

УДК 621.396.967.0180

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

ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ РАЗНЫХ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ ПАСТБИЩ

ПРОЕКТИВНОЕ ПОКРЫТИЕ, ЕСТЕСТВЕННЫЕ ПАСТБИЩА, ВЕГЕТАЦИОННЫЕ ИНДЕКСЫ, СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПАСТБИЩНАЯ ДЕГРЕССИЯ

Проведен анализ функциональной зависимости проективного покрытия биоценозов от значений различных вегетационных индексов, вычисленных по данным спектрометрических измерений радиометром FieldSpec. Исследования показали, что наиболее тесная корреляция между степенью проективного покрытия растениями почвы и вегетационными индексами, рассчитанными по спутниковым данным различного пространственного разрешения, выявлена для NDVI и SAVI по данным MODIS. Вследствие низкого пространственного разрешения спутниковые данные NOAA являются мало информативными.

Разработка метода прогноза продуктивности естественных пастбищ по данным дистанционного зондирования основывается на выборе спутникового параметра, характеризующего состояние растительности, выделении участков пастбищ с низким проективным покрытием и продуктивностью, определении времени проведения наблюдений. В период от начала вегетации до цветения основным фактором, влияющим на спектральные свойства растительности, является увеличение биомассы. При этом коэффициент спектрального отражения уменьшается в красном участке спектра и увеличивается в ближнем ИК-диапазоне, что приводит к изменениям значений вегетационного индекса. Эти особенности характерны для поздневесеннего и раннелетнего периода наблюдения, когда отмечается интенсивный рост эфемеров, эфемероидов и отрастание побе-

* Институт космических исследований, г. Алматы

гов многолетней травянистой и кустарниковой растительности. При усыхании надземной биомассы происходит обратное изменение вегетационного индекса. В табл. 1. приведены формулы расчетов и характеристики различных вегетационных индексов, которые предназначены как для оценки смешанного почвенно-растительного сигнала, так и для полного покрытия почвы растительным покровом.

Таблица 1

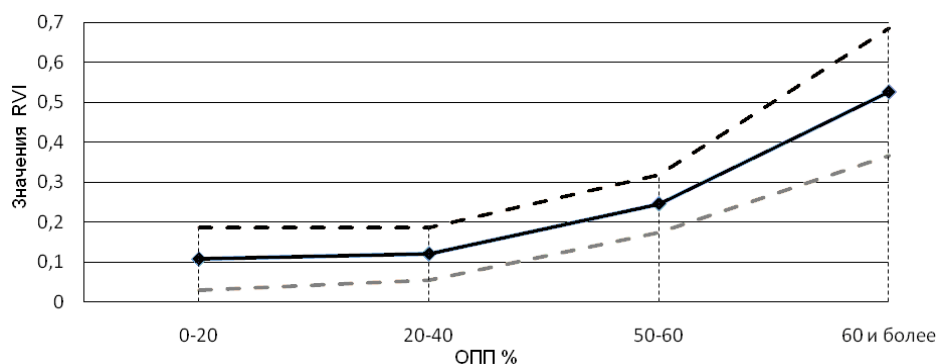
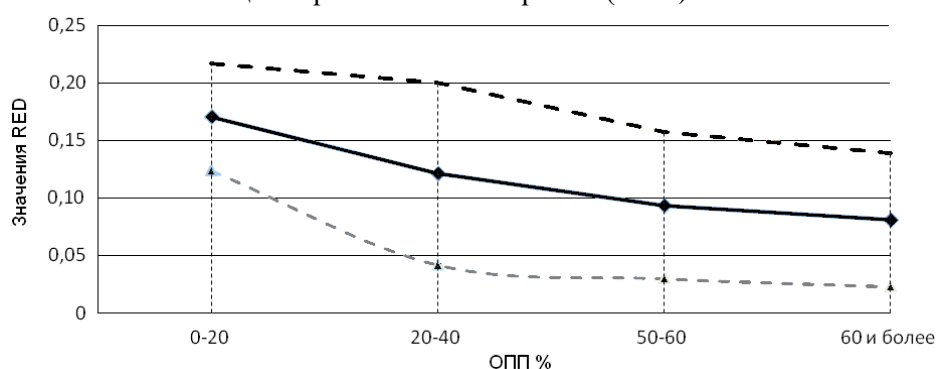
Формулы расчета вегетационных индексов

