

СПЕКТРАЛЬНАЯ ОТРАЖАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ЕЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ НА МАТЕРИАЛАХ ДИСТАНЦИОННЫХ СЪЕМОК

Ю. С. Давидович

Белорусский государственный университет, г. Минск;

seg98001@gmail.com;

науч. рук. – Ф. Е. Шалькевич, канд. биол. н., доц.

В статье дана характеристика одного из видов дистанционных методов, активно используемого в географических и сельскохозяйственных исследованиях - спектрометрической съемке. Рассмотрены основные виды спектрометрической съемки, используемые для изучения спектральной отражательной способности сельскохозяйственной растительности. Проанализирована связь спектральной отражательной способности сельскохозяйственной растительности на примере ячменя с различными вегетационными индексами и материалами дистанционных съемок.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли; географические исследования; спектрометрическая съемка; спектральная отражательная способность, сельскохозяйственная растительность; вегетационные индексы.

Спектрометрическая съёмка является одним из видов нефотографических съёмок. Её отличительной особенностью является то, что информация об объектах земной поверхности фиксируется не в виде видеоизображения, а кривых спектральной яркости. Спектрометрирование может выполняться в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра электромагнитного излучения. Для спектрометрической съемки используются специальные приборы, которые называются спектрометрами. Они регистрируют спектральные характеристики отражения. Результаты спектрометрической съемки получаются в виде кривых хода яркости по спектру. Обработка результатов спектрометрических съемок довольно трудоемкий процесс, поэтому ведутся исследования по их автоматизации [1, с. 81].

Цель работы заключалась в изучении спектральной отражательной способности сельскохозяйственных культур на примере ячменя. Объектом исследования являлись сельскохозяйственные культуры (посев ячменя), предметом – спектрометрическая съёмка. В работе использовались описательный, математический и картографический методы исследования. При изучении спектральной отражательной способности ячменя использовались лабораторные и полевые измерения.

Лабораторные спектрометрические наблюдения небольших по размеру объектов (образцов, отобранных при полевых исследованиях) выполняют для выявления зависимости спектральной отражательной способности, например, почвы от содержания гумуса, механического состава, влажности и т. д. В нашем случае использовался прибор ССП-600Н, установленный на гониометрическую установку.

Полевое спектрометрирование проводится в целях определения коэффициентов спектральной яркости и индикатрис отражения отдельных объектов и геосистем нижних рангов. Спектрометрирование ячменя производилось прибором ССП-600Н, установленным на штатив [2, с.35].

Как мы видим из лабораторных и полевых исследований, спектральная отражательная способность ячменя, подстилаемая дерново-подзолистыми автоморфными почвами в зоне фотосинтетически активной радиации куда выше, чем у ячменя на временно-избыточно увлажненных и глееватых почвах. Анализ мультиспектрального изображения, почвенной карты и вегетационных индексов указывают на то, что растительность на космическом снимке может дифференцироваться не только с использованием визуального дешифрирования, но также и автоматизированного. С использованием многозональных снимков Sentinel2 на территорию ключевого участка были рассчитаны вегетационные индексы для стадии созревания (полевые измерения). После проведения визуального анализа полученных вегетационных изображений, а также после их статистической оценки были отобраны только 25 вегетационных индексов. При оценке учитывались не только корреляционные связи спектральной отражательной способности ячменя и значения индексов, но и их взаимосвязь со значениями пикселей мультиспектрального изображения. После этого были рассчитаны, с использованием тех же формул и спектральных диапазонов, вегетационные индексы для спектров ячменя, полученных в полевых условиях. В результате можно сделать вывод о том, что среди всех рассмотренных индексов именно NDVI является наиболее ярким индикатором фенологической стадии ячменя. Анализ полученных материалов показал, что растительность визуально на космическом снимке в период созревания дифференцируется недостаточно. Однако контуры нормализованного вегетационного индекса со значениями от 0,13 до 0,2 согласуются с отдельными контурами ячменя на почвах с различной степенью увлажнения. Для автоморфных соответствует вегетационный индекс 0,19, слабogleеватых – 0,14 и глееватых – 0,13. Более контрастные значения коэффициентов спектральной яркости и вегетационных индексов для ячменя на различных почвах в период созревания наглядно иллюстрируют данные таблицы и кривые спектраль-

ной яркости ячменя на различных по степени увлажнения почвах, которые уже были представлены до этого.

