

## Лекция № 11

**Тема:** Дистанционные методы в изучении почвенного покрова

**Цель:** проанализировать дистанционные методы в изучении почвенного покрова.

1. Картографирование почв
2. Изучение свойств почв на основе ДДЗ

Дистанционное изучение почв, растительности, водных объектов может быть осуществлено путем измерения отраженной или излученной солнечной радиации. Спектры отражения зависят от химических и минералогических свойств отражающих поверхностей почв и от внешних (по отношению к объекту) метеорологических условий. Например, механический состав почвы видоизменяет соотношение между количеством и величиной отраженной радиации, в то время как спектральные характеристики гумуса различаются и по климатическим зонам.

С другой стороны, применение лидарных методов исследования избавляет от необходимости учитывать эти параметры, поскольку лазерное излучение на частоте определенного перехода в атоме или молекуле претерпевает поглощение с последующим излучением на более низкой частоте и не зависит от внешних условий.

*Цель дистанционных методов изучения почвы* заключается в использовании данных о распределении и количестве разных видов радиации для получения информации о ее физических и химических свойствах (111).

Принципы и методы дешифрирования почв первоначально были разработаны применительно к использованию аэроснимков для *почвенного картографирования* в крупных и средних масштабах [5, 65]. Появление космических снимков позволило использовать их при составлении и корректировке средне-, мелкомасштабных и обзорных почвенных карт.

### **Картографирование почв**

Дешифрирование аэроснимков в процессе картографирования почв включает *генетическое и контурное дешифрирование*. Генетическое дешифрирование позволяет установить почвенное содержание контура, его необходимо проводить в полевых условиях. Контурное дешифрирование обеспечивает точное проведение границ между различными почвами.

Для дешифрирования почв можно использовать прямые дешифровочные признаки (тон, цвет, размер и форма контуров, рисунок изображения поверхности, а при многозональных снимках — спектральный образ объекта), но всегда необходимо учитывать, что почва как целостный природный объект не изображается непосредственно на снимках. Только в случае распашки и отсутствия посевов на снимках видна ее поверхность и проявляются отдельные ее свойства (гумусированность, влажность, карбонатность, засоленность, механический состав верхнего слоя и др.). Однако одной поверхности почв недостаточно, чтобы определить

отдельные разности почв. Поэтому в почвенном дешифрировании очень важную роль играют косвенные признаки: формы рельефа, растительность, геологическое строение местности и результаты хозяйственной деятельности человека, компоненты ландшафта. Для дешифрирования почв залесенных территорий, аллювиальных, луговых, болотных почв наибольший эффект дает применение спектрональных снимков.

### **Прямое дешифрирование**

Тон и цвет фотоизображения почвы зависят от содержания гумуса; характера увлажнения почвы; содержания в почве легкорастворимых солей, карбонатов, гипса; гранулометрического состава почвы.

Структура фотоизображения почвы возникает чаще всего по причине неоднородности почвенного покрова в пределах контура и определяется:

— микрокомбинациями (комплексы и пятнистости), формирующими почвенный покров, которые образуют на аэроизображении мелкую пятнистость;

— мезокомбинациями (сочетания и вариации), которые дают на изображении крупную пятнистость и полосчатость;

— припахиванием подзолистого горизонта, в результате чего появляется мелкая прерывистая полосчатость;

— эрозией почвы, которая изображается линиями неправильной формы.

Использование земельного массива определяет его форму и размер.

Природные контуры почти никогда не бывают правильными, прямоугольными, их размер и форма зависят от особенностей рельефа территории — чем крупнее элементы рельефа тем более крупные контуры.

Контуры сельскохозяйственных угодий имеют ровные, правильные границы, и они не являются границами почвенных контуров, а определяются структурой посевов.

### **Косвенное дешифрирование**

Важным косвенным признаком почвенного дешифрирования является рельеф, от его характера зависит тип увлажнения, степень смытости и другие генетические признаки почв.

Дешифрирование растительности также дает большой материал для почвенного картографирования. Ельники, осиновые насаждения приурочены чаще всего к почвам тяжелого и среднего гранулометрического состава. Сосновые леса произрастают на почвах легкого гранулометрического состава. Низинные болотные почвы покрыты более темноокрашенной растительностью, контуры верховых болот из-за светлоокрашенной поверхности мхов имеют на снимках светлые пятна.

Для установления почвенных контуров территорий, покрытых кустарниками и культурной растительностью, необходимы полевые исследования, так как в камеральных условиях они выявляются плохо.

Так, например, почвы таежно-лесной зоны дешифрируются, но косвенным дешифрировочными признакам (рельеф и растительность).

