiektem analizy był teren Sudetów Zachodnich zobrazowany na zdjęciach wykonanych 11 lipca 1984 r. z pokładu Landsata 5.

Lasy sudeckie zdominowane są przez drzewostany świerkowe, występujące na 85% powierzchni leśnej. Jest to wynikiem błędnej gospodarki prowadzonej od XVIII wieku, kiedy to w miejsce drzewostanów jodłowo-bukowo-świerkowych wprowadzono monokultury obcego pochodzenia, nie przystosowane do lokalnych warunków przyrodniczych.

Od połowy XIX wieku w lasach Sudetów zaczęły pojawiać się wiatro- i śniegołomy, osiągając obecnie wielkość ok. 300 tys. m<sup>3</sup> rocznie. Drzewostany nieodporne ze względu na niewłaściwe pochodzenie nasion, zostały dodatkowo osłabione wyziewami przemysłowymi. Związki chemiczne powodują trwałe uszkodzenie aparatu asymilacyjnego oraz wpływają na zmianę kwasowości gleby, co zakłóca procesy fizjologiczne, potęgując osłabienie drzew, które są dodatkowo atakowane przez grzyby pasożytnicze i licznie występujące szkodniki owadzie.

Masowe zamieranie drzewostanów świerkowych, na tym obszarze, przybrało postać klęski ekologicznej. Łańcuch przyczynowo-skutkowy tego zjawiska jest modelowym przykładem zmian środowiska przyrodniczego pod wpływem silnego oddziaływania czynników stresowych.

Zanieczyszczenie atmosfery, na omawianym obszarze, kilkudziesięciokrotnie przekracza normy stężenia szkodliwych gazów, z których największe szkody wyrządzają dwutlenek siarki i związki fluoru. Emitują je okoliczne elektrownie zasilane węglem brunatnym, a zlokalizowane w NRD, CSRS i Polsce.

Te wszystkie czynniki przyczyniły się do zamierania drzew i powstawania wylesień o niespotykanym dotychczas zasięgu. Rozmiar i tempo zmian spowodowały, że konwencjonalne metody inwentaryzacji stały się mało użyteczne. Podjęto więc próbę zastosowania, do oceny stanu lasu, wysokorozdzielczych zdjęć TM.

Jak wiadomo, interpretacja obrazów satelitarnych polega generalnie na przyporządkowaniu każdemu pikselowi lub grupie pikseli, przyrodniczego odpowiednika w terenie. Proces interpretacji, w tej pracy, podzielono na dwa zasadnicze etapy: interpretację wizualną na podstawie kompozycji barwnych i numeryczną klasyfikację nadzorowaną.

Dokonując wyboru zakresów spektralnych, przydatnych do badania lasów porównano histogramy poszczególnych kanałów, co pozwoliło uszeregować ich kolejność, pod względem liczebności tonów szarości, a więc i zawartości informacyjnej. Dla sudeckiej sceny TM kolejność ta wygląda następująco: kanał 4 (131 tonów), 5 (126), 7 (68), 3 (58), 1 (54), 2 (39), 6 (31).

Następnym krokiem, przy poszukiwaniu kanałów, które miały być używane do dalszych badań, było przeanalizowanie ich korelacji. Z punktu widzenia analizy zdjęcia satelitarnego najkorzystniejsze jest wybranie kanałów o najmniejszej korelacji. Duży współczynnik korelacji świadczy o podobnej zawartości informacyjnej badanych zakresów spektralnych, a chodzi o to, żeby wybrane kanały wzajemnie się uzupełniały, dostarczając tym samym maksimum danych.

W wyniku analizy korelacji wyselekcjonowanego uprzednio kanału 4 (najwięcej informacji) ze wszystkimi pozostałymi kanałami, do dalszych prac wybrano także kanały 1 i 7. Stwierdzono także pewną przydatność kanałów 3 i 5.

---

\* Praca wykonana w ramach CPBP 04.10. „Ochrona i kształtowanie środowiska przyrodniczego”, koordynowanego przez SGGW-AR w Warszawie.

