The background features a dark blue gradient with a series of curved, glowing lines that create a sense of depth and movement. On the right side, there is a grid-like pattern of light blue lines that recedes into the distance, suggesting a digital or data environment.

Применение данных дистанционного зондирования

Широкое применение данных космической съемки, которое началось с запуск спутника Landsat1 в 1972 году, открыло новые перспективы для мониторинга состояния природных ресурсов и их использования. В результате развития методов дистанционного зондирования существенно упростился процесс картографирования земельных и водных ресурсов, почв, лесов, сельскохозяйственных посевов и городской инфраструктуры, оценки урожая и многое другое. Космические снимки используют для эффективного принятия решений с помощью географических информационных систем. При этом для дешифрирования объектов применяют как визуальные, так и численные методы анализа снимков.

Технологию применения данных ДЗ ,ниже приводятся примеры их использования в различных областях:

- Землепользование и картографирование земельных ресурсов.
- Исследования роста городов.
- Сельское хозяйство.
- Картографирование грунтовых вод.
- Борьба с наводнениями.
- Гидроморфологические исследования.
- Картографирование пустующих земель.
- Региональное планирование.
- Борьба с природными катастрофами.

Землепользование и картографирование земельных ресурсов

Земля является важнейшим природным ресурсом, составляющим основу экономического развития общества. Успех любого планирования в этой области зависит от наличия подробной и точной информации как о самих земельных ресурсах, так и об их использовании. Работы по составлению соответствующих карт должны вестись систематически и быть хорошо структурированы, для чего необходимо, прежде всего, определить классы земельных ресурсов. Это можно сделать с помощью классификатора Геологической службы США (USGS), классификатора Cowardin Wetland или собственного классификатора. В качестве примера рассмотрим исследование земельных ресурсов и их использования, которое проводилось для части индийского округа Харидвар площадью около 260 км² в границах между 78°07'13" и 78°16'44" в.д. и 30° и 30° в 08' 53" с.ш. Данная область характеризуется различными видами растительности, в том числе лесной, наличием водоемов и территорий застройки, а также песчаными почвами. Для дешифрирования использовали снимки IRS-1CLISS-III (ил. 7.1) и PAN (ил. 7.2), полученные 3 апреля 2000 года. Общая схема анализа данных показана на рис. По результатам полевых исследований было выделено 11 классов: 1) редкий лес, 2) умеренный лес, 3) густой лес, 4) залежная земля, 5) кустарник, 6) пустующая земля, 7) мелкие водоемы, 8) влажный песчаник, 9) сухой песчаник, 10) область застройки, 11) глубокие водоемы.

