

7. Руденко Л.Г. Ландшафтна програма Черкаської області: методичні підходи та основні результати планування / Л.Г. Руденко, О.Г. Голубцов, С.А. Лісовський, Є.О. Маруняк, Ю.М. Фаріон, В.М. Чехній // Український географічний журнал. – 2013. – № 2. – С. 33.

#### References:

1. Gryb, J.V. (2001). Ekologichna ocinka stanu ekosystem richkovykh basejniv rivny`nnoyi chasty`ny` terytoriyi Ukrayiny` (oxorona, vidnovlennya, upravlinnya) [Environmental assessment of river basin ecosystems plains of Ukraine (protection, recovery management)]. Dnipropetrovs`k, 16-17.
2. Klieshch, A., Maksymenko N. (2016). Geochemical analysis of the urban landscape (on the example of Kharkiv). Scientific letters of Academic Society of Michal Baludansky (Koshice, Slovakia), 4 (3), 127-130.
3. Landschaftsplanung / mit Beitr. von: Claus Bittner. Christina von Haaren (Hrsg.). Stuttgart: UTB, Ulmer, 2004, 527.
4. Maksymenko, N.V. (2012). Landshaftne planuvannya yak zasib ekologichnogo vporyadkuvannya terytoriyi [Landscape planning as means of environmental regulation of the area]. The problems of continuous geographical education and cartography, 16, 65-68.
5. Maksymenko, N.V., Klyeshh, A.A., My`xajlova, K.Yu., Gogol` O.M. (2015). Osobly`vosti landshaftno-ekologichnogo planuvannya terytorij` riznogo funkcional`nogo pry`znachennya [Features landscape and environmental planning areas of different functions]. Geografiya, ekologiya, turyzm: teoriya, metodologiya, prakty`ka: Materialy` mizhnarod. nauk.-prakt. konferenciyi. Ternopil`: SMP «Tajp», 249-251.
6. Maksymenko, N., Cherkashina, N. (2013)/ Prospects of landscape planning in legislation of Ukraine. Acta environmentalica universitatis comenianae (Bratislava), 21 (1), 83-88.
7. Rudenko, L.G., Golubczov, O.G., Lisovskiy, S.A., Marunyak, Ye.O., Farion, Yu.M., Chexnij, V.M. (2013). Landshaftna programma Cherkas`koyi oblasti: metody`chni pidxody` ta osnovni rezul`taty` planuvannya [Cherkassy region landscape program: methodological approaches and main results of the planning]. Ukrainian Geographical Journal, 2, 33.

УДК 911:528.855

**Владислав Мальшев**, к. геогр. н., с. н. с.

vmalyshev@list.ru

**Ирина Жемерова**, н. с.

zhemerova\_iren@mail.ru

**Борис Фомин**, главный специалист

bnfomin@yandex.ru

Институт географии РАН, г. Москва



## МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛАНДШАФТОВ

Изучение свойств ландшафтов на основе их оптических характеристик проводилось на территории тестового участка Курского аэрокосмического полигона. Исследования включали спектральные и фитометрические измерения параметров почвенно-растительного покрова наземным способом и с борта самолета АН-2.

На участках с различными культурами и разным режимом природопользования проводились измерения спектральных характеристик с синхронным получением цифрового цветного изображения в RJB-каналах и параметров почвенно-растительного покрова в режиме in-situ.

Эти результаты используются для формирования базы данных и дальнейшего анализа.

**Ключевые слова:** ландшафт, оптические свойства, полётные измерения, динамическое моделирование.

Малишев Владислав, Ирина Жемерова, Борис Фомин

### МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛАНДШАФТІВ

Вивчення властивостей ландшафтів на основі їх оптичних характеристик проводилося на території тестової ділянки Курського аерокосмічного полігону. Дослідження включали спектральні та фітотричні вимірювання параметрів ґрунтово-рослинного покриву наземним способом і з борту літака АН-2.

На ділянках з різними культурами і різним режимом природокористування проводилися вимірювання спектральних характеристик із синхронним отриманням цифрового кольорового зображення в RJB-каналах і параметрів ґрунтово-рослинного покриву в режимі in-situ.