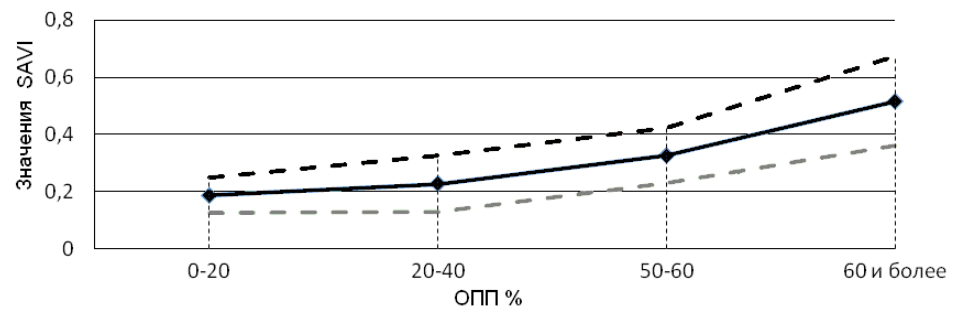
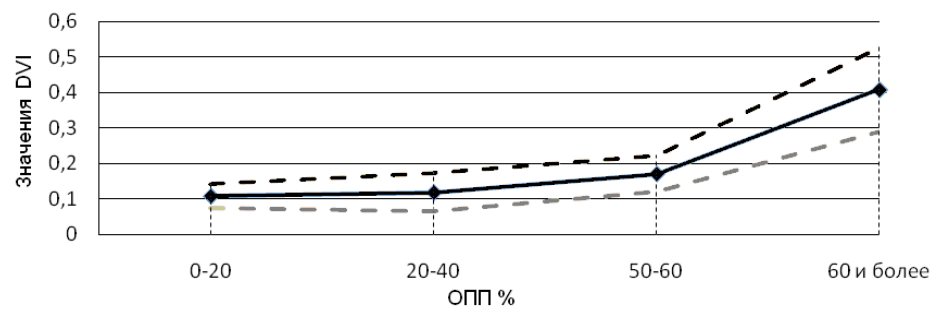
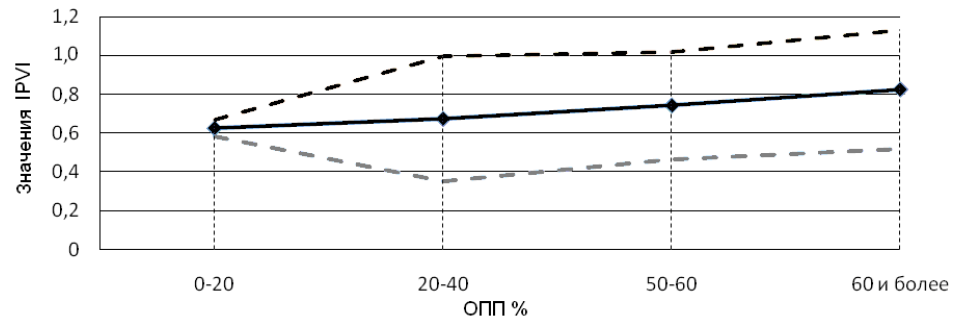
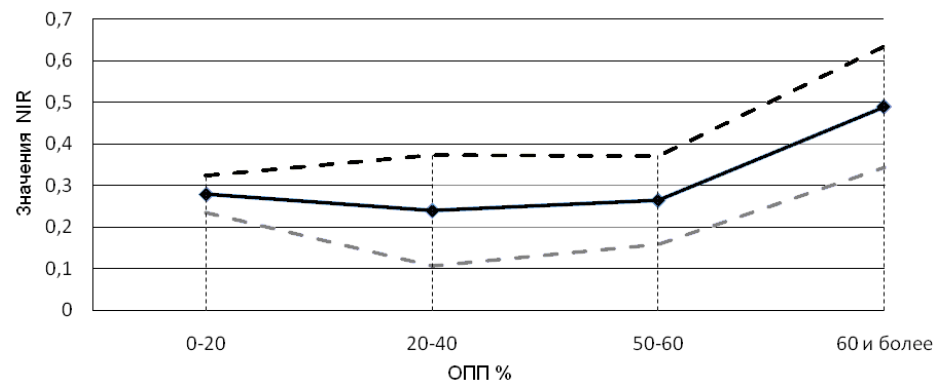
Ratio Vegetation Index (<i>RVI</i>)	$RVI = (NIR/RED)$, где <i>NIR</i> – значения коэффициента отражения в ближнем инфракрасном, <i>RED</i> – в красном диапазоне спектра. Для зеленой растительности значения $RVI > 1$. С увеличением зеленой биомассы и сомкнутости растительности изменяется от 2 до 8
Normalized Difference Vegetation Index (<i>NDVI</i>)	$NDVI = (NIR - RED)/(NIR + RED)$. Значения индекса варьируют от -1 до 1. Для растительности индекс <i>NDVI</i> принимает положительные значения от 0,2 до 0,8
Infrared Percentage Vegetation Index (<i>IPVI</i>)	$IPVI = NIR/(NIR + RED)$. Индекс может принимать значения от 0 до 1. Для зеленой растительности характерны значения от 0,6 до 0,9
Difference Vegetation Index (<i>DVI</i>)	$DVI = NIR - RED$. Изовегетационные линии идут параллельно друг другу
Transformed Vegetation Index (<i>TVI</i>)	$TVI = \sqrt{NDVI + 0,5}$; 0,5 прибавляется для исключения отрицательных значений под корнем
Soil Adjusted Vegetation Index (<i>SAVI</i>)	$SAVI = (1 + L)(NIR - RED)/(NIR + RED + L)$, где <i>L</i> – [0;1] 0 – наибольшее проективное покрытие; 1 – наименьшее. Значения изменяются от -1 до 1. Линия почв проходит через точку 0