Распаханные дерново-подзолистые почвы на фотоснимках имеют наиболее светлый тон по сравнению с другими почвами. Гранулометрический состав этих почв коррелирует с рельефом и изображается разными тонами: песчаные и супесчаные подзолистые почвы являются наиболее светлыми; средне- и темно-суглинистые выглядят более темными.

Подзолистые и дерново-подзолистые почвы под лесами на фотоснимках различаются плохо. Подзолистые и дерново-подзолистые глеевые почвы характеризуются зернистой структурой темного цвета, располагаются чаще всего в понижениях и не распахиваются.

Почвы низинных и переходных болот имеют неоднородный тон, который создается окнами воды, кочками, различной болотной растительностью, и крупнопятнистый рисунок, обусловленный порослями леса и кустарниками по краям болот. Почвы верховых болот дешифрируются по светлому тону изображения и мелкозернистой структуре.

Почвы речных долин имеют различный тон в зависимости от увлажнения и приурочены к долинам рек.

Известно, что наибольший эффект дает применение аэроснимков при картографировании почв в районах с неоднородным почвенным покровом, где пестрота связана с наличием мезо- и микрорельефа. При работе со снимками в разных природных зонах нашей страны число выделяемых на почвенных картах контуров почв и структур почвенного покрова на единицу площади возрастает в 1,5 — 5 раз по сравнению с картами, составленными без них, а информативность карт становится богаче благодаря отображению элементарных почвенных структур.

Большой информативностью обладают космические снимки. При разрешении космических снимков на местности 20 — 25 м во всех природных зонах должно теоретически изобразиться более 80% пойменных и овражно-балочных почв. Однако из-за незначительных контрастов в южно-таежной зоне изображается меньший процент почв долин, а в лесостепной и степной зонах — до 100% пойменных и овражно-балочных почв. Важное свойство космических снимков состоит в том, что один снимок охватывает большую территорию при одинаковых условиях съемки, что обеспечивает надежность дешифрирования почвенного покрова. Крупномасштабные снимки 1:100000 и крупнее содержат готовые генерализованные контуры почв для их отображения на почвенных картах. На этих снимках хорошо видна внутриконтурная неоднородность почвенного покрова в виде различного рисунка изображения почв.

На космических снимках средних и мелких масштабов происходит значительная генерализация и внутриконтурный рисунок практически исчезает. Поэтому необходимо увеличение космических снимков 1:1000000 масштаба до 1:200000.

Дешифрирование почвенного покрова различных природных зон на космических снимках разных типов масштаба 1:1000000 и увеличенных показало, что в подзоне дерново-подзолистых почв при составлении мелкомасштабных и обзорных почвенных карт дешифрирование следует проводить на увеличенных снимках. На них появляются детали, характеризующие формы, размеры объектов, характер границ, внутриконтурную неоднородность, облегчающие дешифрирование почвенного покрова и дающие обоснование правомерности выделения того или иного контура, видимого на неувеличенных снимках, используемых для контроля величины выделяемых контуров.

Составление карты — не единственный способ применения дистанционных методов в почвоведении. В настоящее время разрабатываются разнообразные методики использования дистанционных материалов для изучения свойств почв. Почвоведы на основе знания свойств и состояний конкретной почвы стремятся выявить связи между почвенными процессами и внешними их проявлениями, которые регистрируются дистанционной аппаратурой. Создаются новые модели, связывающие отражательную способность почвы с ее физическими свойствами, например, влажностью, содержанием органического вещества, наличием минеральных пленок, механическим составом, структурой, свойствами поверхности.

### **Изучение свойств почв на основе ДДЗ**

*Гумусированность* почв. Гумус имеет темный цвет, до почти черного у черноземов. Чем светлее ареалы почвенного покрова на снимках, тем при прочих равных условиях меньше гумуса содержит почва. Эксперименты показали, что изменение содержания гумуса на 0 — 7% влияет на отражательные свойства почв и может фиксироваться на снимках. При большом содержании гумуса цвет почвы меняется мало, и его изменения маскируются другими факторами. Следовательно, космические снимки можно использовать для изучения бедных почв, и они практически не пригодны для оценки гумусированности черноземов, в которых содержание гумуса варьирует от 6— 12%.

*Влажность* почвы очень непостоянна во времени. Однако оценка этого показателя имеет большое практическое значение для сельского хозяйства. Влага в почве находится в различных состояниях. Воздушно-сухая почва характеризуется прочносвязанной водой, которая не влияет на ее отражательные способности. Гигроскопическая или рыхлосвязанная влага определяет влажность почвы, влияющую на ее цвет и физические свойства — мягкость, пластичность. Отражательные свойства почв наиболее тесно связаны именно с этим видом влаги при ее грациях 1 — 5% для песчаных почв, 2— 12% для супесчаных почв и 4 — 22% для суглинистых.