Ці результати використовуються для формування бази даних та подальшого аналізу.

**Ключові слова:** ландшафт, оптичні властивості, польотні вимірювання, динамічне моделювання.

Boris Kochurov, Irina Zhemerova, Boris Fomin

#### METHODS OF STUDYING THE OPTICAL PROPERTIES OF LANDSCAPES

The definition and systematization of dynamical changes and temporal variants of geosystems, comparative analysis and typological classification of geosystems based on the nature and totality of their conditions present one of the central problems in landscapes dynamics and the most important aspect of dynamic modelling problem. Currently, spectral characteristics of geosystems obtained by remote sensing techniques can be used in the study of landscape areas dynamic processes with considerable success, as the integrated value.

The study of the landscapes properties on the basis of their optical properties was carried out in the test section of the Kursk aerospace polygon that includes Streletski site of the Central Chernozem V.V. Alekhin state biospheric natural reserve, a site of Kursk biospheric station and agribusinesses Pанино.

It included spectral and phytometric measurements in soil-vegetation cover by land and from the aircraft AN-2.

Measurements of spectral characteristics with simultaneous obtaining of digital colour image in RGB channels and parameters of soil and vegetation cover in the mode in-situ were carried out on the experimental sites located in three areas of protected steppes with natural vegetation and different modes of nature use: not mowed, mowed, grazing; as well as agricultural systems with different crops.

The spectral characteristics of images were obtained with photospectroscopic system FSS-M1 and the spectroradiometer of the FSR – M. Vegetation samples were taken from the experimental sites for further processing in laboratory conditions. In chamber conditions total phytomass and phytomass fractions (leaves, stems, stalks, flowers) were measured. The leaf area and the projected area of the plants were calculated. The results of simultaneous ground-based and flight measurements are recorded in the field book (after treatment, in a specially designed book in Excel) to create the database and conduct further analysis.

**Keywords:** landscape, optical properties, flight measurements, dynamic simulation.

**Введение.** Определение и систематизация динамических изменений и временных вариантов геосистем, проведение сравнительного анализа и типологической классификации геосистем на основе характера и совокупности их состояний — одна из центральных задач динамики ландшафтов и важнейший аспект проблемы динамического моделирования. В этом случае инвариантной характеристикой может служить сам характер изменений — форма временного профиля, последовательность и степень упорядоченности процессов смены динамических состояний геосистем. Такой анализ позволяет не только выявить закономерности динамики ландшафтов, но и отразить их устойчивость и изменчивость — способность сохранить определённую пространственную структуру и тип функционирования.

В настоящее время при изучении динамических процессов ландшафтной сферы со значительным

успехом как интегральная величина могут быть использованы спектральные характеристики геосистем, получаемые с помощью методов дистанционного зондирования [1, 3]. Известно, что спектральные характеристики геосистем обусловлены спецификой трансформации солнечной энергии структурными элементами геосистем и зависят от совокупности взаимодействия этих элементов [2].

**Цель** настоящей статьи — рассмотреть методы изучения оптических свойств ландшафтов.

**Изложение основного материала.** Изучение свойств ландшафтов на основе их оптических свойств проводилось на территории тестового участка Курского аэрокосмического полигона, который включает Стрелецкий участок Центрально-Чернозёмного государственного природного биосферного заповедника имени профессора В.В. Алехина, участок Курской биосферной станции и агропредприятия ООО «Панино» (рис. 1).

Исследования включали спектральные и фитометрические измерения параметров почвенно-растительных покровов наземным способом и с борта самолета AN-2.

На фрагменте космического снимка представлены маршруты лётных измерений и расположения наземных площадок (рис. 2).

Измерения спектральных характеристик проводились аппаратно-программным комплексом АПК (НИИ прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко, Белорусский государственный университет), фотоспектральной системой ФСС-М1 и спектрометриком ФСР – М (Институт географии РАН).

На экспериментальных площадках, расположенных на трёх участках заповедной степи с естественной растительностью и различными режимами приро-



Рис. 1. Расположение тестового участка на Курском аэрокосмическом полигоне (фрагмент топографической карты)

допользования (степь не косимая, косимая, выпасаемая), а также на агросистемах с различными культурами проводились измерения спектральных характеристик с синхронным получением цифрового цветного изображения в RGB-каналах и параметров почвенно-растительного покрова в режиме in-situ.