Цель использования растительного индекса – создание корректной системы линейного взвешивания: величина индекса – параметры растительности. Под параметрами растительности обычно понимают либо объем зеленой растительной биомассы, либо долю проективного листового покрытия почвы.

По результатам подспутниковых наблюдений, проведенных в Алматинской и Карагандинской областях весной и летом 2011 года, отме-

чено, что антропогенные нагрузки на пастбища проявляются в виде пастбищной дигрессии, которая в первую очередь сопровождается уменьшением проективного покрытия почвы растительностью. Исследуемая территория была представлена различными растительными ассоциациями. В структуре растительного покрова пастбищных угодий на полигоне «Бозой» преобладают полынные, терескеновые с участием эфемеров, кустарниковых сообществ на песках. Значительную роль в формировании растительного покрова Шетского полигона приобретают злаковые и полынные травостои при широком участии кустарников – спиреи и караганы. В ходе исследований проведен анализ функциональной зависимости проективного покрытия биоценозов от значений различных вегетационных индексов, вычисленных по данным спектрометрических измерений радиометром FieldSpec. На рис. 1. приведены распределения вегетационных индексов в зависимости от общего проективного покрытия (ОПП).





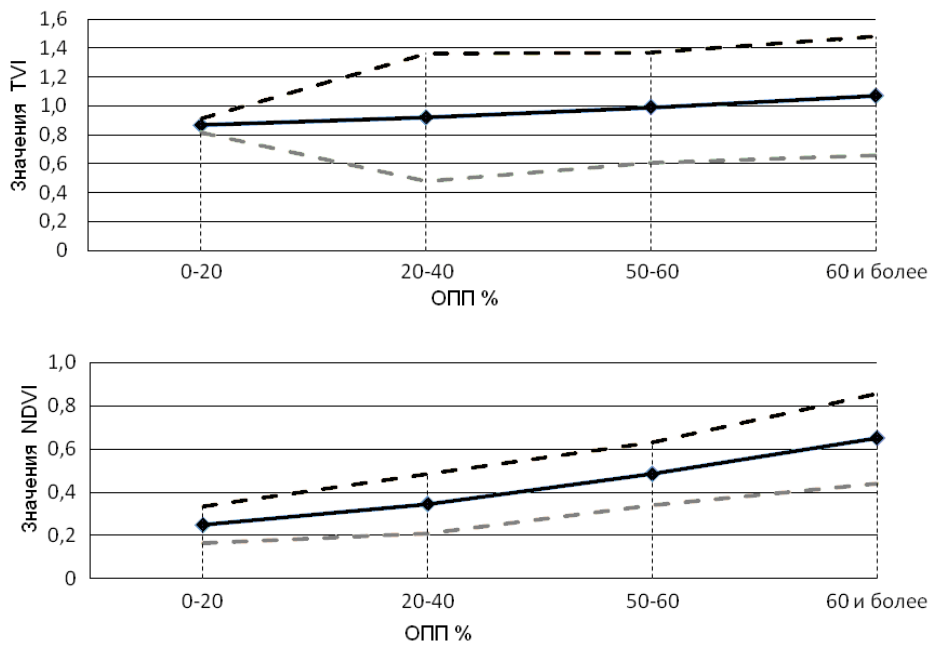


Рис. 1. Значение вегетационных индексов в зависимости от общего проективного покрытия.

Как видно, вегетационные индексы по-разному реагируют на проективное покрытие почвы растительностью. Практически нет чувствительности вегетационных индексов к низким значениям проективного покрытия (до 20 %), за исключением индекса *RED*, эквивалентного коэффициенту отражения в красном диапазоне спектра.