W pierwszym etapie pracy dokonano interpretacji wizualnej kompozycji barwnych, w skali 1:100 000 i 1:50 000, utworzonych z kanałów 1, 4 i 7. Numeryczne dane wyjściowe do utworzenia kompozycji zostały przetworzone według trzech różnych funkcji [1]:

- rozciągnięcie kolorów, polegające na transformacji danych wyjściowych w celu maksymalnego wysycenia barw podstawowych,
- filtracja wysokich częstotliwości przestrzennych, będąca przekształceniem danych, podkreślającym granice obiektów,
- standardowe zwizualizowanie obrazu cyfrowego na błonie fotograficznej, polegające na zrównoważeniu przedziałów jasności trzech wyciągów spektralnych.

Analiza porównawcza kompozycji barwnych, przetworzonych według trzech różnych funkcji wykazała że:

- kompozycja standardowa pozwala na wyróżnienie różnych kategorii obszarów leśnych, natomiast jej przydatność do określenia stanu sanitarnego drzewostanów jest ograniczona,
- na kompozycji otrzymanej w wyniku rozciągnięcia barw ulega uwypukleniu zróżnicowanie kondycji drzewostanów iglastych, a także możliwe jest wydzielenie drzewostanów liściastych i mieszanych, oraz młodszych klas wieku. Zatarciu natomiast ulega granica pomiędzy lasem i użytkami rolnymi,
- kompozycja otrzymana w wyniku filtracji wysokich częstotliwości przestrzennych jest użyteczna do określenia granicy lasu, lokalizacji skupisk drzew wśród pól oraz wydzielenia drzewostanów liściastych i kosodrzewiny.

Na wszystkich kompozycjach barwnych, stosunkowo łatwo można wydzielić obszary wylesień, zarówno z glebą odkrytą, jak i porośniętą roślinnością.

Podczas wizualnej interpretacji zdjęć satelitarnych stwierdzono celowość porównywania kompozycji barwnych o różnym sposobie przetwarzania. Ułatwia to określenie granic wydzieleni fotointerpretacyjnych oraz precyzowanie definicji tych wydzieleni.

Przy wizualnej interpretacji posługiwano się bogatym materiałem porównawczym, jakim są spektrostrefowe zdjęcia lotnicze, wykonane w lipcu 1984 r, a więc w tym samym czasie, co analizowane zdjęcie TM. Dużą pomocą były także mapy zdrowotnego i sanitarnego stanu lasu w skali 1:25 000, wykonane na podstawie wymienionych zdjęć lotniczych, leśne mapy gospodarcze oraz wizje terenowe.

W wyniku studiów dotyczących zdrowotności lasów w Sudetach Zachodnich zdecydowano się nie używać, nawet w stosunku do lokalnie najlepszych świerczyn, określenia „drzewostany dobre” lub „zdrowe”. Jedynie sporadycznie spotykano świerki o pełnym aparacie asymilacyjnym, dające odbicie spektralne właściwe drzewom zdrowym. Świerki sudeckie, w zdecydowanej masie, mają na filmie spektrostrefowym charakterystykę spektralną drzew osłabionych i dlatego postanowiono, że nawet drzewostany świerkowe, o najlepszej dla Sudetów Zachodnich kondycji, będą określane jako osłabione.

Szczegółowa interpretacja zdjęć lotniczych w połączeniu z informacjami uzyskanymi podczas wizji terenowych pozwoliła na szczegółową rejestrację zjawisk występujących na terenach leśnych. Umożliwiła ona:

- szacowanie ubytku aparatu asymilacyjnego drzew świerkowych,
- wyróżnienie drzew martwych i zamierających,
- wydzielenie drzewostanów różniących się zwarcieciem i wiekiem.

Kolejnym etapem pracy była interpretacja zdjęć satelitarnych. Za podstawowe kryterium wizualnej interpretacji tych zdjęć przyjęto zmienność barw występującą na tym obrazie. Znaczenie informacyjne tej zmienności było nadawane poprzez porównanie z wynikami szczegółowej interpretacji spektrostrefowych zdjęć lotniczych.

W wyniku tej analizy wyznaczono:

1. Drzewostany świerkowe osłabione czyli drzewostany zwarte, w których udział drzew martwych i zamierających nie przekracza 10%, a stan aparatu asymilacyjnego jest lokalnie najlepszy. Szacowany ubytek aparatu asymilacyjnego wynosi 20–50%.