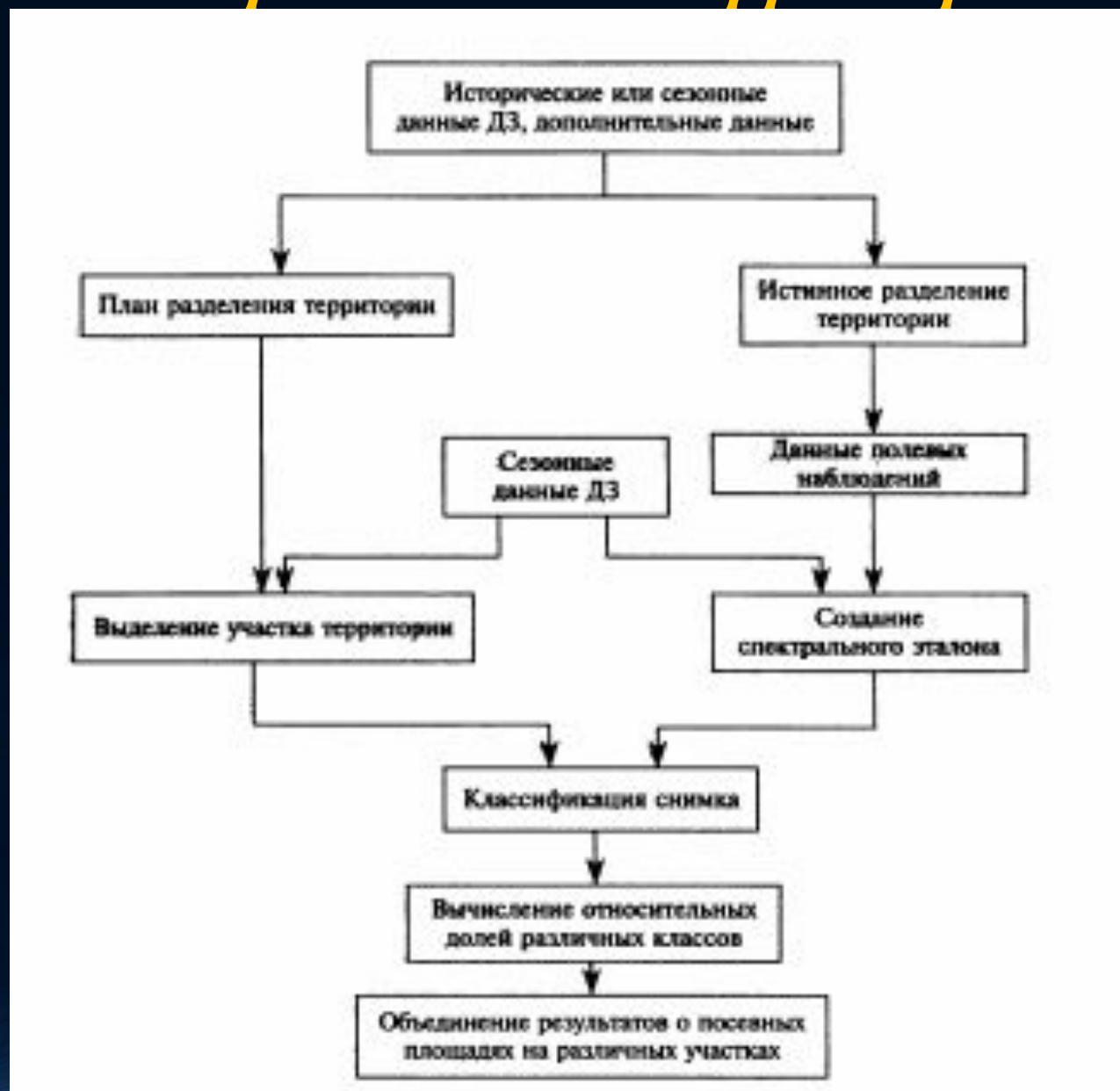
Общая схема анализа данных дистанционного зондирования



Сельское хозяйство

Типичные сельскохозяйственные культуры отличаются сильным поглощением в видимой части спектра (от 0,4 до 0,7 мкм), высокой отражательной способностью в ближнем инфракрасном диапазоне и характерными окнами поглощения на длинах волн 1,45, 1,95 и 2,6 мкм. Спектральные характеристики листового полога зависят от его структуры и других факторов — например, от листовой поверхности, плотности посевов, стадии роста, климатических условий и т.п. Важны также тип почвы и ее влажность. Различные виды растительности отличаются строением, вегетационным периодом и другими характеристиками, которые по-разному проявляются на космических снимках. Некоторые из этих характеристик используются для оценки посевных площадей, прогноза урожая и определения состояния растительности. В частности, хорошим индикатором зрелости сельскохозяйственных культур является отношение спектральных яркостей в ближнем инфракрасном и красном диапазонах.

Процедура оценки посевных площадей с использованием метода разделения территории



Прогноз урожая

Урожай зависит от множества факторов, таких как генотип сельскохозяйственной культуры, свойства почвы, условия полива, используемые удобрения, погодные условия, воздействие сельскохозяйственных вредителей и т.д. Влияние всех этих факторов на сельскохозяйственную культуру проявляется в ее спектральных характеристиках. С точки зрения прогноза урожая все данные дистанционного зондирования можно разделить на две группы :1)данные или рассчитанные по ним характеристики, которые не посредственно связаны с урожаем,2) косвенные данные, по которым оцениваются биометрические параметры, используемые для расчета урожая. Динамику развития растительного полога можно оценить по одному из спектральных индексов (отношение БИК/ красный , «зеленый цвет», NDVI). Типичный вид профиля изменения показателя «зеленый цвет» во времени показан на рис. Интересно, что такое поведение временного профиля будет наблюдаться и для любого другого спектрального индекса, полученного по результатам измерений в красном и ближнем инфракрасном диапазонах.

