

УДК 55:502.64.185

Канд. с-х. наук	Н.Э. Бекмухамедов *
Канд. техн. наук	Н.Р. Муратова *
Канд. геогр. наук	С.М. Северская *

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ  
КОРМОВЫХ УГОДИЙ НА ПОДСПУТНИКОВЫХ ПОЛИГОНАХ  
КАЗАХСТАНА**

*ПРОЕКТИВНОЕ ПОКРЫТИЕ, УРОЖАЙ ПАСТБИЩ, ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ИНДЕКС, СПЕКТРАЛЬНЫЕ ОТРАЖЕНИЯ, СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ*

*В работе дана методика определения продуктивности естественных кормовых угодий, основанная на совместном использовании наземных данных и спутниковой информации. Таким образом, мониторинг естественных кормовых угодий позволяет достаточно надежно прогнозировать их урожайность.*

За последние годы в Казахстане отмечается рост поголовья скота, что обуславливает необходимость систематического наблюдения за состоянием пастбищных угодий, получения оперативной информации о направлении и масштабах происходящих в них изменений. На современном техническом уровне проблема получения информации о состоянии естественных кормовых угодий решается с применением дистанционных методов, позволяющих оперативно получать достаточно полный объем сведений о состоянии пастбищных экосистем на обширной территории республики. Космические снимки, обладая значительной обзорностью и информативностью, позволяют объективно оценить обстановку и принять эффективные меры, направленные на сохранение природных кормовых угодий и их рациональное использование. Для калибровки данных дистанционного зондирования, разработки методов тематического дешифрирования растительности пастбищ и интерпретации космических изображений в ДТОО ИКИ АО НЦКИТ развернуты подспутниковые исследования.

На первом этапе работ были разработаны методические основы подспутниковых наблюдений растительного покрова, определены дистанционные индикаторы экологического состояния пастбищ.

---

\* ИКИ им. акад. У.М. Султангазина, г. Алматы

Для выбора репрезентативных участков наблюдений было проведено специальное эколого-геоботаническое районирование территории Казахстана. Для каждого округа отмечены места расположения преобладающих (менее всего нарушенных) коренных типов сообществ кормовых угодий, которые можно рассматривать в качестве эталонов при определении нарушенности растительного покрова.

На основе анализа особенностей спектральных характеристик естественной растительности были выбраны наиболее информативные периоды проведения подспутниковых наблюдений за растительностью пастбищ. Для получения достоверной наземной информации, используемой для калибровки и интерпретации данных дистанционного зондирования (ДДЗ), графики наземных наблюдений привести в соответствие с датами космических съемок. При оценке биомассы растительного покрова, рекомендовано ориентироваться на установленные пики максимумов урожайности растительности по сезонам; анализировать количественные показатели веса в сыром и в воздушно-сухом виде.

Среди важных дистанционных индикаторов в характеристике экологического состояния фитоценозов, регламентирующих ресурсы пастбищ аридной зоны, является сбитость (пастбищная дигрессия) растительного покрова. Поэтому в процессе экспериментальных работ были разработаны методы индикации этого показателя по материалам разномасштабной космической съемки и оценена их достоверность. В основу всех разработок положен принцип двухуровневого изучения объекта: космическая съемка и подспутниковые наземные наблюдения на тестовых участках. Различный уровень генерализации, присущий каждой из этих ступеней, позволяет с максимальной степенью достоверности дешифровать данные спутниковой информации, классифицировать объекты и происходящие процессы. Самым агрессивным фактором в процессе деградации естественных кормовых угодий является пастбищная дигрессия – постепенное изменение растительного сообщества под воздействием чрезмерной или долговременной пастбищной нагрузки. Для диагностики этих изменений нами проводятся специальные подспутниковые исследования, в ходе которых при наземном обследовании и спектрометрировании отмечаются различные стадии дигрессии пастбищ. Хорошо различима на космических снимках различного масштаба самая высокая степень пастбищной дигрессии – сбой растительного покрова вокруг колодцев, летовок, зимовок и поселков, что проявляется в спектральном почерке земной поверхности.

Одной из основных задач обработки данных спутникового мониторинга является идентификация кормовых угодий, определение их состояния и урожайности. Требуемая информация в необходимых объемах может быть получена только на основе совместной интерпретации данных дистанционного зондирования и наземных наблюдений и измерений.

Помимо сбитости растительного покрова особое внимание в ходе полевых работ было уделено определению общего проективного покрытия (ОПП). Данный фактор имеет значение не только как показатель нарушенности естественной растительности, но также характеризует вклад почвенного сигнала в спектральный образ изучаемой территории. Так, при незначительной урожайности пустынных пастбищ (0,1...1 ц/га) величины зеленой массы явно недостаточно для того, чтобы она проявилась в кривой спектрального почерка, который в этом случае характеризует сероземы или пески.

