



БЕЛОРУССКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Использование данных дистанционного зондирования теплового инфракрасного диапазона для изучения почвенного покрова

Давидович Юрий Сергеевич

Факультет географии и геоинформатики БГУ, Минск, Республика Беларусь

НИИ ПФП им. А.Н. Севченко БГУ, Минск, Республика Беларусь

В настоящее время существует большое разнообразие съемочных систем, позволяющих получать аэрокосмические снимки в различных диапазонах электромагнитного спектра. Наиболее широкое применение в географических исследованиях получили космические снимки видимого диапазона, обладающие высокими изобразительными и информационными свойствами. Данные систем дистанционного зондирования, оснащённые приборами, регистрирующими сигнал в тепловом и радиодиапазоне длин волн, в настоящий момент все чаще применяются в географических исследованиях.

Цель данной работы заключалась в изучении возможности использования тепловых инфракрасных снимков для дешифрирования почвенного покрова.

Объектом выполненных исследований послужил почвенный покров Белорусского Полесья, сформированный на различных почвообразующих породах.

Предмет исследования – снимки инфракрасного теплового диапазона и возможности их использования при изучении почв.

Исследования выполнены с использованием инфракрасных тепловых космических снимков с пространственным разрешением 100 м, полученных съемочной системой Landsat 8. Для верификации результатов дешифрирования почв на тепловых снимках использовались почвенные карты, а также мультиспектральные и панхроматические снимки систем Landsat 8 (15 и 30 м), PlanetScope (4 м) и БКА (2,1 м). При дешифрировании космических снимков применялись визуальный и автоматизированный методы, а также метод ключевых участков.

Компьютерная обработка космических снимков проводилась с использованием программных продуктов ENVI 5.6 и ArcGIS 10.8. Используемые материалы дистанционных съемок прошли радиометрическую и атмосферную коррекцию.

При обработке тепловых снимков был применен коэффициент масштабирования для получения значений термодинамической температуры в Кельвинах. Далее был произведен перевод значений термодинамической температуры из Кельвинов в Цельсии. Данные преобразования были произведены с помощью инструмента Band Math программного продукта ENVI 5.6.

Исследования теплового поля мелиорированных торфяно-болотных почв проводились в пределах глубокой долинообразной депрессии, на территории Брагинского района Гомельской области. Территория преимущественно распахана, рельеф в целом выровненный, по всей территории распространены микроповышения, различные по площади и конфигурации, формирующие пятнистый рисунок изображения. Наглядное представление о пестроте почвенного покрова и его генерализации дают сканерные панхроматические космические снимки с пространственным разрешением 2,1 м, полученные с БКА и космический снимок с пространственным разрешением 30 метров.



