

VII - 1

ВДНХ СССР 1980



ПАВИЛЬОН «ГИДРОМЕТСЛУЖБА СССР»

Использование
спутниковой информации
для оценки состояния урожая
пустынно-пастбищной
растительности
в районах отгонного
животноводства
Средней Азии и Казахстана

ГИДРОМЕТОИЗДАТ

1980

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ
ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ УРОЖАЯ
ПУСТЫННО-ПАСТБИЩНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ
В РАЙОНАХ ОТГОННОГО ЖИВОТНОВОДСТВА
СРЕДНЕЙ АЗИИ И КАЗАХСТАНА

B. I. Рачкулик

Всесоюзный научно-исследовательский институт
сельскохозяйственной метеорологии

M. B. Ситникова

Среднеазиатский региональный научно-исследовательский
гидрометеорологический институт им. В. А. Бугаева

В десятой пятилетке продолжается планомерное использование спутников в народном хозяйстве страны, в том числе для нужд сельского хозяйства.

Настоящая методика позволяет использовать информацию с экспериментальных метеорологических спутников серии «Метеор» с разрешением на местности от 0,3 до 2 км, и дает возможность оперативно и с достаточной точностью оценить состояние пастбищной растительности на больших территориях, значительно сократить работу и поэтому экономически выгодна.

Определение состояния пустынных пастбищ и посевов сельскохозяйственных культур производится в основном аэрофотометрическим методом, который основывается на зависимости коэффициентов яркости растительного покрова от его параметров (надземной растительной массы, площади листовой поверхности, густоты стояния растений). При определении параметров растительного покрова могут быть использованы коэффициенты яркости в отдельных участках спектра и отношение или разность спектральных коэффициентов яркости.

Авиабследования позволяют в общих чертах составить представление о распределении растительности по обследуемой территории, однако при этом выделение зон с различной продуктивностью затруднено тем, что расстояние между авиамаршрутами колеблется от 20 до 50 км. Более детальное авиаобследование возможно

лишь при увеличении летных часов и использовании нескольких самолетов. Таким образом, возникает необходимость использовать для этой цели космическую съемку, которая дает одновременный охват большой территории.

Для использования фотометрического метода при космических съемках необходимо провести комплекс дополнительных наземных и самолетных измерений, которые заключаются в проведении подспутниковых самолетных экспериментов, построении градуировочных кривых и т. д.

Непосредственное использование фотометрического метода для определения параметров растительного покрова из космоса затруднено влиянием атмосферы, анизотропией (неоднократностью) отражательных свойств земных объектов, а также различной высотой солнца в разных точках снимаемой территории.

Для исключения влияния атмосферы используется подспутниковое эталонирование, которое заключается в установлении связи между сигналом спутника, соответствующим яркости эталонных объектов, и коэффициентами их яркости, и распространении этой связи на всю отнятую территорию. Такой сигнал может быть преобразован в изображение, которое регистрируется на пленку, или в цифровую форму и зарегистрирован на магнитную ленту.

В первом случае связь устанавливается между оптической плотностью или прозрачностью изображения эталонных участков и их коэффициентами яркости, во втором — между цифровым значением яркости объекта — атмосфера и коэффициентом яркости объекта.

Для определения пастбищной растительности используются результаты спутниковой съемки, полученные в ясные дни с устойчивым состоянием атмосферы над рассматриваемым районом. Состояние атмосферы над обследуемым районом оценивается по результатам анализа синоптических карт.

Для работы может быть использована спутниковая информация, преобразованная в изображение и зарегистрированная на пленку, а также спутниковая информация, преобразованная в цифровую форму и зарегистрированная на магнитную ленту.

При использовании спутниковых данных, зарегистрированных на фотопленку, обработка заключается в фотометрировании, т. е. измерении оптической плотности или пропускания изображения рабочей территории (рис. 1). Перед началом фотометрирования изображение рабочей территории на спутниковом снимке разбивается на элементы (рис. 2). Для спутниковых снимков, имеющих разрешение на местности 1—3 км, размер элементов должен соответствовать на местности квадратам с размером сторон 30—50 км. Разделение на элементы производится с помощью палетки, представляющей собой сетку с ячейками, которые отражают равновеликие площади местности с учетом искажения масштаба за счет кривизны земной поверхности.