С увеличением проективного покрытия с 20...40 % до 50...60 % вегетационные индексы *NIR*, *IPVI*, *DVI*, *TVI*, *RVI* имеют зависимость нечеткого характера. Из тестируемых индексов наиболее информативным для средней густоты травостоя являются индексы *NDVI* и *SAVI*. Изменение густоты растительности естественных пастбищ с 60 % и более практически все вегетационные индексы активно реагируют на изменение биомассы растений. Таким образом, на основании наших исследований, можно отметить, что для распознавания участков пастбищ с низким проективным покрытием (0...20 %) и соответственно низкой продуктивностью целесообразно применять индекс *RED* в комбинации с индексом *NDVI*. Согласно полученным измерениям величина *RED* выше 0,15 указывает на низкую продуктивность, либо сбитость анализируемых участков пастбищ. Соотношение двух индексов – *RED* и *NDVI* дано на рис. 2.

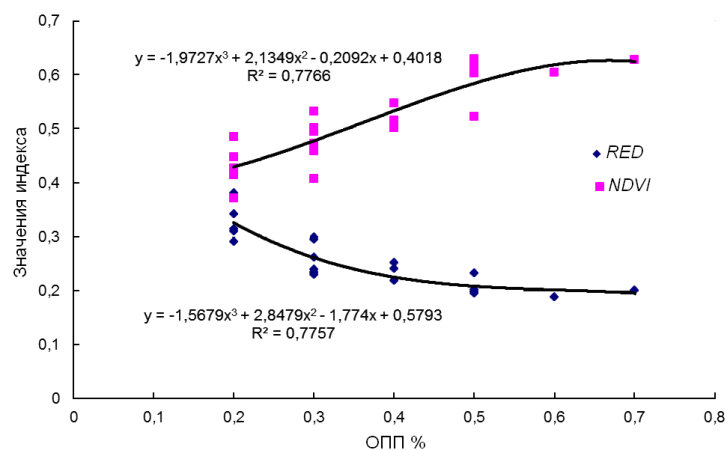


Рис. 2. Значения вегетационных индексов RED и NDVI при различном проективном покрытии почв по наземным данным.

Согласно полученной зависимости по данным наземных наблюдений построено решающее правило определения ОПП по спектральным характеристикам (табл. 2).

Таблица 2

Решающее правило определения ОПП по наземным данным

ОПП, %	NDVI	RED
0...20	< 0,4	> 0,3
20...40	0,4...0,5	0,25...0,3
50...60	0,5...0,65	0,2...0,25
Выше 60	> 0,65	< 0,2

Анализ спутниковых данных. Определение зависимости величины индексов NDVI и SAVI по спутниковым данным проводился по космическим снимкам различного пространственного разрешения – NOAA (1000 м), MODIS (250 м) и LANDSAT (30 м). В работе использованы следующие космические снимки: NOAA/AVHRR за 15.06.2011 г., TERRA/MODIS за 18 и 22.06.2011 г., LANDSAT5/TM за 4.05 и 10.06.2011 г.

Проведенный анализ рассчитанных индексов по спутниковым данным приведен на рис. 3, 4 и 5.

Исследования показали, что наиболее тесная корреляция между степенью проективного покрытия растениями почвы и вегетационными индексами, рассчитанными по спутниковым данным различного пространственного разрешения, выявлена для NDVI и SAVI по данным MODIS. Вследствие низкого пространственного разрешения спутниковые данные NOAA являются мало информативными.