2. Drzewostany świerkowe silnie osłabione – to drzewostany o udziale drzew martwych i zamierających w granicach 10–50%, z występującymi rozluźnieniami zwarcia. Weryfikacja materiałów pomocniczych wykazuje ubytki aparatu asymilacyjnego szacowane na 40–70%.

3. Drzewostany świerkowe martwe i zamierające – to drzewostany o udziale drzew martwych i zamierających powyżej 50%, silnie lukowate lub o rozluźnionym zwarcieciu.

4. Drzewostany młodszych klas wieku – do tej klasy zaliczono drzewostany od fazy młodnika, pokrywającego co najmniej 50% powierzchni, do wieku 40–50 lat. Ich charakterystyki spektralne przesuwają się z wiekiem ku wartościom właściwym dla drzewostanów starszych klas wieku i dlatego niemożliwe jest jednoznaczne określenie granicy tej klasy.

Zmienność charakterystyk spektralnych w tej klasie należy także tłumaczyć faktem, że wskutek urozmaiconego ukształtowania terenu zmienia się kąt linii celowej w stosunku do powierzchni obiektu, a jak wykazały badania Fischera [2], dla zwartych świerczyn o wysokości ok. 10 m istnieje silna zależność wartości odbicia od kąta linii celowej.

5. Drzewostany liściaste i mieszane – do tej klasy zaliczono zarówno monolity liściaste, jak i drzewostany mieszane.

Przeprowadzone analizy wykazują, że charakterystykę spektralną tej klasy mają drzewostany o udziale drzew liściastych wynoszącym przeważnie powyżej 50%, ale zdarzają się drzewostany z 40% udziałem gatunków liściastych. Wynika to z dominacji nad igłami dużych powierzchni liści, co wraz z rozrośnięciem koron, powoduje przesunięcie wielkości odbicia ku wartościom charakterystycznym dla liściastych.

6. Wylesienia z pokrywą roślinną – to obszary leśne niezalesione a porośnięte roślinnością trawiastą i krzewiastą. Do kategorii tej zaliczają się także uprawy i odnowienia, których wysokość i więźba powodują, że odbicie od małych

drzewek nie jest w stanie zdominować odbicia spektralnego, charakterystycznego dla innych roślin porastających obszar. Do klasy tej należą także halizny i płazowiny porośnięte trawami i krzewami.

7. Wylesienia z odkrytą glebą – to najczęściej powierzchnie zrębów lub obszary złomów i wywrotów, na których w wyniku prac uprzętających odsłonięto glebę. Wylesienia z odkrytą glebą to obszary o potencjalnie dużym zagrożeniu erozją wodną.

8. Kosodrzewina wraz ze strefą przejściową.

W drugim etapie prac wykonano klasyfikację zdjęcia satelitarnego obszaru Sudetów Zachodnich za pomocą komputerowego systemu przetwarzania danych wielospektralnych firmy OVAAC8. Jej celem było określenie stopnia szczegółowości i dokładności wyróżniania klas lasu na podstawie numerycznej, nadzorowanej analizy ich charakterystyk spektralnych. Analiza była prowadzona zarówno pod kątem możliwości wyróżniania różnych stopni uszkodzeń drzewostanów, jak również rozpoznawania innych elementów treści leśnej, np.: typów drzewostanów, wylesień itp. W głównych zarysach proces analizy i klasyfikacji przebiegał następująco:

- na źródłowych materiałach kartograficznych dokonano wyboru pól treningowych dla wyznaczanych klas,

- przetransformowano granice pól treningowych z map na zdjęcie satelitarne,

- utworzono histogramy dla wyznaczanych klas, określające charakter rozkładu wartości odbicia spektralnego, w celu wyboru optymalnych zakresów spektralnych,

- na podstawie pól treningowych obliczono wielkości statystyczne charakteryzujące poszczególne klasy (wartości średnie odbicia, odchylenia standardowe),

- przeprowadzono klasyfikację danych i dokonano wizualizacji obrazu klasyfikacyjnego na barwnym materiale fotograficznym.