Фотометрирование проводится на микрофотометрах (МФ-2, МФ-4, ИФО-451, АМФ-51 и т. п.). Диафрагма микрофотометра

устанавливается в такое положение, чтобы в поле зрения фотометра попадала одна ячейка палетки. Фотометрируются все ячейки, охватывающие рабочую территорию. Если используется метод отношений коэффициентов яркости, фотометрированию подвергаются снимки, полученные в двух участках спектра (600—690 нм и 750—1100 нм). Если же используется метод коэффициентов яркости, то фотометрируется снимок, полученный только в красной области спектра (600—690 нм).



Рис. 1. Изображение пустыни Кызыл-кум, полученное 7 мая 1975 г.

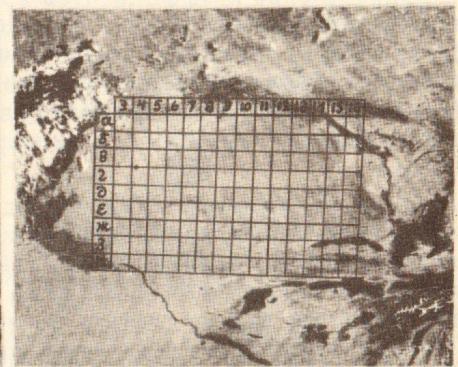


Рис. 2. Изображение пустыни Кызыл-кум с трансформирующей палеткой.

Полученные в результате фотометрирования значения прозрачности в каждой ячейке (в относительных единицах) переносятся на географическую карту масштаба 1 : 1 000 000, которая разбита на квадраты, соответствующие ячейкам палетки.

При использовании информации, преобразованной в цифровую форму и зарегистрированной на магнитную ленту, данные вводятся в ЭВМ, где делается географическая привязка. Результаты выводятся в виде карт. При вводе в машину массив данных разбивается на элементы, соответствующие на местности квадратам с размером сторон 30—50 км.

Часть квадратов принимается за эталонные, и для них на местности определяются коэффициенты яркости. Для построения надежной связи между коэффициентами яркости эталонных участков и величиной сигнала, соответствующего яркости объекта, количество квадратов должно быть не менее 20. Суммарная площадь такого количества эталонных участков, при размере 30 км × 30 км, составляет около 5% территории, рекомендованной к обследованию (500 × 700 км).

При выборе эталонных участков руководствуются следующими принципами:

Участки должны находиться по возможности ближе друг к другу. Максимальное удаление участков выбирается так, чтобы разница в высотах солнца в крайних участках не превышала 3°. С этой

точки зрения выгодны участки в полосе 100×500 км, вытянутой вдоль широты.

Коэффициенты яркости эталонных участков в рабочих областях спектра должны охватывать весь диапазон, в котором могут находиться коэффициенты яркости остальных квадратов на обследуемой территории. Возможной диапазон коэффициентов яркости на обследуемой территории устанавливается по результатам самолетных предварительных обследований.

Определение коэффициентов яркости проводится с помощью самолета при высотах солнца, больших 40° . Измерение при таких высотах солнца позволяет пренебречь зависимостью коэффициента яркости пустыни от высоты солнца. Область спектральной чувствительности самолетных фотометров должна лежать в пределах спектральных областей, в которых производится спутниковая съемка.

Опыт показывает, что в период максимального накопления растительной массы, когда обычно определяется урожай пастбищной растительности, коэффициенты яркости пустыни при отсутствии осадков меняются настолько мало во времени, что их без больших погрешностей можно считать неизмененными в течение 5—7 дней. Поэтому самолетные измерения коэффициентов яркости эталонных участков не обязательно проводить в тот же день, когда проведена космическая съемка. Это значительно облегчает процесс подспутникового эталонирования, так как в практике часто бывает трудно совместить одновременно самолетную и спутниковую съемки.