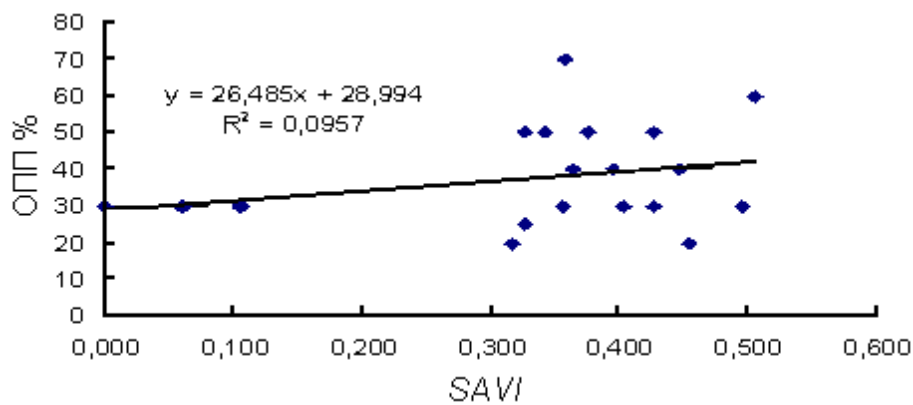
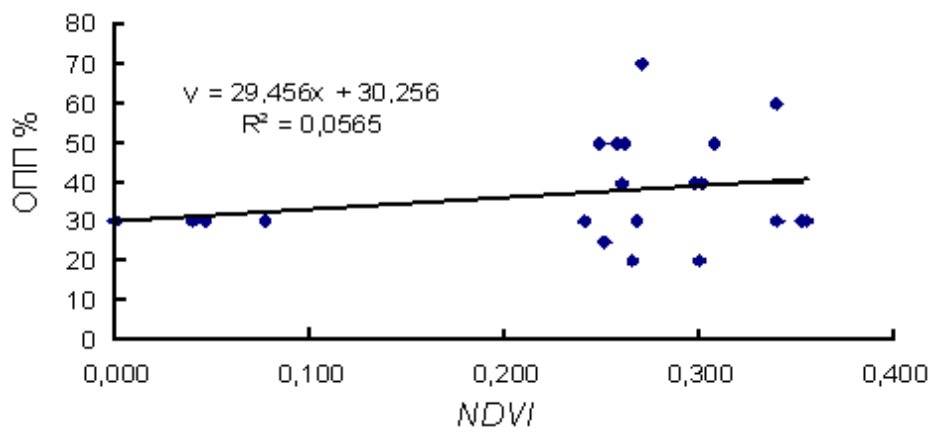
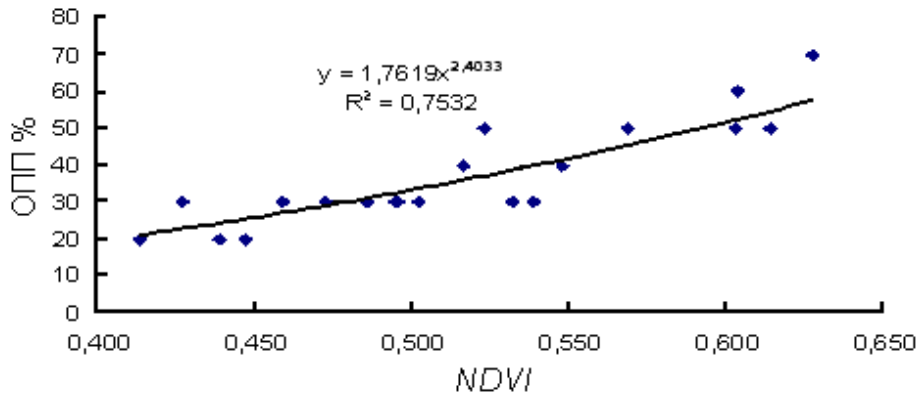


Рис. 3. Вегетационные индексы пастбищ с различным проективным покрытием по снимкам NOAA.