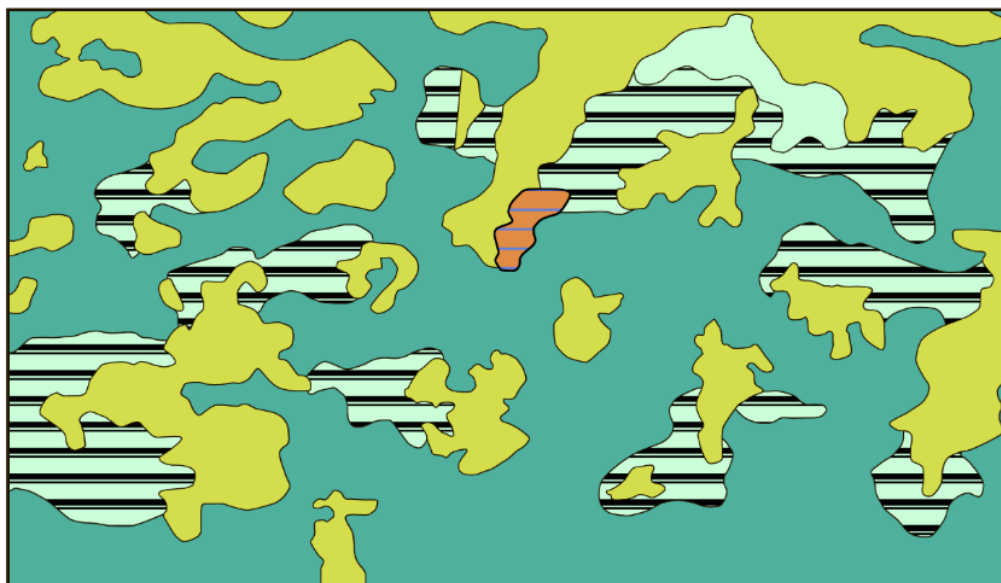
а








б

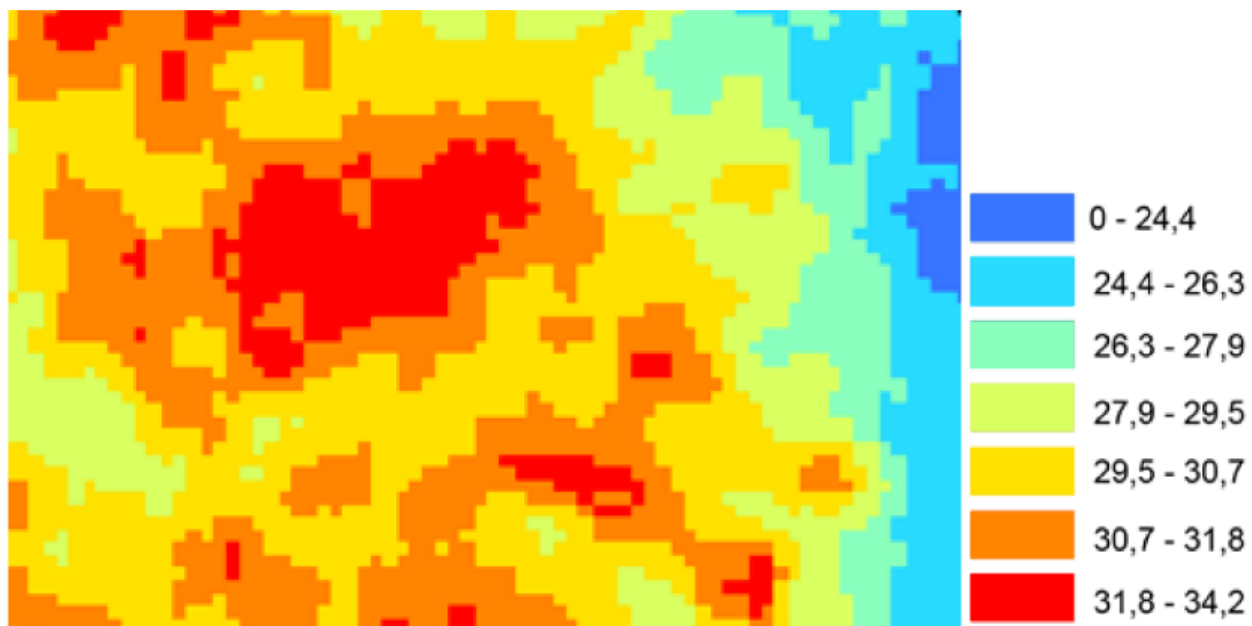
Изображение мелиорированной территории на космическом снимке с пространственным разрешением 2,1 м (а) и 30 м (б)

Для изучения взаимосвязи пространственного распределения теплового поля исследуемой территории и свойствами почв был заложен ключевой участок «Мелиорация» площадью 135,4 га, а также был заложен ключевой участок, на территорию которого была составлена почвенная карта масштаба 1 : 10 000 на основе аэрофотоснимка.