Общее проективное покрытие почвы растениями в ходе полевых исследований определяется экспертами визуально. В камеральный период для определения ОПП по многоспектральным спутниковым данным был разработан специальный алгоритм его автоматического определения, включающий следующие действия:

- 1) получение многоспектральных изображений района работ;
- 2) проведение неконтролируемой классификации (алгоритмы: К – средних, ISODATA);
- 3) постклассификационная обработка алгоритма ISODATA;
- 4) расчет ОПП для тестовых участков.

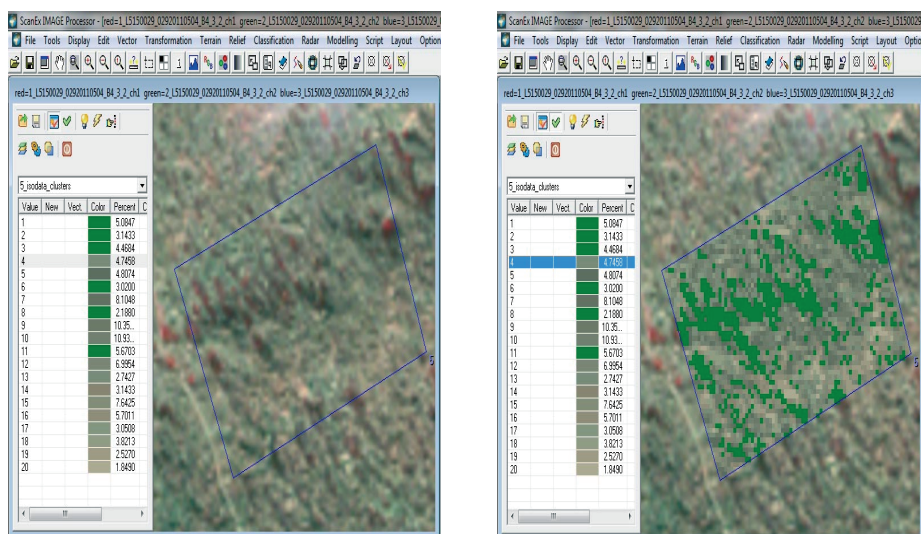
В качестве примера приводим определение ОПП на тестовом участке, расположенном в грядово-бугристых песках Сарытаукум полигона «Бозой» (рис. 1), на котором согласно экспертному определению ОПП составляет от 20 до 30 %.

Сравнивая результаты определения ОПП по наземным и спутниковым данным можно отметить, что предлагаемая технология позволяет сделать расчет по космическим снимкам с высокой долей вероятности.

Наиболее значимым дистанционно определяемым индикатором экологического состояния пастбищ является продуктивность естественной растительности или объем ее фитомассы.

В результате наземных исследований получены оригинальные данные о спектральных свойствах растительного покрова различных типов пастбищ. Отбор образцов на определение величины зеленой биомассы

позволил сравнить спектральные подчерки одной и той же растительности с различной продуктивностью (рис. 2).



Снимок Landsat за 04.05.2011 г.

Результаты классификации

Рис. 1 Результаты автоматического определения общего проективного покрытия тестового участка: растения – 23 %, не растения – 77 %.

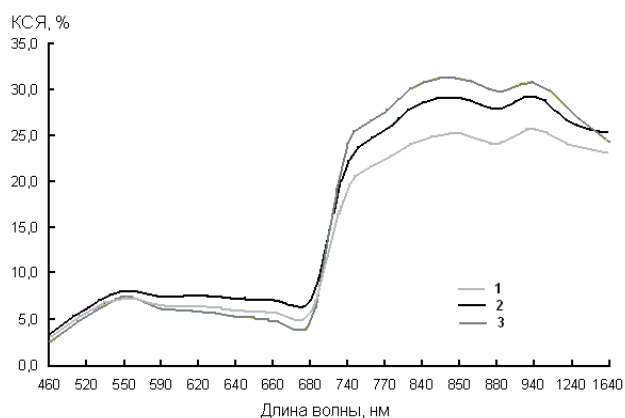


Рис. 2. КСЯ луговой растительности с различной величиной зеленой биомассы, г/м<sup>2</sup>. 1 – 301,6; 2 – 549,2; 3 – 635,2.

Проведен сравнительный анализ величины зеленой биомассы растительности со спутниковыми данными TERRA/MODIS и результатами наземных спектрометрических измерений. Получены зависимости вегетационного индекса NDVI и значений спектрального отражения (по 2-му каналу MODIS) от величины зеленой биомассы для разных типов растительности. Пример для пустынных пастбищ представлен на рис. 3.