Указанное обстоятельство позволяет прокалибровать несколько спутниковых снимков по результатам одной самолетной съемки. Поскольку размеры эталонных участков велики, то коэффициенты яркости определяются не на всей их площади. Расчеты показывают, что коэффициент яркости квадрата пустыни, с достаточной для практики точностью, может быть определен по результатам измерений на площади, составляющей 6—8% площади квадрата.

Таким образом на полосе размером 100×500 км бывает достаточно проложить четыре-пять авиамаршрутов общей протяженностью 2—3 тыс. км.

С учетом ограничения в высотах Солнца такую работу с помощью самолета Ил-14 можно выполнить за два-три дня. Следует отметить, что для определения коэффициента яркости на всей площади (500×700 км) потребовалось бы затратить около 15 дней. Коэффициенты яркости эталонных квадратов определяются как среднее из результатов измерений по маршрутам, входящим в данный квадрат. После того, как определены коэффициенты яркости эталонных участков пустыни, строится график связи между значениями прозрачности изображения эталонных участков пустыни и значениями их коэффициентов яркости.

При использовании метода отношения коэффициентов яркости связь строится для двух участков спектра, расположенных в областях 600—690 нм и 750—1100 нм. Если используется метод коэф-

фициентов яркости, то связь строится только для участка спектра, расположенного в области 600—690 нм.

На рис. 3 для примера приведена связь между коэффициентами яркости эталонных участков пустыни Кызылкум в области спектра 600—690 нм и прозрачностью их изображения, полученного в области спектра 500—700 нм. На основании подобной связи определяются коэффициенты яркости остальных квадратов пустыни, не вошедших в эталонированную полосу. Для квадратов, на которых расположены объекты, не относящиеся к пастбищам (водная поверхность, горы, оазисы и т. п.), коэффициенты яркости не определяются. При использовании метода коэффициентов яркости найденные коэффициенты яркости квадратов пустыни приводят к одной освещенности.

Точность определения растительной массы зависит от точности определения коэффициента яркости почвы под растениями. Поэтому для использования спутниковой информации необходимо провести подготовительные работы по определению коэффициентов яркости почв.

Из-за глобальности охвата и малой разрешающей способности спутниковой съемки нет необходимости устанавливать коэффициенты яркости почвы на небольших участках, как это делается при наземных и самолетных измерениях. В данном случае достаточно ограничиться средними коэффициентами яркости основных почвенных массивов, находящихся на снятой территории. Для этого на основе почвенной карты в пустынных пастбищах выделяются массивы с основными типами почв, характерными для обследуемого района, и на выделенных массивах определяют спектральные коэффициенты яркости почв в рабочих участках спектра.

Опыт показывает, что спектральные коэффициенты яркости почвы на песчаных пастбищах можно определять с самолета или вертолета. В этом случае подбираются участки песчаной почвы, лишенные растительности и характерные для данного почвенного массива. Чтобы облегчить подбор участков с воздуха, а также исключить влияние атмосферы на результаты измерений, высота полета самолета должна быть 100—200 м.

Для пастбищ на сероземах и такировидных почвах чаще всего не удается подобрать достаточно протяженных участков, лишенных растительности, характерных для каждого почвенного массива. Поэтому коэффициенты яркости этих почв определяются наземными способами.

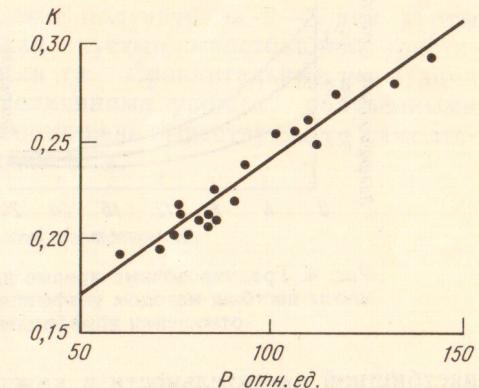


Рис. 3. График связи между прозрачностью (P) изображения участков эталонированной полосы с их коэффициентами яркости (K)

Вертолеты и самолеты используются также для нахождения границ почвенных массивов на местности. Самолетные и наземные измерения проводятся при высотах солнца, больших 30° .