Результаты исследований приведены в таблице.

Таблица

Коэффициенты спектральной яркости ячменя и вегетационные индексы в фенологическую фазу созревания на почвах различной степени увлажнения

Почвенная разновидность		Автоморфная		Слабоглееватая		Глееватая	
КСЯ по данным полевого спектрометрирования	Синяя	0,07		0,05		0,03	
	Зеленая	0,09		0,07		0,04	
	Красная	0,12		0,09		0,05	
	БИК	0,13		0,10		0,08	
КСЯ по данным Sentinel-2	Синяя	0,29		0,27		0,26	
	Зеленая	0,26		0,23		0,22	
	Красная	0,26		0,23		0,21	
	БИК	0,38		0,31		0,28	
Вегетационные индексы (по изображению / по спектру)	NDVI	0,191	0,175	0,136	0,059	0,133	0,068
	PSSRa	0,680	0,702	0,760	0,889	0,766	0,873
	ZM	0,831	1,317	0,864	1,132	0,855	1,426
	MCARI	0,005	0,013	0,012	0,008	0,019	-0,011
	TCARI	0,014	0,039	0,035	0,023	0,056	-0,032
	OSAVI	-0,082	0,092	-0,161	0,037	-0,159	0,048
	MCARI/OSAVI	-0,071	0,142	-0,073	0,202	-0,118	-0,223
	TCARI/OSAVI	-0,213	0,426	-0,218	0,607	-0,354	-0,670
	ChlRI	-0,005	0,002	-0,006	0,002	-0,063	0,008
	ARI	0,658	-0,056	0,638	0,072	0,632	0,485
	FRI	0,897	0,104	0,917	0,196	0,919	0,018
	Cigreen	0,489	0,750	0,311	0,515	0,266	0,425
	CVI	0,388	0,094	0,305	0,138	0,270	0,166
	CI	-0,117	0,440	-0,171	0,427	-0,237	0,441
	GVI	0,126	0,033	0,073	0,035	0,059	0,040
	DVI	0,123	0,023	0,074	0,011	0,065	0,017
	GLI	-0,362	-0,314	-0,368	-0,359	-0,368	-0,319
	PVI	-0,005	-0,102	0,002	-0,148	0,016	-0,109
	BGI	1,323	0,558	1,446	0,614	1,512	0,521
	SR	1,475	1,425	1,316	1,125	1,307	1,145
	TSR	1,214	1,194	1,147	1,061	1,143	1,070
	EVI	0,407	0,049	0,280	0,023	0,281	0,032
	NDVI _{0,705}	0,092	0,137	0,073	0,062	0,078	0,176
	mSR _{0,705}	-0,030	0,576	-0,085	0,483	-0,100	0,518
	NDWI	0,158	0,272	0,155	0,147	0,184	0,155

Полевые и лабораторные спектрометрические измерения согласуются с уже проведенными до этого исследованиями зарубежных и отечественных специалистов. Значения коэффициента отражения ячменя тесно коррелирует со значением влажности почв, а также со значением NDVI. Было подтверждено и то, что лабораторные измерения могут проводиться и для исследования спектральной отражательной способности не только

почв, но и сельскохозяйственных культур. Преимуществом лабораторных измерений является независимость их от погодных условий. Так же они менее трудоемки и затратны, чем полевые исследования.

Период фенологической фазы созревания сельскохозяйственной растительности является наиболее оптимальным для дистанционного изучения почв в летний период [3, с. 113].

Библиографические ссылки

1. *Шалькевич Ф. Е.* Методы аэрокосмических исследований: курс лекций. Минск: Белорусский государственный университет, 2005.
2. *Книжников Ю. Ф.* Аэрокосмические методы географических исследований. Москва: Издательский центр «Академия», 2011.
3. *Давидович Ю. С.* Изменение спектральной отражательной способности сельскохозяйственных культур в зависимости от степени увлажнения почв // Геоматика: образование, теория и практика [Электронный ресурс] : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию каф. геодезии и космоаэрокартографии и 85-летию фак. географии и геоинформатики БГУ, Респ. Беларусь, Минск, 20–22 нояб. 2019 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: А.П. Романкевич (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2019. – С. 111-114.