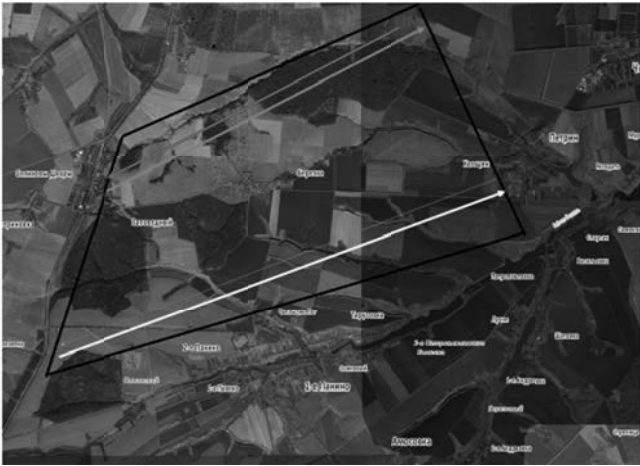


Рис.2. Тестовый участок на Курском аэрокосмическом полигоне с маршрутами лётных и наземных измерений

На территории Стрелецкого участка Центрально-Чернозёмного заповедника фитометрические пробы не отбирались ввиду правил заповедного режима. В этом случае использовался фондовый материал заповедника и описания экспериментальных площадок руководителем геоботанической службы.

Спектральные характеристики и фотоизображения, полученные системой ФСС-М1 представлены ниже (рис.3, 4 и 5).

В файле автоматически регистрируется год – Д2015, месяц – 06, число – 18 и время съёмки – час, минуты и секунды – Т13-21-34.

На экспериментальных площадках измерялись: высота растительного покрова, проективное покрытие культуры и сорняков. В измерениях использовался метод сеточки Раменского как наиболее точный, с делением сетки 2 x 5 см. Измерения проводятся на экспериментальных площадках на нескольких раункиерах (от 5 до 10). В некоторых случаях, когда проективное покрытие очень плотное, например, в луговых фитоценозах, использовался метод визуальной шкалы с десятью градациями: 10, 20 и т. д. – до 100.

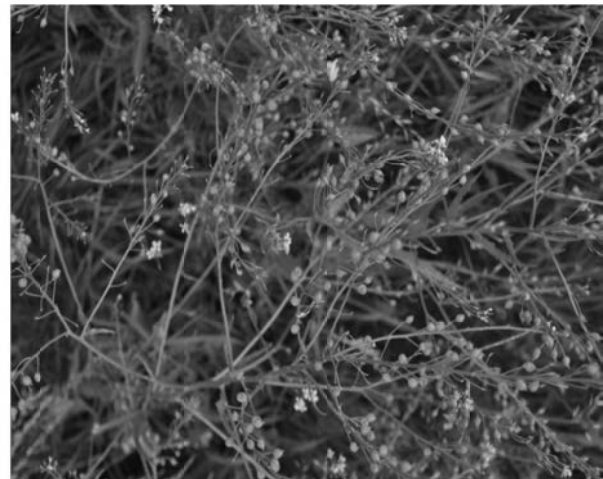
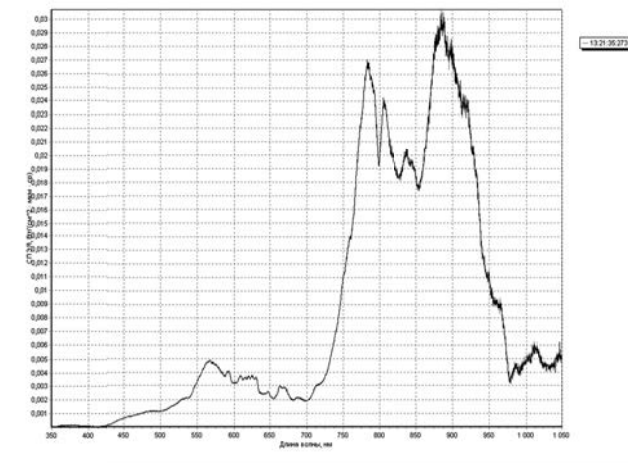