Obraz klasyfikacyjny poddano kontroli dokładności sklasyfikowania poszczególnych wydzieli w granicach obszarów leśnych. W tym celu wyznaczono na obrazie satelitarnym granice pól testowych oraz określono wiarygodność klasyfikacji poprzez obliczenie procentowego wskaźnika zgodności z sytuacją terenową.

W pierwszej fazie prac na mapach zdrowotnego i sanitarnego stanu lasu Sudetów Zachodnich dokonano wyboru pól treningowych reprezentujących cztery stopnie uszkodzeń drzewostanów iglastych, a także drzewostany liściaste i mieszane, obszary rozluźnionego zwarcia, złomy i wywroty, wylesienia, zalesienia oraz kosodrzewinę. Powierzchnie te zostały przeniesione za pomocą programu transformacyjnego z mapy na obraz satelitarny, zwizualizowany na ekranie monitora interaktywnego. Następnie w siedmiu zakresach spektrum wyznaczono parametry statystyczne charakteryzujące poszczególne kategorie drzewostanów (wartości średnie, odchylenia standardowe). Parametry te posłużyły do wstępnej oceny zróżnicowania spektralnego badanych klas oraz do

wyboru zakresów spektralnych wykorzystywanych w dalszych fazach procesu klasyfikacyjnego. W wyniku tej oceny do fazy klasyfikacyjnej zostały wybrane cztery zakresy promieniowania, rejestrowane za pomocą skanera Thematic Mapper – dwa przedziały spektrum widzialnego (kanał 1 i 3) oraz dwa przedziały podczerwieni (kanał 4 i 5).

Analiza istotności różnic odbicia w tych zakresach dla poszczególnych klas wykazała zbliżone charakterystyki spektralne niektórych kategorii drzewostanów. Spowodowało to wyróżnienie trzech klas zdrowotności lasu: drzewostany osłabione, silnie osłabione oraz zamierające i martwe. Analiza wykazała także trudność wydzielenia klasy drzewostanów o rozluźnionym zwarciu, ze względu na występowanie tej kategorii na obszarach lasów o różnym stopniu uszkodzenia.

Powyższa analiza była podstawą do rozpoczęcia drugiego etapu procesu klasyfikacyjnego. W tej fazie do wyboru pól treningowych postanowiono wykorzystać rezultaty interpretacji wizualnej kompozycji barwnych. W wyniku tej interpretacji zostało wyznaczonych osiem klas leśnych, opisanych w pierwszej części artykułu, a mianowicie: drzewostany świerkowe osłabione, drzewostany świerkowe silnie osłabione, drzewostany świerkowe zamierające i martwe, drzewostany młodszych klas wieku, drzewostany liściaste i mieszane, wylesienia z pokrywą roślinną, wylesienia z odkrytą glebą i kosodrzewina. Dla wyżej wymienionych klas, na zinterpretowanej kompozycji barwnej, dokonano wyboru pól treningowych, które następnie zostały przeniesione na cyfrowy obraz satelitarny.

Oprócz ośmiu klas leśnych wyznaczono także pola treningowe, reprezentujące trzy inne kategorie pokrycia terenu: obszary zabudowane, tereny rolnicze oraz wody. Dla tych powierzchni obliczono parametry statystyczne, stanowiące podstawę do przeprowadzenia klasyfikacji danych. Proces klasyfikacji został wykonany metodą mieszaną, wykorzystującą zasadę największego prawdopodobieństwa dla obszarów pokrywających się klas. W wyniku realizacji tego procesu powstał barwny obraz klasyfikacyjny. Obraz ów poddano kontroli dokładności wykonania klasyfikacji. W tym celu na badanym obszarze dla każdej wydzielonej klasy zostały wyznaczone pola testowe, reprezentujące poszczególne kategorie pokrycia terenu. Pola te zostały przeniesione za pomocą programu transformacyjnego na obraz satelitarny, zwizualizowany na ekranie monitora interaktywnego. Następnie dla każdego zespołu pól testowych wyznaczono procentowe wskaźniki udziału powierzchni poszczególnych klas w granicach tych pól, wykorzystując w tym celu specjalny program obliczeniowy opracowany w OPOLiS. W wyniku tych obliczeń utworzono tabelę charakteryzującą dokładność klasyfikacji wyznaczonych kategorii pokrycia terenu (tabl. 2).