Здесь $G(\sim)$ — значение спектрального индекса через/дней после окончания посева,

G_0 — интенсивность «зеленого цвета» почвы,

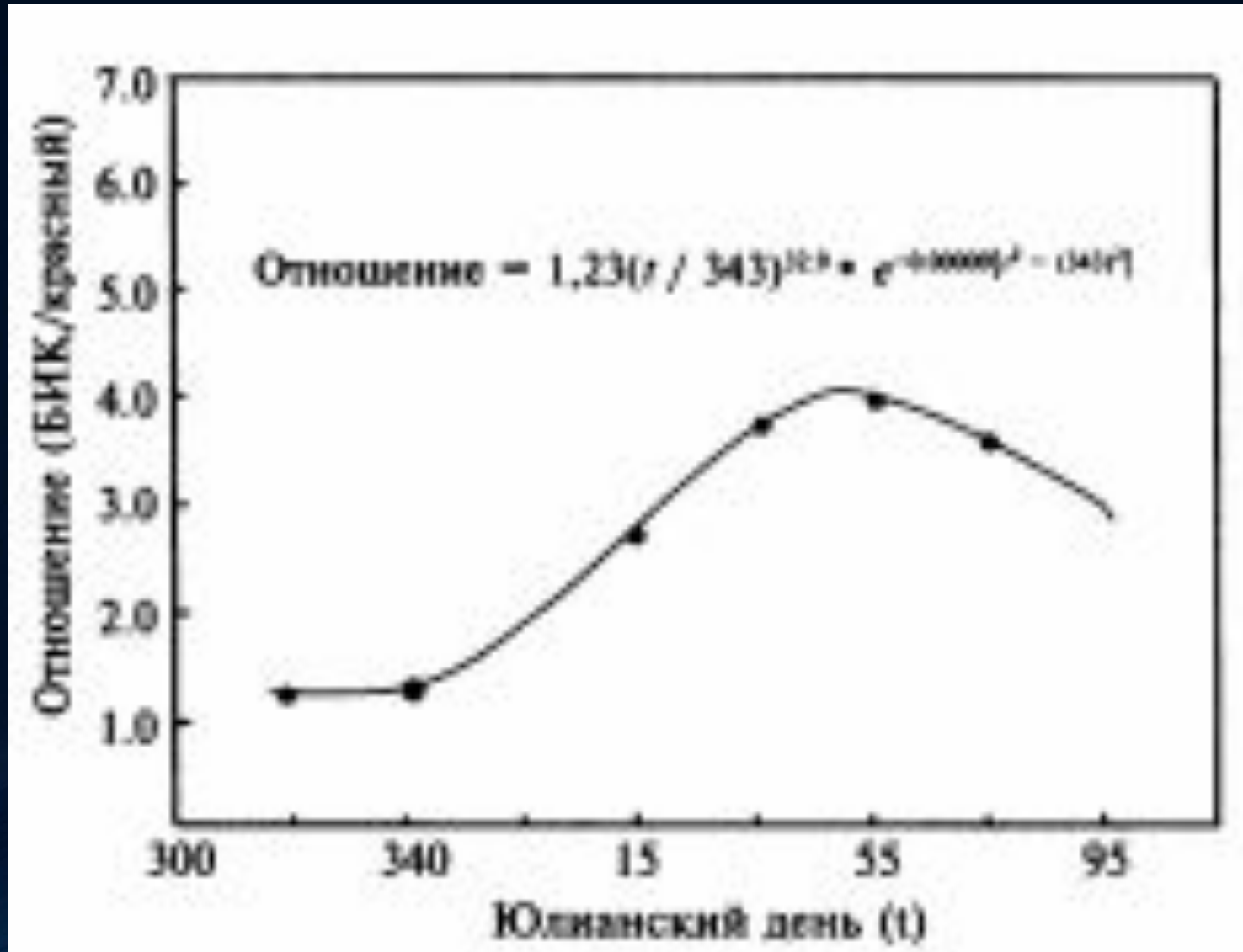
t_0 — дата проявления спектральных характеристик растительности,

α и β — коэффициенты вызревания и увядания растительности, которые могут зависеть от ряда факторов, влияющих на конечный урожай.