Рис.3. Спектральная характеристика и фотоизображение на некосимом участке степи (Д2015-06-18Т13-21-34)

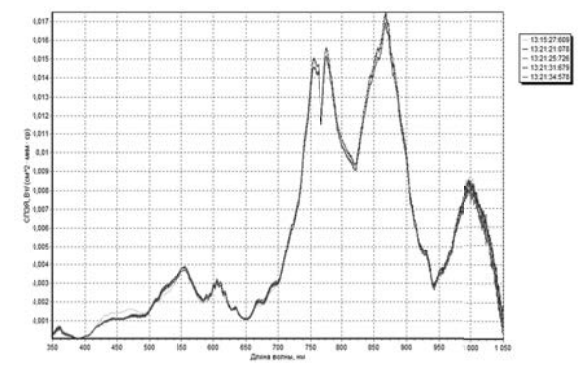


Рис.4. Спектральная характеристика и фотоизображение на участке степи с режимом выпаса (Д2015-06-18Т13-06-18)

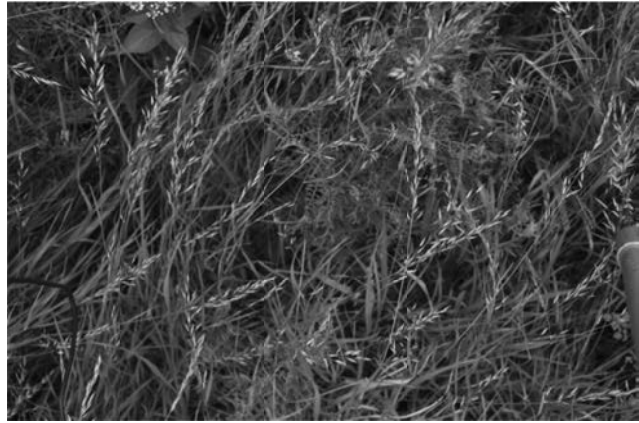
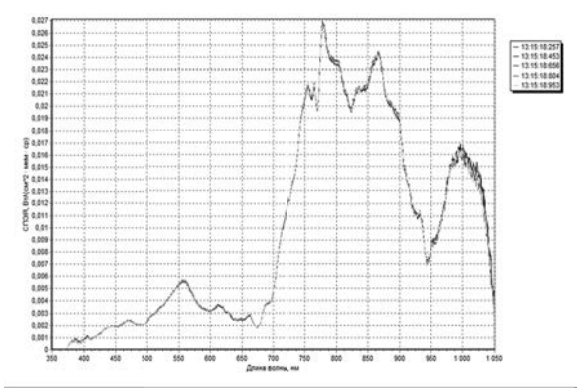


Рис.5. Спектральная характеристика и фотоизображение на экспериментальной площадке с режимом кошения (доминант – кострец береговой) (Δ2015-06-18T13-15-18)

ПОЛЕВОЙ ЖУРНАЛ

№ трансекта	№ площадки	Объект	h растений, см	h 2-го яруса, сорняки	Проективное покрытие, %	Фитометрия			Σ проекция растения, кв. м	Σ листа, кв. см	D ствола, кв. см	Почвы			Климат	
						Фитомасса кг / кв. м	По фракциям					Температура, °C	Влажность почвы, г / кв. см	Температура воздуха, °C	Влажность воздуха, %	
						Общая, кг	колос	стебель	лист			Тип почв				