По значениям коэффициентов яркости квадратов пустыни по градуировочным кривым (рис. 4 а) определяют урожай пустынно-

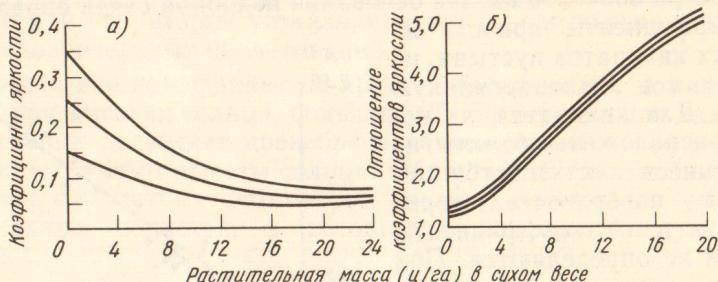


Рис. 4. Градуировочные кривые для определения растительной массы пастбищ методом коэффициентов яркости (а) и методом отношения коэффициентов яркости (б)

пастбищной растительности в каждом квадрате. При определении растительной массы на квадратах используется та градуировочная кривая, которая соответствует коэффициенту яркости почвы на данном квадрате. Коэффициент яркости почвы на данном квадрате определяется по местоположению изображения квадрата на почвенной карте.

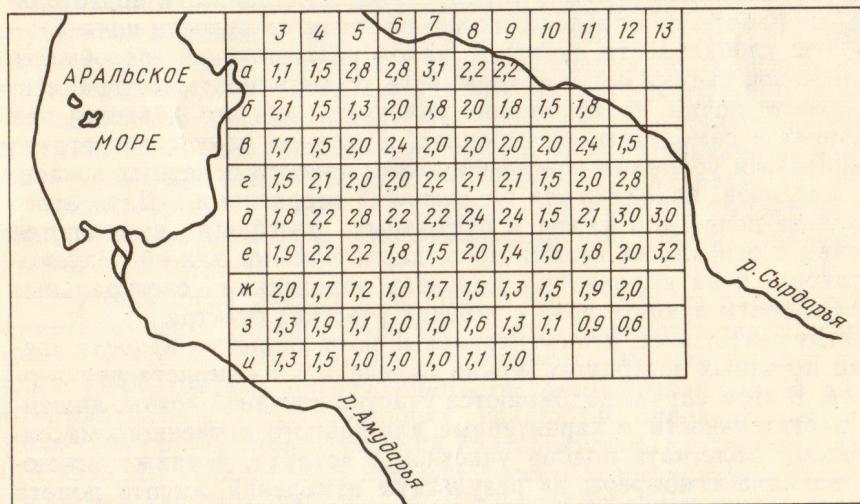


Рис. 5. Карта распределения урожая по пустыне Кызылкум 7 мая 1975 г.

При использовании метода отношения коэффициентов яркости для каждого квадрата сначала определяют коэффициенты яркости в двух участках спектра, а затем находят их отношения. Величину

растительной массы определяют по соответствующей градуировочной кривой, построенной для отношения коэффициентов яркости (рис. 4 б).

Полученные величины урожая растительной массы заносят в соответствующие квадраты на почвенно-растительной карте масштаба 1 : 1 000 000 (рис. 5).

Разработанный метод позволяет получить за 2—3 дня карты детального распределения урожая пустынно-пастбищной растительности на площади 30—50 млн га. Сравнительные испытания показали, что разница между величинами урожая, полученными по разработанной методике и с помощью существующего самолетного метода, не выходит за пределы 10%.

Ефимов

Сборник научно-исследовательских работ по проблемам ядерной физики и ядерных технологий, издан в Академии наук СССР в 1980 г. в 10 томах. Том 10 включает в себя статьи по темам: физика ядерных взрывов (42 статьи), ядерные технологии (22 статьи). Том 10 включает в себя также 1000 страницы рефератов по темам: ядерные технологии (100 рефератов).

Подписано к печати 11/III-1980 г. Т-03277 Индекс М-М-129 Тираж 2000
Зак. 1737 Бесплатно

Фабрика офсетной печати ВНИИГМИ-МЦД
г. Обнинск

Бесплатно