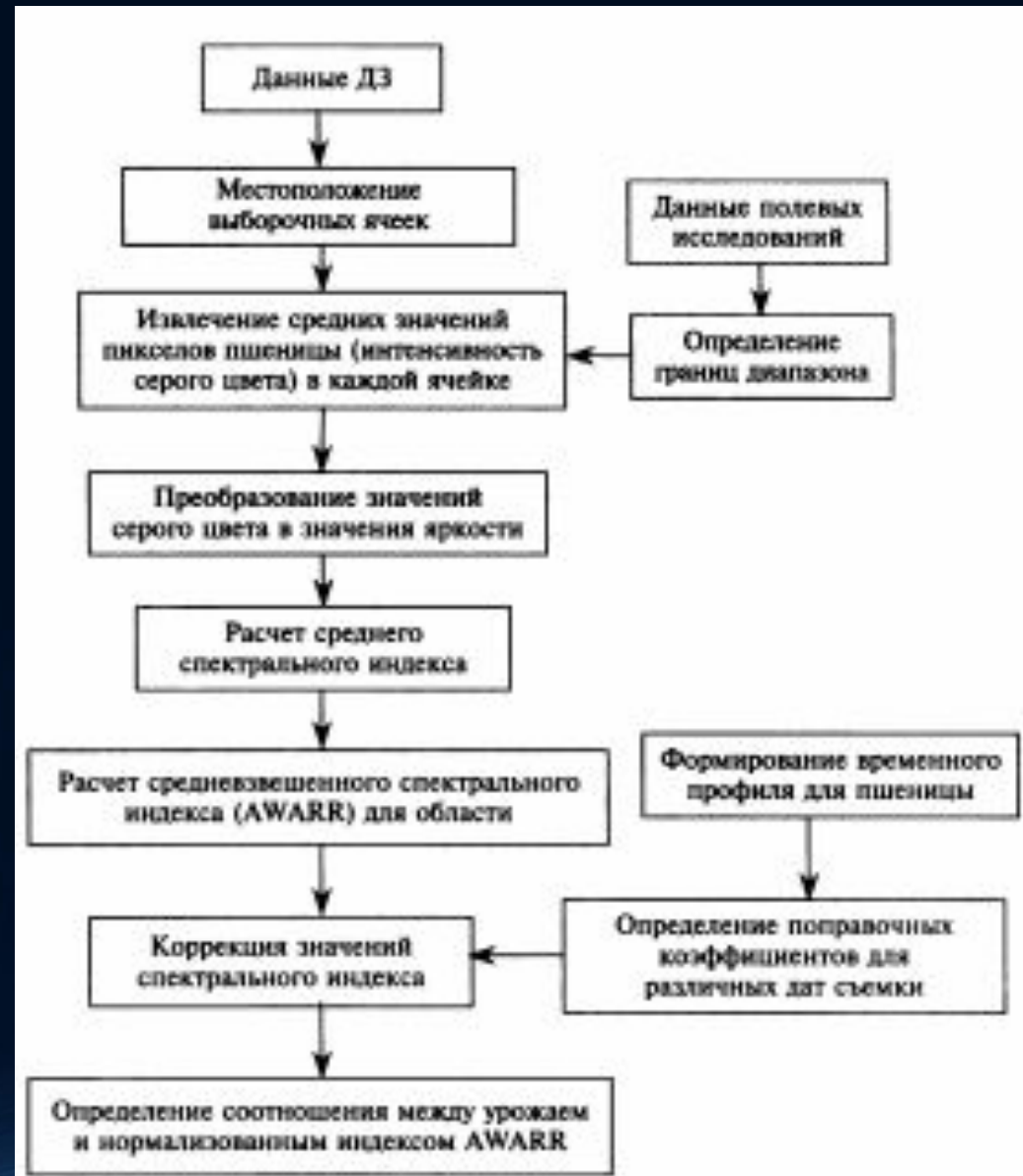
$$G_{(t)} = G(t / t_0)^\alpha \exp \beta(t_0^2 - t^2) \quad \text{при } t > t_0;$$

$$G_{(t)} = G_0 \quad \text{при } t \leq t_0.$$

Типичный временной профиль пшеницы (Source: Kauth and Thomas)