Рис.6. Форма полевого журнала

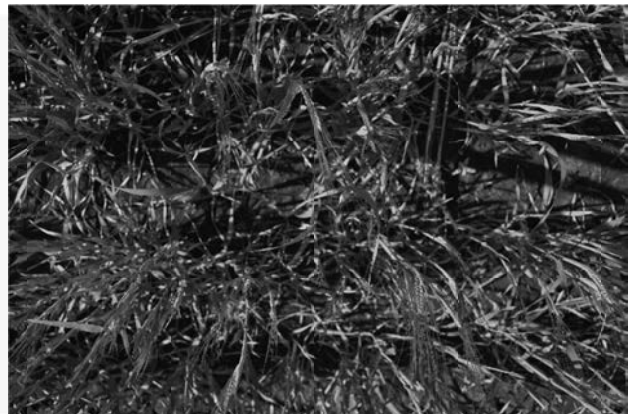
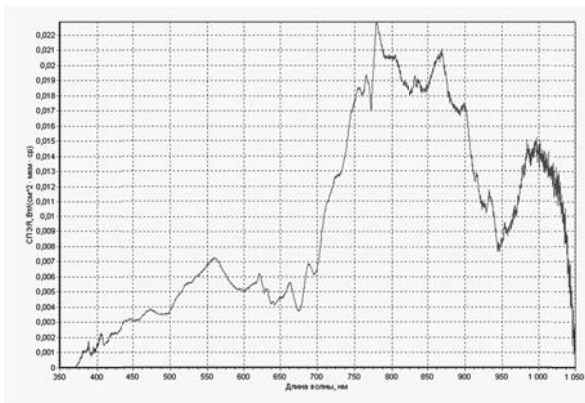


Рис.7. Спектральная характеристика и фотоизображение площадки № 2 (поля ячменя)

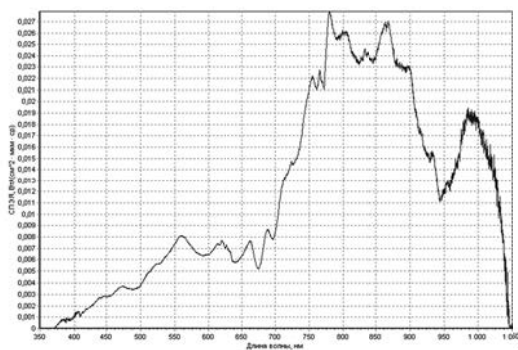


Рис.8. Спектральная характеристика и фотоизображение площадки № 7 (поле озимой пшеницы)

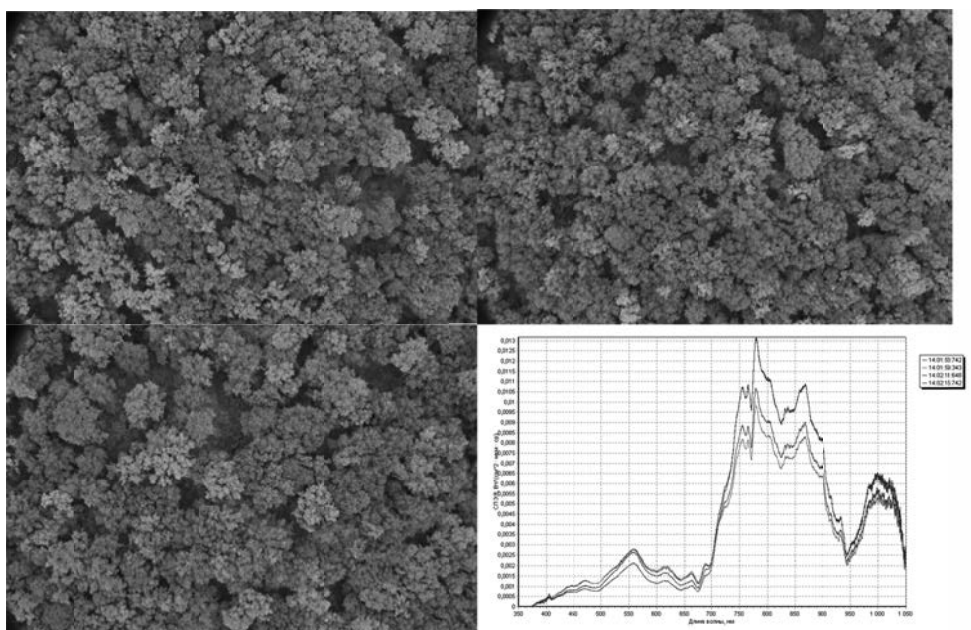


Рис.9. Измерения спектральных характеристик лесной растительности заповедника (Петрин лес) с борта самолета АН-2