-  дерново-глееватые связнопесчаные почвы
-  торфянисто-глеевые почвы низинного типа (мощность 0,2-0,3 м)
-  торфяно-глеевые почвы низинного типа (мощность 0,3-0,5 м)
-  торфяно-минеральные почвы (ОВ 30,0-20,1%)
-  остаточные торфяные минеральные почвы (ОВ 20,0-10,1%)

Анализ изображений космических снимков, полученных в видимом и тепловом диапазоне электромагнитного спектра, а также почвенных карт показал, что существует взаимосвязь между тоном изображения почв на панхроматических снимках и формированием теплового поля на тепловых снимках. Однако, невысокие изобразительные свойства теплового снимка данного пространственного разрешения потребовало проведения преобразования его изображения с использованием ресамплинга, кластеризации и квантования. Кластеризация и квантование изображения теплового снимка было выполнено для повышения дешифрируемости изучаемых объектов. Все пиксели по их яркости изображения опытным путем на основе анализа панхроматического космического снимка очень высокого разрешения (2,1 м) и почвенной карты в автоматизированном режиме были дифференцированы в 7 кластеров. Путем квантования каждая ступень кластера была окрашена в определенный цвет.



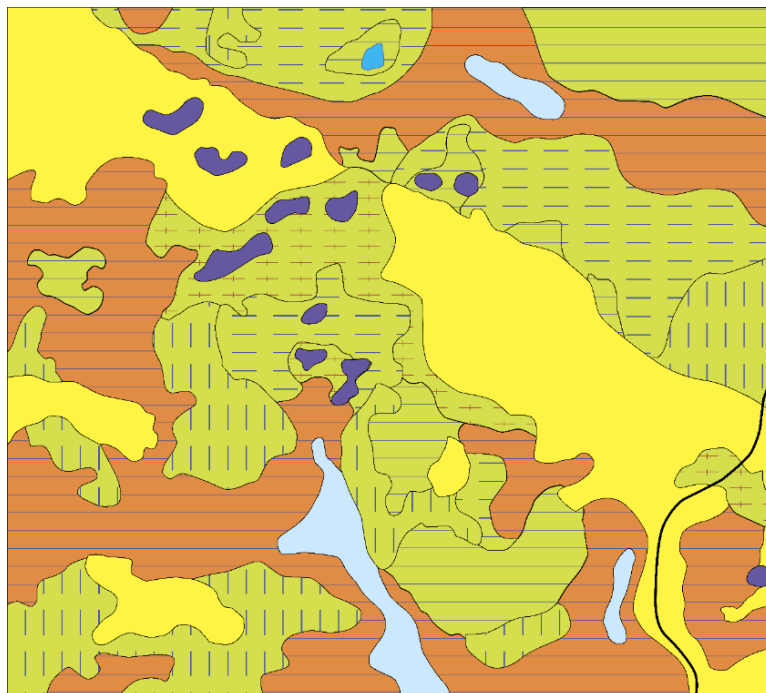
Квантованное изображение теплового снимка ключевого участка «Мелиорация» (в °С)

На квантованном изображении красным цветом четко выделяются дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные связнопесчаные почвы, занимающие повышенные участки минеральных островов, температура которых колеблется в пределах от 31,7 °С до 34,1 °С. На плоских выровненных повышениях распространены дерново-глееватые связнопесчаные и минеральные остаточно-торфяные почвы с содержанием органического вещества (ОВ) 10–5,1 %, изображенные красно-коричневым цветом (30,6–31,7 °С). Фоновой почвой для дерново-глееватых и минеральных остаточно-торфяных почв являются остаточно торфяные с содержанием ОВ 20,0–10,1 %, изображенные желтым цветом (29,5–30,7 °С). Дегроторфоземы торфяно-минеральные (ОВ 30,0–20,1 %) и торфянисто-глеевые почвы изображены салатным цветом. Общая закономерность формирования теплового поля исследуемой территории заключается в снижении интенсивности теплового излучения по мере увеличения степени увлажненности почв и мощности торфяного горизонта, от 29,5–30,7 °С у временно избыточно увлажненных до 24,4–26,2 °С у торфяно-глеевых (0,5–1,0 м).

Анализ изображений тепловых космических снимков, полученных 17.09.2020 г., ключевых участков распаханых автоморфных почв различного гранулометрического состава показал, что интенсивность теплового излучения связнопесчаной почвы на два градуса ниже, чем у связносупесчаной. Разносезонные тепловые космические снимки показывают, что интенсивность теплового излучения распаханной автоморфной связносупесчаной почвы в апреле месяце (03.04.2020 г.) на одиннадцать градусов ниже, чем в сентябре (17.09.2020 г.). Хотя сезонная динамика теплового поля изменчива, так как зависит от интенсивности солнечной радиации.