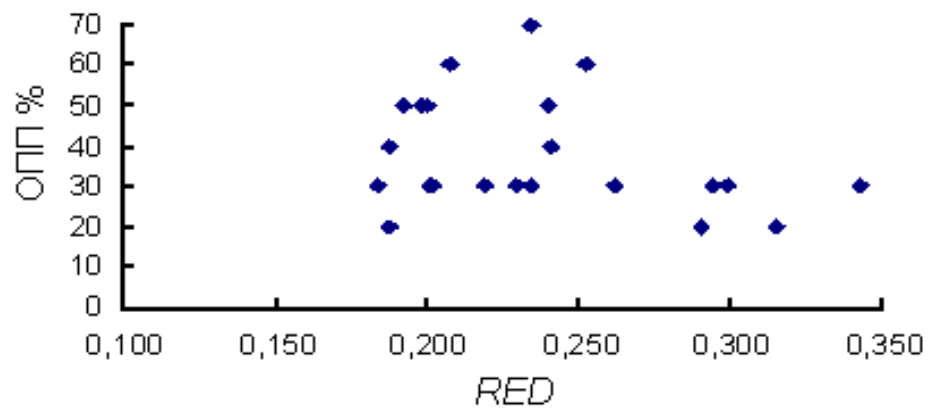
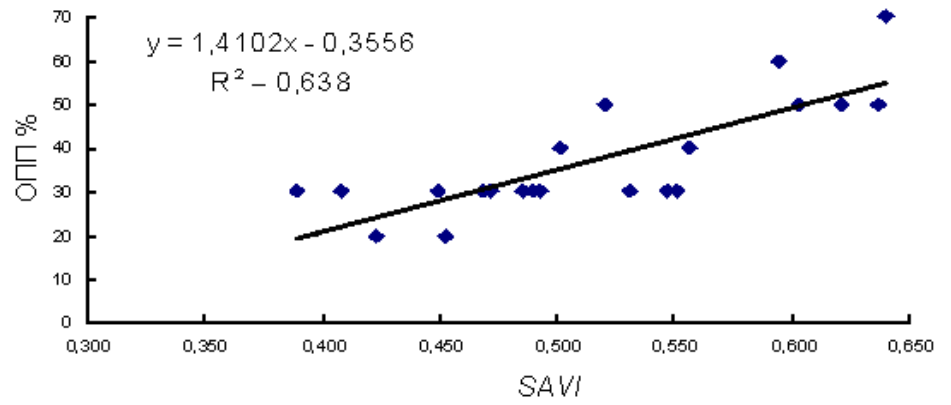
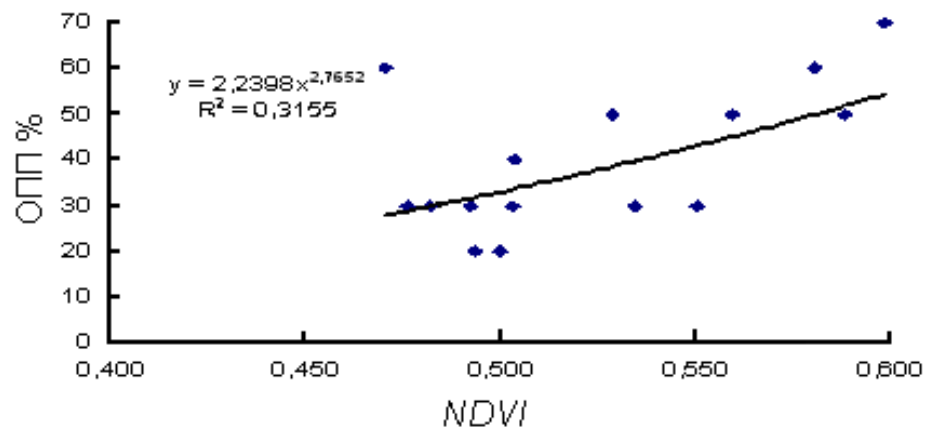


Рис. 4. Вегетационные индексы пастбищ с различным проективным покрытием по снимкам MODIS.