Свободная, или гравитационная, влага, свойственная мокрой почве, в целом не влияет на ее отражательные свойства, но при большом избытке иногда даже несколько увеличивает процент отраженного излучения и осветляет почвы.

Для оценки влажности можно использовать и тепловые снимки, поскольку сухие и влажные почвы отличаются по теплоемкости и температуре поверхности, особенно в периоды их нагревания Солнцем. Например, избыточное увлажнение почв дешифрируется по потемнению фототона изображения в ближней инфракрасной области.

По снимкам распознаются различные неблагоприятные процессы. *Щебнистость почвы* вызывает потемнение ее поверхности, заиливание на поймах после половодья приводит к осветлениям. В виде осветленных ареалов на снимках проявляются участки водной и ветровой эрозии почв.

*Засоление почв* отражается на снимках только в случае появления солевых налетов на поверхности. Это характерно для солончаков, но не для солонцов, которые имеют накопления соли на некоторой глубине. В сухом состоянии засоленные почвы светлее незасоленных, а во влажном, наоборот темнее. Поэтому для изучения по снимкам ареалов засоления почв важно знать погодные условия.

*Эродированность почв* отражается благодаря формам водной эрозии. Плоскостной смыв дешифрируется по чередованию светлых пятен смытых почв на возвышенных участках и темных пятен намытых почв в понижениях. Дефляция определяется по светлым пятнам выдувания почв, которые вытянуты по направлению ветра.

Развитие дистанционных методов может быть весьма полезным в оценке вклада *почв в радиационный баланс* суши (потоки тепла из почвы и в почву, медленный перенос тепла, излучение земной поверхностью). Дистанционные измерения температуры поверхности и альbedo в соответствии с имеющимися метеорологическими данными могут быть надежной основой для прогноза эвапотранспирации экосистем. Сейчас благодаря измерениям теплоотражения с поверхности суши можно ежедневно получать сведения о запасах влаги в почве. Следовательно, возможен мониторинг водосборных бассейнов и прогноз объема стока, а также и эрозионной опасности. Можно фиксировать также динамику иссушения поверхности почвенных горизонтов и увязывать ее с режимами верховодки и грунтовых вод.

Экстенсивные и системные наблюдения могут быть основанием для экстраполяции данных по физическим и химическим свойствам почв в одной точке на целые почвенные ландшафты.

Сбор систематических спутниковых данных в определенные моменты времени может быть полезен для оценок динамики глобальных процессов, определяемых характером ландшафтов, почвообразующими породами, климатическими изменениями.

Дистанционные методы предоставляют большие возможности для мониторинга почвенных ресурсов и в мировом масштабе для оценки роли почв в динамике парниковых газов и глобальных изменениях климата, связанных с нарушением пространственных закономерностей альбедо и эвапотранспирации. В изучении экосистем на глобальном и региональном уровне дистанционные методы могут обеспечить систематизацию и достоверную экстраполяцию данных единичных натуральных наблюдений, как правило, недостаточных для характеристики обширных территорий.

Рост общественной заинтересованности в расширении пахотных площадей с целью увеличения производства продуктов питания заставляет обращаться к дистанционным методам как надежному средству ускорения работ по почвенной съемке, мониторингу почвенных условий, потенциальной продуктивности почв и их ответных реакций на антропогенные воздействия.

### **Вопросы:**

1. Какие дистанционные методы используются при изучении и картографировании почвенного покрова.
2. Какие свойства почв можно изучать по космическим снимкам.
3. Охарактеризуйте косвенное дешифрирование при изучении почвенного покрова.

### **Литература:**

1. Трифонова Т. А., Мищенко Н. В., Краснощекоев А. Н. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях. — Академический Проект, 2005. — 352 с.
2. Краснощекоев А.Н., Трифонова Т.А., Мищенко Н.В. Геоинформационные системы в экологии: Учеб. пособие / Владим. гос. ун-т. Владимир, 2004. – 152с.
3. Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие / О.С. Токарева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во ТПУ, 2010. - 148 с.
4. А. Н. Шихов, А. П. Герасимов, А. И. Пономарчук, Е. С. Перминова Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения. Пермь, 2020. – 191 б. ([http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebn\\_ie\\_posobiya/shikhov-gerasimov-ponomarchukpermiнова-tematicheskoe-de-shifrovaniye-i-inte-rpre-tasiya-kosmicheskikh-snimkov.pdf](http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebn_ie_posobiya/shikhov-gerasimov-ponomarchukpermiнова-tematicheskoe-de-shifrovaniye-i-inte-rpre-tasiya-kosmicheskikh-snimkov.pdf).)
5. Савиных В.П., Малинников, В.А., Сладкопечев С.А., Цыпина Э.М. География из космоса. – М.: Изд-во Моск. гос. ун-та геодезии и картографии', 2000. – 224 с.