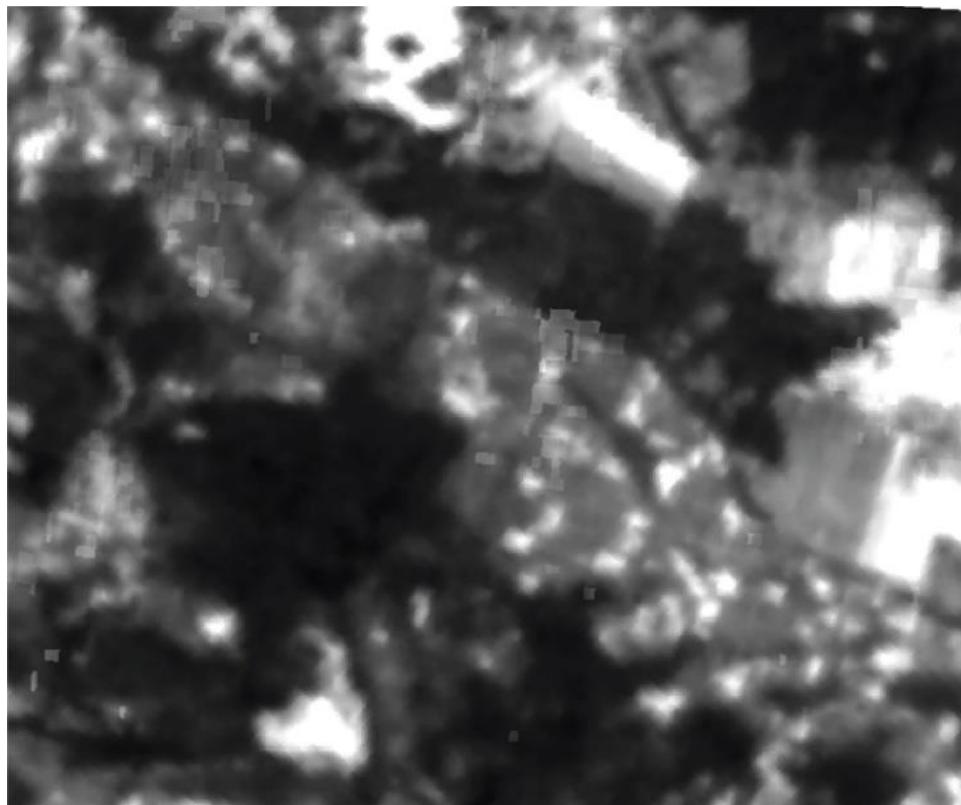
Ключевой участок «Новоселки» площадью 10 541,8 га заложен в Петриковском районе Гомельской области и характеризует почвы, занятые преимущественно лесной растительностью. Рельеф пологоволнистый, встречаются плоские грядообразные повышения, замкнутые и ложбинообразные понижения. Почвообразующей породой являются флювиогляциальные пески. Из лесной растительности преобладают сосна и береза, далее соответственно черная ольха и осина, из кустарников ива.

На тепловых снимках индикатором растительности является интенсивность её теплового излучения. Совместное использование теплового снимка с инфракрасным и синтезированным, а также почвенной картой, позволило более детально проанализировать пространственное распределение теплового поля исследуемой территории. Тепловое поле лесной и луговой растительности характеризуется выраженной пространственной изменчивостью, обусловленной её видовым составом и проективным покрытием. На тепловом снимке растительность отображена различной плотностью тона изображения, как сочетание участков с различной интенсивностью теплового излучения. На квантованном снимке выразительно синим цветом изображаются березовые насаждения, произрастающие на дерново-подзолисто-глееватых и глеевых почвах, а также черноольховые – на дерново-глееватых, с самой низкой интенсивностью теплового излучения (9,5–16,5 °С). Это объясняется тем, что в период активной вегетации лиственные древесные породы как максимально накапливают, так и испаряют влагу, тем самым понижая свою температуру. Более высокая интенсивность теплового излучения (16,5–20,5 °С) у сосняков-долгомошников на дерново-подзолисто-иллювиально-гумусовом горизонте и глеевых почвах, изображающиеся светло-синим цветом. Следует отметить, что такая же интенсивность теплового поля и у дерново-глееватых связнопесчаных почвах занятых луговой растительностью.