Этапы обработки и анализа данных ДЗ для прогноза урожая



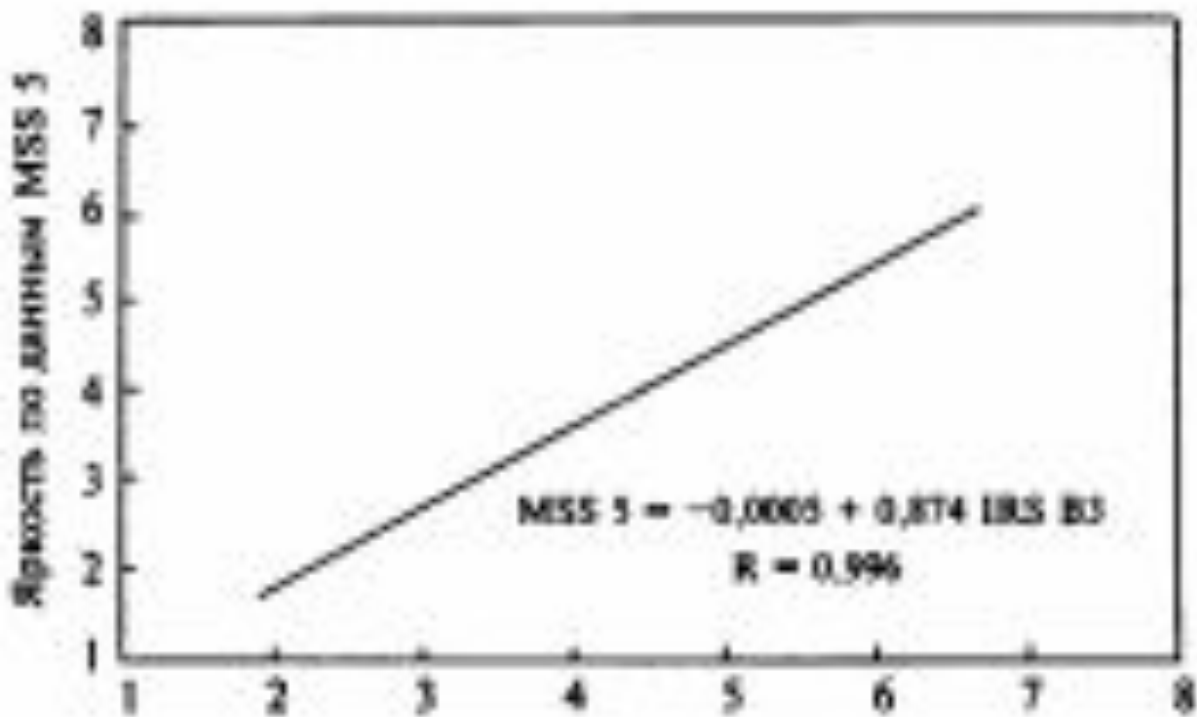
Использование отдельных измерений.

Этапы обработки и анализа данных при этом подходе показаны на рис. При создании математической модели для оценки урожая не обходимо внести ряд поправок, среди которых наиболее важными являются: 1) поправки на разные даты сбора информации (рассчитываются с помощью временного профиля) и 2) поправочные коэффициенты для спектральной яркости в зависимости от используемого сенсора. Регрессионная зависимость между урожаем и спектральными характеристиками определяется на основе и сторических данных.