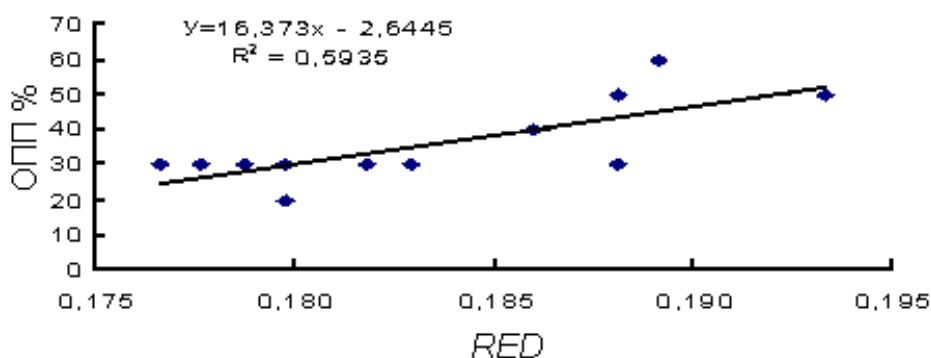
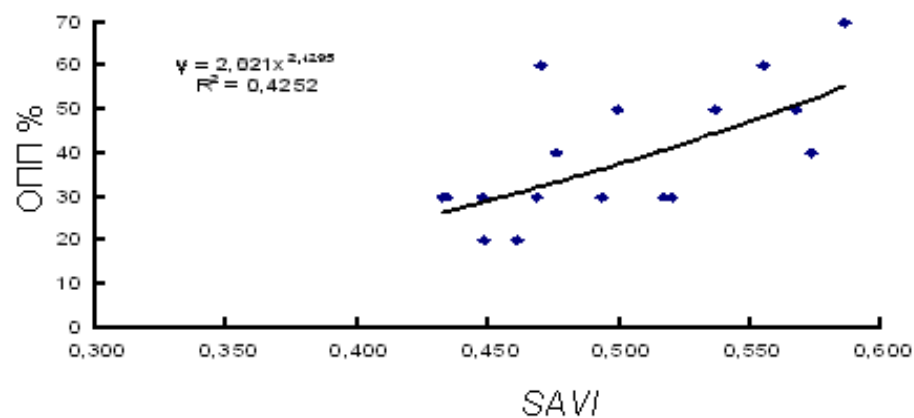


Рис. 5. Вегетационные индексы пастбищ с различным проективным покрытием по снимкам LANDSAT.

Согласно полученной зависимости по спутниковым данным построено решающее правило определения ОПП по спектральным характеристикам (табл. 3).

Таблица 3

Решающее правило определения ОПП по спутниковым данным

ОПП, %	NDVI	RED
0...20	< 0,45	> 0,3
20...40	0,45...0,55	
50...60 и выше	> 0,6	

Таким образом, для распознавания участков пастбищ с низким проективным покрытием (0...20 %), характеризующихся низкой продуктивностью или сбитостью, целесообразно применять пороговое значение 0,3 индекса RED; а для общей характеристики проективного покрытия почвы растительным покровом по спутниковым данным можно использо-

вать вегетационные индексы NDVI и SAVI, рассчитанные по данным MODIS.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байтулин И.О., Бедарева О.М. Выделение продуцирующей площади пустынных пастбищ с использованием материалов космосъемки // Известия национальной академии наук Республики Казахстан. – Сер. Биологическая и медицинская. – 2007. – № (259). – С. 33-37.
2. Бедарева О.М. Дистанционное определение продуктивности пастбищной растительности Казахстана по спектрам отражения // Информационный бюллетень службы НТИ Казлеспроекта. – Алма-Ата, 1988. – №6. – С. 1-8.

Поступила 6.06 2012 г.

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

ЖАЙЫЛЫМДАРДЫҢ ЖОБАЛЫ ЖАБЫНУЫН АНЫҚТАУ ҮШІН ӘР ТҮРЛІ ВЕГЕТАТИВТІ ИНДЕКСТЕРДІҢ АҚПАРАТТЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ

Биоценоздар жобалы жабынуының, FieldSpec радиметрі арқылы алынған спектрометриялық өзгерістердің мәліметтері бойынша есептелінген әр түрлі вегетативті индекстерден, функционалды тәуелділігіне қорытынды жасалынды. Зерттеулер көрсеткендей, өсімдік пен топырақ жамылғысының жобалы жабылуының және әр түрлі дәлдіктегі серік мәліметтері арқылы алынған вегетативті индекстер арасындағы тығыз корреляция NDVI мен SAVI үшін MODIS мәліметтерінен алынды. Төмен кеңістіктік дәлдіктегі NOAA серігінің мәліметтері аз ақпаратталынған болып саналады.