Z analizy dokładności klasyfikacji wynika, że istnieje znaczne przenikanie się klas „drzewostany świerkowe osłabione” i „drzewostany świerkowe silnie osłabione”, co jest skutkiem trudności w jednoznacznym ich rozdzieleniu. Jak już wspomniano, na omawianym obszarze nie występują drzewostany zdrowe, a stratyfikacja lasu chorego napotyka na duże trudności w spektralnej charakte-

**Dokładność klasyfikacji nadzorowanej**

	Drzewostany świerkowe osłabione	Drzewostany świerkowe silnie osłabione	Drzewostany świerkowe zamierające i martwe	Drzewostany liściaste i mieszane	Drzewostany młodszych klas wieku	Wylesienia pokryte roślinnością	Wylesienia z odkrytą glebą	Obszary rolnicze	Tereny zabudowane	Koso-drzewina	Inne nie sklasyfikowane
Drzewostany świerkowe osłabione	60%	21%	0%	2%	4%	1%	0%	4%	2%	2%	4%
Drzewostany świerkowe silnie osłabione	14%	79%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	1%
Drzewostany świerkowe zamierające i martwe	2%	1%	90%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	4%
Drzewostany liściaste i mieszane	0%	0%	0%	77%	7%	0%	0%	7%	6%	3%	0%
Drzewostany młodszych klas wieku	16%	0%	0%	12%	58%	6%	0%	0%	4%	0%	4%
Wylesienia pokryte roślinnością	1%	0%	1%	7%	1%	87%	1%	1%	0%	0%	2%
Wylesienia z odkrytą glebą	1%	0%	1%	0%	1%	7%	70%	2%	1%	4%	13%

rystyce klas wskutek płynnej, między innymi, granicy. Jeśli natomiast potraktować wyznaczenie tych 2 klas jako wyróżnienie zjawiska w jego przestrzennym rozkładzie, to (nawet przy zachodzeniu klas w wymiarze 14 i 21% – tabl. 2) opisana klasyfikacja spełnia swoje zadanie. Procentowe dokładności klasyfikacji wskazują na ciężenie drzewostanów świerkowych ku klasie silnie osłabionych. Należy tu podkreślić wysoką (90%) wiarygodność wydzielenia drzewostanów świerkowych zamierających i martwych.

Klasa „drzewostany liściaste i mieszane” została określona z dokładnością 77%, przy czym 7% powierzchni tej klasy zostało wliczone do obszarów rolniczych. Nastąpiło to wskutek tego, że na terenach użytkowanych rolniczo znajdują się sady, zadrzewienia i plantacje ogrodnicze, o podobnej charakterystyce spektralnej co drzewostany liściaste. Gdyby klasyfikację ograniczyć tylko do obszarów leśnych z pominięciem gruntów rolniczych, to dokładność wyznaczania tej klasy byłaby wyższa.

Przy definiowaniu klas wspomniano, że drzewostany młodszych klas wieku charakteryzują się dużą zmiennością wartości spektralnych. W rezultacie dokładność określenia tej klasy wynosi zaledwie 58%. Aż 16% powierzchni tej klasy zostało zaliczone do drzewostanów świerkowych osłabionych. Prawdopodobnie jest też pewne podobieństwo spektralne wczesnej fazy młodnika do drzewostanów liściastych i stąd 12% drzewostanów młodszych klas wieku zostało podczas klasyfikacji nadzorowanej zaliczone do liściastych i mieszanych.

Wylesienia z pokrywą roślinną zostały określone z wysoką dokładnością (87%), lecz aż 7% tej klasy zostało zaliczone do drzewostanów liściastych i mieszanych. Wynika to stąd, że obszary wylesień są porośnięte nie tylko trawami, ale także roślinnością krzewiastą, której charakterystyki spektralne są zbliżone do wartości właściwych drzewom liściastym, zwłaszcza gdy krzewy występują w dużym skupieniu.

Natomiast aż 13% wylesień z odkrytą glebą nie zostało sklasyfikowanych. Klasa ta ma dużą rozpiętość spektralną, a pola testowe, na podstawie których wykonywana była klasyfikacja nadzorowana, prawdopodobnie nie obejmowały całego pasma charakterystyki tych wylesień. Jest to wskazówką, aby przy kolejnych klasyfikacjach wyznaczać dla tej klasy więcej pól testowych, zlokalizowanych w różnych częściach badanego obszaru.