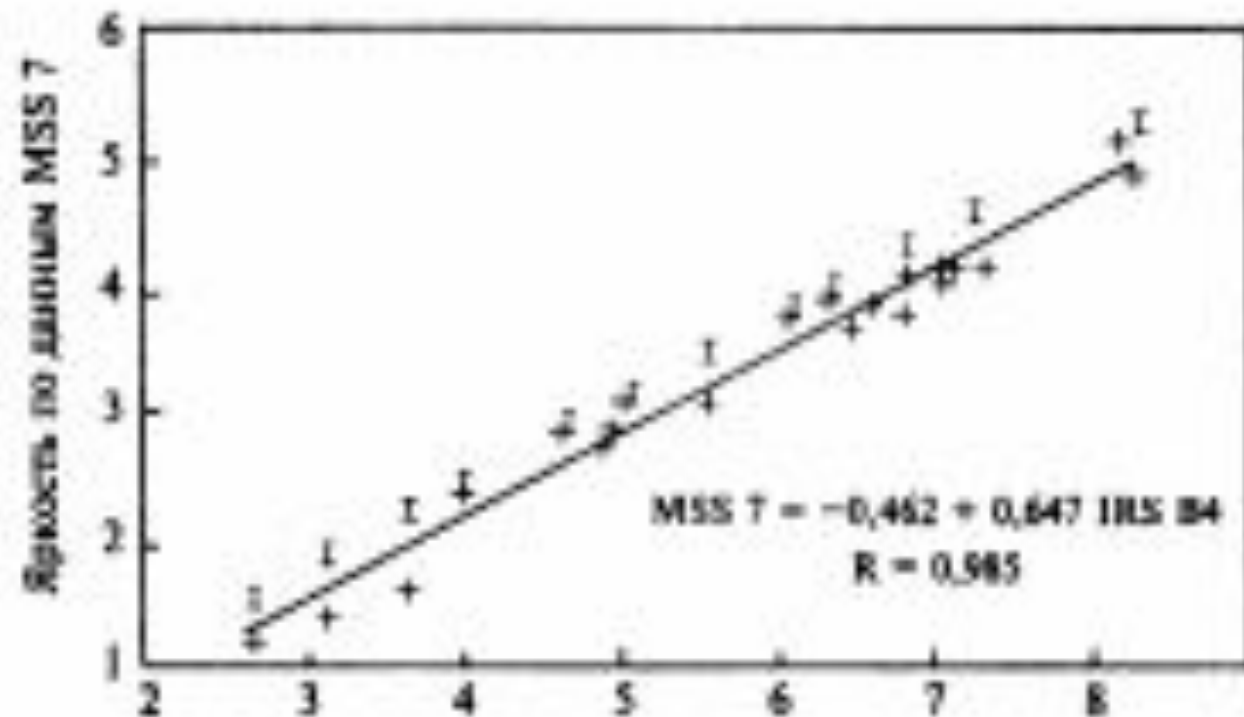
Использование временного профиля.

Хотя этот подход позволяет получить полную информацию о развитии растительного полога, его иногда сложно использовать из-за технических ограничений. Так, периоды повторяемости съемки со спутников Landsat и IRS, которые составляют, соответственно 16 и 22 дня, не обеспечивают временного разрешения, необходимого для построения профиля интенсивности, а пространственное разрешение данных, полученных с помощью систем NOAA-AVHRR, является слишком грубым, чтобы различить различные типы растительности.

Спектральная яркость различных объектов на земной поверхности



Яркость по данным IRS, канал 3 (B3)



Яркость по данным IRS 5, канал 3 (B3)

Оценка состояния сельскохозяйственных культур

Состояние растительности зависит от множества различных факторов, включая орошение, использование минеральных удобрений, воздействие сельскохозяйственных вредителей и погодные условия. Все эти факторы приводят к физиологическим изменениям, которые проявляются в оптических свойствах листвы и геометрии листового полога. Таким образом, процесс определения состояния сельскохозяйственных культур состоит из ряда последовательных этапов: 1) определение неблагоприятных факторов, 2) разделение культур, которые водно и то же время находятся в нормальных и неблагоприятных условиях, 3) вычисление количественных характеристик распространенности и степени выраженности неблагоприятного фактора, 4) оценка снижения продуктивности. Как правило, для оценки состояния растительности используют данные многозональной спутниковой съемки. При этом исследуемую область разделяют на ячейки нужного размера и проводят независимый анализ данных в каждой ячейке. В качестве примера на рис. Приведены этапы определения состояния хлопчатника по результатам расчета вегетационного индекса во всех ячейках выборки. Заметим, что в качестве вегетационного индекса здесь можно использовать признак «зеленый цвет» в системе координат преобразования «колпакской точкой», отношение интенсивностей в ближнем инфракрасном и красном диапазонах спектра или нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI). Значение показателя «зеленый цвет» определяется следующей формулой:

$$\text{«Зеленый цвет»} = -0,172B_1 - 0,1219B_2 - 0,4341B_3 + 0,8861B_4$$

где B_1, B_2, B_3 и B_4 — числовые значения, полученные по четырем каналам съемочной системы IRS LISS-II

Определение состояния сельскохозяйственных культур по данным ДЗ