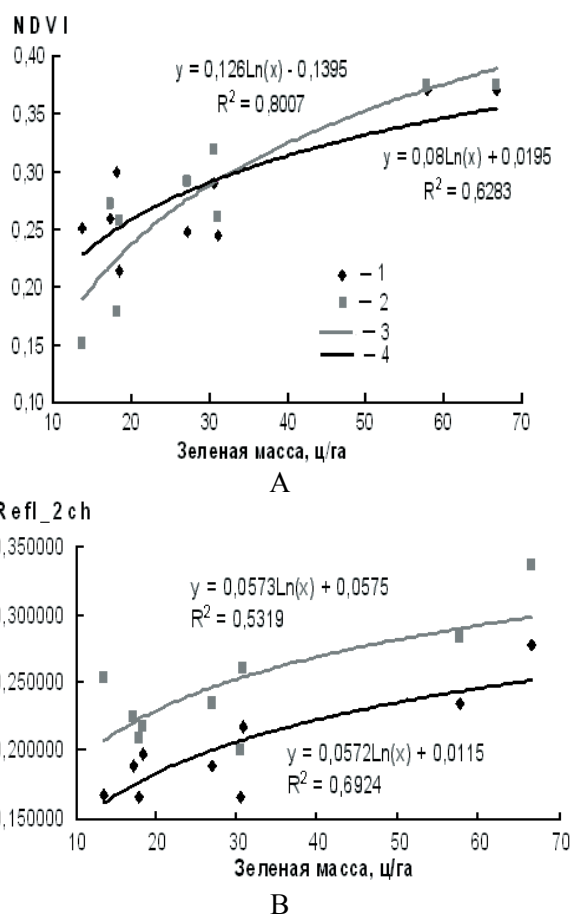


Рис. 3. Зависимость вегетационного индекса *NDVI* (А) и спектральных значений (В) от величины зеленой биомассы для пустынных пастбищ. 1 – ДДЗ; 2 – спектр. изм.; 3 – логарифм. спектр. изм.; 4 – логарифм. ДДЗ.

Для расчета продуктивности растительности по спутниковым данным на следующем этапе мы предлагаем использовать определение коэффициента урожайности  $R$ , который обозначает зависимость урожая от значений *NDVI*:

$$R = (NDVI_{тек} - NDVI_{max}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}).$$

Величина сухой биомассы растительности, определяемая в поле, несколько отличается от урожайности пастбищ, рассчитанной по ДДЗ. Получены линейные зависимости расчетной и фактической урожайности для разных типов пастбищной растительности (рис. 4).

Разработанная нами методика определения продуктивности естественных кормовых угодий основана на совместном использовании наземных данных, полученных с подспутниковых полигонов, и спутниковой информации.

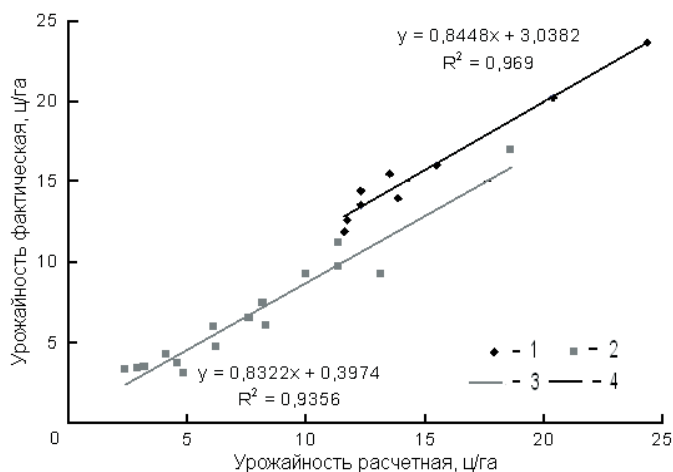


Рис. 4. Сопоставление данных продуктивности: наземных и полученных экспериментально. 1 – степная; 2 – пустынная; 3 – линейный (пустынная); 4 – линейный (степная).

Таким образом, результаты исследований на подспутниковых полигонах послужили надежной основой для разработки теоретических и практических основ мониторинга естественных кормовых угодий; что позволило разработать методы дистанционной оценки состояния и продуктивности пастбищ и достаточно надежно прогнозировать их урожайность.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муратова Н.Р., Северская С.М., Курочкина Л.Я. Методические основы подспутниковых наблюдений растительного покрова // «Казахстанские космические исследования». / Том 6: Прикладные космические исследования в Казахстане. – Алматы: 2010. – С. 38-48.

Поступила 06.07.2012

А-шар. ғылымд. канд.	Н.Э. Бекмухамедов
Техн. ғылымд. канд.	Н.Р. Муратова
Геогр. ғылымд. канд.	С.М. Северская

#### ҚАЗАҚСТАННЫҢ СЕРІКАСТЫ ПОЛИГОНДАРЫНДАҒЫ ТАБИҒИ ЖЕМ-ШӨП ЕГІСТІКТЕРІНІҢ ЖАҒДАЙЫН ЗЕРТТЕУ КЕЛЕШЕГІ

*Жұмыс барысында серіктік ақпарат арқылы алынған жер беті мәліметтерін қолдану негізінде жем-шөп егістіктерінің өнімділігін анықтайтын әдістеме өңделіп шығарылды. Осылайша, табиғи жем-шөп егістіктерін бақылау олардың өнімділігін сенімді болжауға мүмкіндік береді.*