Wyniki prac pozwalają stwierdzić, że zdjęcia satelitarne, wykonywane skanerem Thematic Mapper mogą być wykorzystywane do wielkoobszarowych ocen stanu lasu, dostarczając informacji w skali makro, tzn. równocześnie w odniesieniu do kilku nadleśnictw, okręgowych zarządów Lasów Państwowych lub krain przyrodniczo-leśnych.

#### L I T E R A T U R A

1. D r a c h a l J.: *Analiza i opracowanie metod cyfrowego przetwarzania obrazów w celu poprawy ich właściwości informacyjnej*. Sprawozdanie z tematu 4.2.1.5. problemu węzłowego 06.7 – Rozwój i wykorzystanie badań kosmicznych. Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa, 1985.

2. Fischer W.: *Determination of spectral signatures of vegetated surface by radiometric ground measurement*. 12th Intern. Symp. on Remote Sensing of Environment. 1978.
3. Iracka M., Zawła-Niedźwiecki T.: *Tragedia Sudeckich lasów*. Aura, Nr 6, 1986.
4. Mizerski W.: Numeryczne metody klasyfikacji treści obrazów. Prace Instytutu Geodezji i Kartografii, z. 1, 1983.
5. Nelson R. F., Latty R. S., Mott G.: *Classifying Northern Forests Using Thematic Mapper Simulator Data*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, vol.L, No 5, 1984.

Recenzował: dr inż. Jerzy Mozgawa

Przyjęto do opublikowania w dniu 9 czerwca 1987 r.

ZBIGNIEW BOCHENEK  
ZENON F. POŁAWSKI  
TOMASZ ZAWŁA-NIEDŹWIECKI

## UTILIZATION OF LANDSAT THEMATIC MAPPER PHOTOGRAPHS FOR STUDIES OF DEGRADED FOREST AREAS ON THE BASIS OF WESTERN SUDETY

### S u m m a r y

The paper considers the results of investigations carried out on utilization of satellite images – Landsat Thematic Mapper – for studies of the degraded forest areas. The mountainous region of Western Sudety was the object of these studies. It has been exposed to many years action of disadvantageous biotic and abiotic factors. In the first part of the paper a visual interpretation of colour compositions, elaborated in the result of three types of transformation on the initial data, has been carried out. Throughout comparison of the results of interpretation with the information attained – on the basis of the air photographs and field works – 8 categories of forest areas have been distinguished, 3 degrees of damages inclusive. In the second part of works numerical classification of satellite photographs was performed, taking into account, as the auxiliary material, the results of visual interpretation. Eight classes of forest areas have been distinguished, achieving average accuracy of classification of the order 75%. In the final part of this work the detailed analysis of the results regarding classification has been made. Moreover, the authors formulated certain proposals of improving the methods of the classification discussed.

Translation: Regina Majewska

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СНИМКОВ LANDSAT THEMATIC MAPPER ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЛЕСНЫХ ПРОСТРАНСТВ НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНЫХ СУДЕТОВ

### Р е з ю м е

Статья представляет результаты работ проводимых по использованию космических изображений Landsat Thematic Mapper для исследования деградированных лесных пространств. Объектом исследований были горные районы Западных Судетов, находящиеся под

многолетним воздействием неблагоприятных биотических и абиотических факторов. В первой части работы проведено визуальное дешифрирование ложноцветных синтезированных изображений, созданных в результате трех типов преобразований исходных данных. Путем сравнения результатов дешифрирования с информацией, полученными по снимкам и полевым работам, выделено 8 категорий лесных пространств, в том 3 степени повреждений древостоев. Во второй части работы выполнена цифровая классификация космического снимка с использованием в качестве дополнительного материала результатов визуального дешифрирования. Выделено 8 классов лесных пространств, при этом средняя точность классификации составляет 75%. В заключительной части статьи проведен подробный анализ результатов классификации и сформулированы указания по её усовершенствованию.

Перевод: *Róża Tołstikowa*