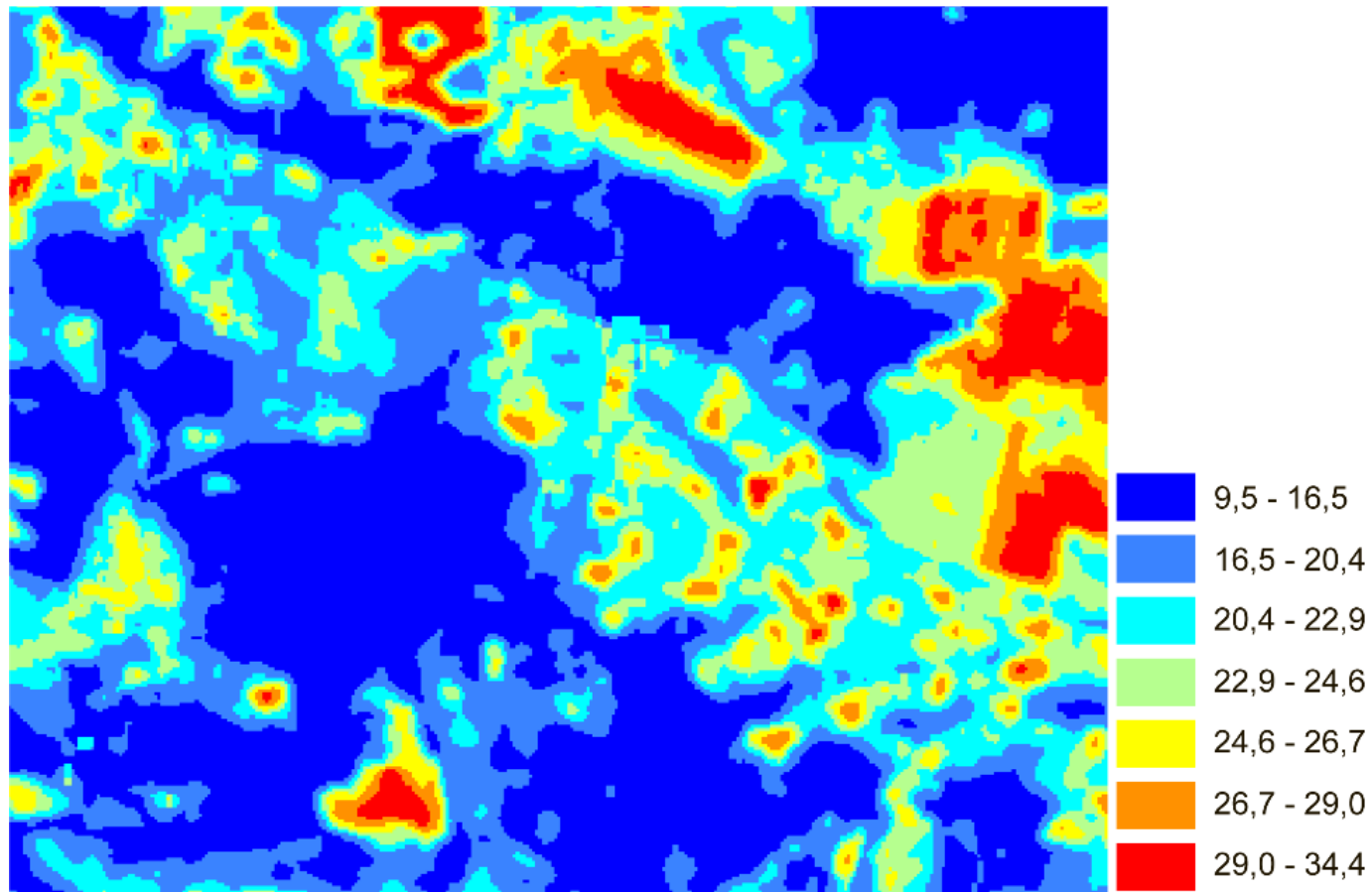


- дерново-подзолистые связнопесчаные почвы, развивающиеся на мощных рыхлых песках
- дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные связнопесчаные почвы, сменяемые с глубины 0,4-0,5 м рыхлым песком
- дерново-подзолистые глееватые связнопесчаные почвы, сменяемые с глубины 0,4-0,5 м рыхлым песком
- дерново-подзолистые глееватые с иллювиально-гумусным горизонтом связнопесчаные почвы, сменяемые с глубины 0,5-0,6 м рыхлым песком
- дерново-подзолистые глеевые связнопесчаные почвы, сменяемые с глубины 0,4-0,5 м рыхлым песком
- дерново-глееватые связнопесчаные почвы, сменяемые с глубины 0,4-0,5 м рыхлым песком
- торфяно-глеевые (0,3-0,5 м) почвы переходного типа, подстилаемые песком
- торфянисто-глеевые почвы низинного типа, развивающиеся на древесно-осоковых торфах, подстилаемые песком

Почвенная карта ключевого участка «Новоселки» (масштаб 1 : 100 000)



Тепловой снимок ключевого участка «Новоселки»



Квантованное изображение теплового снимка ключевого участка «Новоселки» (в °С)

С юго-востока на северо-запад по территории ключевого участка простирается плоское грядобразное повышение, покрытое сосняками-лишайниковыми, реже мшистыми на дерново-подзолистых связнопесчаных оглеенных внизу почвах, контур которого отчетливо дешифрируется среди теплового поля участка с температурой от 20,5 до 22,9 °С. Характерной особенностью изображения данных почв является пятнистый рисунок изображения, который формируют вырубки лесной растительности. Интенсивность теплового излучения вырубок зависит от степени покрытия травянистым покровом. На квантованном снимке контрастно выделяются участки не покрытые растительностью с температурой в пределах 26,7–34,3 °С и покрытых – 22,9–26,7 °С. Отдельными контурами встречаются сосняки вересковые, произрастающие на дерново-подзолистых временно избыточно увлажненных связнопесчаных почвах с теми же показателями интенсивности теплового излучения, что и у оглеенных внизу.