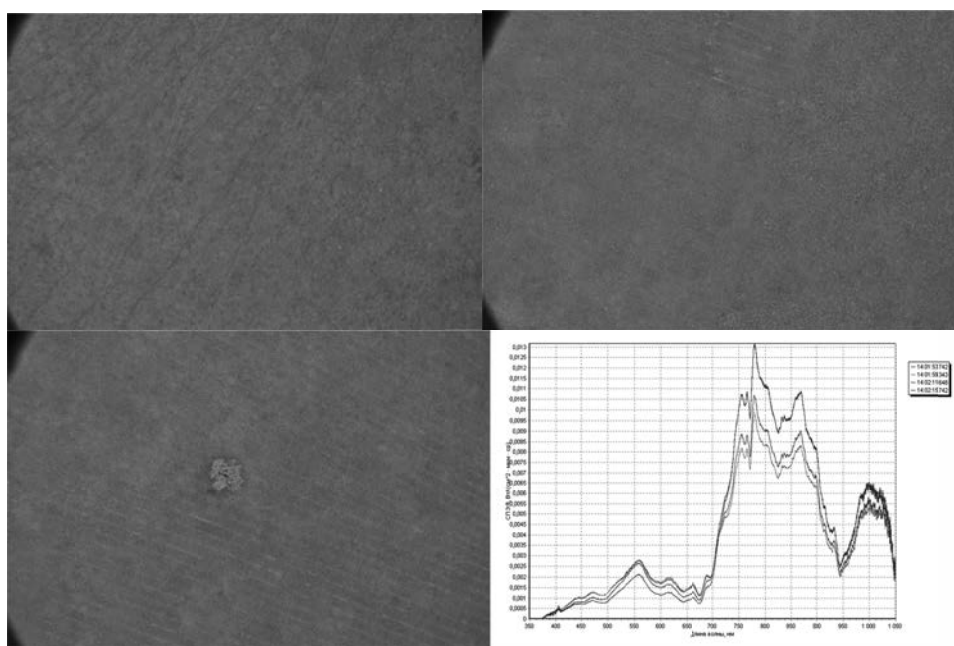


Рис.10. Измерения спектральных характеристик некосимой степи в заповеднике с борта самолета АН-2

С экспериментальных площадок брались фитометрические пробы для дальнейшей обработки в камеральных условиях. В камеральных условиях измерялась общая фитомасса и фитомасса по фракциям (листья, стебли, колосья, цветы). Расчётным путём определялась площадь листовой поверхности и площадь проекции растений.

Фитометрические параметры объектов, состоящие почвенного покрова и условия измерения на

всех площадках фиксировались в специально разработанном полевом журнале (рис.6).

В журнале также фиксируются метеорологические условия съёмки: облачность в балах, направление и скорость ветра, температура и влажность воздуха.

Лётные измерения спектральных характеристик наземных объектов проводились с борта самолета АН-2 с высот 500 и 1000 метров. Маршрут полётов

Таблица

Форма журнала для создания базы данных

1.1	Журнальный номер обследуемой площадки (образца)	2
1.2	Журнальная метка имени (сигнатура) файла спектрометрических данных	D2015-06-16T10-15-55
2.1	ДМВ (UTC+3) спектрометрической съёмки (ДД.ММ.ГГГГ чч:мм:сс)	16.06.2015 10:15
3.1	Измеряемые параметры спектра, список (СПЭЯ, КСЯ)	СПЭЯ
3.2	Модель спектральной аппаратуры, список	ФСС-М1
3.3	Тип спектральной съёмки (стационарная, авиационная, спутниковая)	стационарная
3.4	Угол отклонения оси съёмки от надира, град	0
3.5	Высота съёмки, м	1,5
3.6	Длина снимаемой площадки, м	0,5
3.7	Ширина снимаемой площадки, м	0,5
3.8	Наличие фотоснимка площадки, 1 - есть, 0 - нет	1
4.1	GPS широта центра площадки, град. с. ш.	N 51° 32' 43
4.2	GPS долгота центра площадки, град. в. д.	E 36° 05' 16
4.3	GPS высота центра площадки над у. м., м	
5.1	Область (край, республика)	Курская область
6.1	Регион по ландшафтной карте	
6.2	Урочище, фация	с/х поля, посевы
7.1	Дата предметно-специфического обследования площадки (ДД.ММ.ГГГГ)	10.06.2015
8.1	Наименование объекта обследования	ячмень (посевы)
9.1	Температура воздуха, град. С	26
9.2	Скорость ветра, м/с	6,5
9.3	Направление ветра, румб	ЮЗ
9.4	Облачность, балл (0-10)	3
9.5	Форма облаков, тип	Слоистые
10.1	Тип / подтип почвы	чернозем об.
10.2	Влажность почвы, тип	сух
10.3	Структура поверхности почвы, тип	ровная
11.1	Фенофаза	трубка, выход в колос
11.2	Средняя высота растений, см	57,53
11.3	Средняя высота 2-го яруса (сорняки), см	0
11.4	Проективное покрытие, %	34,3
11.5	Фитомасса общая, г/кв. дм	11,44
11.6	Фитомасса листьев, г/кв. дм	2,4
11.7	Фитомасса стеблей, г/кв. дм	5,41
11.8	Фитомасса плодов, цветов, г/кв. дм	3,58
11.9	Удельная площадь листьев, кв. см/кв. дм	32,2
11.10	Площадь проекции растений, кв. см	3430
11.11	Индекс листовой поверхности	2