1. Результаты исследований возможности использования тепловых космических снимков съемочной системы Landsat 8 с пространственным разрешением 100 м для изучения почв территорий, сформированных различными почвообразующими породами показали, что данные материалы после предварительной обработки, направленной на повышение изобразительных свойств снимков, могут использоваться для среднемасштабного дешифрирования почв и растительности. Для крупномасштабного дешифрирования необходимы снимки высокого и сверхвысокого пространственного разрешения.
2. В результате анализа изобразительных и информационных свойств разносезонных тепловых космических снимков установлено, что для изучения почв пахотных земель наиболее информативными являются снимки ранневесенних сроков съемки, лесных земель – весенне-летних во время формирования полного листа у березы или дуба, полученные в спектральном диапазоне 10–12 мкм, при безоблачной погоде с максимально высоким пространственным разрешением.
3. Полученные результаты показывают, что интенсивность теплового излучения почв пахотных земель снижается с увеличением степени увлажненности почв и содержанием в них ОВ. Формирование теплового поля лесных земель зависит от разнообразия видового состава лесной растительности и его проективного покрытия. Наиболее высокая интенсивность теплового излучения у сосняков-лишайников и мшистых на дерново-подзолистых оглеенных внизу почвах (20,5–22,9 °С), наиболее низкие – у черноольховых на дерново-глеевых почвах (9,5–16,5 °С).



БЕЛОРУССКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Использование данных дистанционного зондирования теплового инфракрасного диапазона для изучения почвенного покрова

Давидович Юрий Сергеевич

Факультет географии и геоинформатики БГУ, Минск, Республика Беларусь

НИИ ПФП им. А.Н. Севченко БГУ, Минск, Республика Беларусь