прокладывался так, чтобы в него вошли все поля, на которых закладывались экспериментальные площадки и проводились наземные измерения фитометрических и спектральных характеристик.

Все полученные данные вводятся в журнал в формате Excel для создания базы данных и дальнейшего анализа (табл.).

**Выводы.** Проведённые работы позволили выработать методику оценки предметно-специфических параметров объектов и измерений их спектральных характеристик в режиме in-situ. Разработаны методы и проведена оценка параметров объектов при натурных исследованиях ряда сельскохозяйственных культур, а также естественной степной и лесной растительности. При проведении исследований разработана форма полевого журнала. В этом жур-

нале фиксируются данные обследования различного по своим характеристикам почвенно-растительного покрова и погодных условий проведения измерений. На основе исследований разработан журнал ввода полученных результатов в специализированную базу данных (СБД) и сформирована её структура.

Результаты работы имеют не только научное значение. Они могут использоваться в учебных целях, в частности при изучении в университетах курсов «Дистанционные методы исследования земной поверхности», «Дешифрирование спектральных снимков при ДЗЗ» и т. п.

**Рецензент: доктор географических наук,  
профессор Б.И. Кочуров**

#### Список использованных источников:

1. Малышев В.Б. Изменения почвенно-растительного покрова разнотипных геосистем по результатам дистанционного зондирования // Геосистема во времени / под ред. А.М. Грина и др. – М.: ИГ АН СССР, 1991. – С. 265–279.
2. Кондратьев К.Я. Биосфера: Методы и результаты дистанционного зондирования / К.Я. Кондратьев, В.В. Козодеров, П.П. Федченко, А.Г. Топчиев. – М.: Наука, 1990. – 224 с.
3. Малышев В.Б. Разработка и создание базы данных спектральных и предметно-специфических характеристик объектов земной поверхности / В.Б. Малышев, И.К. Жемерова // Проблемы непрерывного географического образования и картографии. – 2014. – Вып.20. – С. 76–80.

#### References:

1. Malyshev, V.B. (1991). Izmeneniya pochvenno-rastitel'nogo pokrova raznotipnyh geo – sistem po rezul'tatam distancionnogo zondirovaniya [Changes in land cover of different types of geosystems in the remote-sensing results]. Geosystem in time. Grin, A.M. etc. ed. Moskva: IG AN SSSR, 265-279.
2. Kondrat'ev, K.Ja., Kozoderov, V.V., Fedchenko, P.P., Topchiev, A.G. (1990). Biosfera: Metody i rezul'taty distancionnogo zondirovaniya [Biosphere: Methods and results of remote sensing]. Moskva: Nauka, 224.
3. Malyshev, V.B., Zhemerova, I.K. (2014). Razrabotka i sozdanie bazy dannyh spektral'nyh i predmetno-specificheskikh harakteristik ob"ektov zemnoj poverhnosti [Database development and creation of spectral and subject-specific characteristics of objects on the Earth's surface]. The problems of continuous geographical education and cartography, 20, 76-80.