

УДК 502.36:352/354

**МЕТОД ОЦЕНКИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ПО МАТЕРИАЛАМ
КОСМИЧЕСКИХ СЪЁМОК
(НА ПРИМЕРЕ ТАТАРБУНАРСКОГО РАЙОНА ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ)**

Андреев С.М., Красовский Г.Я., Соловей В.В.

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»
E-mail: solovei_viktorii@ukr.net*

В статье описан метод оценивания плодородия почв, использующая оптимальный переход от точечных мест отбора образцов к моделированию поверхности данных и дальнейшем прогнозировании их состояния. Практические исследования метода проводились на примере Татарбунарского района Одесской области. Приведены рекомендации по оптимальному размещению с/х культур.

Ключевые слова: плодородие, кригинг, аккумуляция гумуса, мониторинг, севооборот, индекс вегетации, агроценоз.

ВВЕДЕНИЕ

Плодородие – это биологически качественное свойство, которое отличает почву от горной породы и делает это природное образование основным средством сельскохозяйственного производства и объектом применения труда.

Тема исследования плодородия почв особенно актуальна в настоящее время. Уже был разработан ряд программ национального уровня среди которых Программа «Аэрокосмические и наземные наблюдения в интересах устойчивого развития и безопасности» (GeoUA), решение НАН и НКА Украины от 17.01.2007, Концепция государственной целевой программы «Зерно Украины 2008-2015», Министерство аграрной политики Украины. Проблематика альтернативных способов исследований состоит в выборе оптимального метода перехода от точечных мест отбора образцов к моделированию поверхности данных и дальнейшем прогнозировании их состояния.

Целью исследования является разработка методики оценки плодородия по материалам космической съёмки.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- выполнен обзор существующих методик оценки плодородия почв;
- произведены отбор и обработка данных;
- построены тематические карты распределения показателей, влияющих на плодородие почв;
- выполнена классификация почв относительно содержания питательных веществ;
- рассчитан коэффициент относительной аккумуляции гумуса;
- выполнен анализ результатов и выдача рекомендаций.

ИЗЛОЖЕНИЕ МАТЕРИАЛА

Схематично изобразить методику, использующую космическую съёмку для оценки плодородия почв, можно следующим образом.



Рис. 1. Структурная схема методики оценки плодородия почв.

На площади, отведенной под исследование плодородия почвы, исследуют почвы, даже несмотря на наличие в хозяйстве почвенно-картографических материалов.

Полевое обследование почв проводят путем заложения ям, полуям и прикопок. Характер заложения разрезов и их количество на территории, где проводится картографирование, определяется категорией ее сложности. Основные разрезы, количество которых должно быть не меньше 10% от общего числа разрезов, закладываются на глубине 2,5-3,0 м.

Со всех генетических горизонтов почвы основных разрезов и по всей глубине выбирают образцы для проведения лабораторных анализов. В образцах определяют гранулометрический состав, количество гумуса, содержание обменно-поглощенных катионов, реакцию среды, рН солевой вытяжки, содержание валовой и подвижных форм азота, фосфора и калия, степень их засоления.

После полевого обследования почв создают полевой оригинал плана почв. На него наносят все разрезы, рядом с которыми указывают глубины гумусированной

части профиля почвы, почвообразующих и подстилающих пород в сантиметрах от поверхности. Затем создаются электронные карты, которые при последующей обработке дадут полную картину состояния почв не только в местах отбора образцов.

Электронные карты строятся для определения пространственного распределения уровней агрохимических показателей. Электронная карта полей дает возможность точно вести планирование, учет и контроль всех сельскохозяйственных операций, поскольку опирается на объективные знания площадей полей, протяженности дорог, информации о всех нанесенных на карту объектах. Для уточнений формы полей и их характеристик применяется мониторинг.

На основе карты полей (метрического описания поворотных точек) и результатов различных видов мониторинга в ГИС можно создавать производные карты, дающие дополнительную информацию для анализа и принятия управленческих решений. За первичную графическую информацию, как правило, принимаются топографическая карта административного распределения Украины масштабом 1:1500000 и физическая карта Украины масштабом 1:10000000 с определением высоты над уровнем моря.

Инструментом ориентирования и практического использования большого разнообразия почв, их видов, характеристик и показателей является классификация. Методы классификации значительно ускоряют работу, т.к. подытоживают уровень развития почвоведения и других агрономических и биологических наук, дают более полную картину, по которой можно точнее диагностировать почвообразовательные процессы, зависимости характеристик и показателей, свойств и взаимосвязей, необходимых для нормального развития растений.

После классификации необходимо осуществить переход от точечных мест отбора лабораторных образцов к моделированию поверхности. Для этого можно использовать геостатистические методы.

Поскольку геостатистические прогнозы основаны на статистике, они создают не только прогнозные поверхности, но также поверхности ошибки (достоверности) и неопределенности, являющиеся индикаторами качества прогноза. Кригинг позволяет решать два вида задач: количественная оценка пространственной структуры данных и прогнозирование. Первая задача, также называемая вариографией, заключается в подборе модели пространственной зависимости для описания данных. Для прогноза неизвестного значения исследуемой переменной в заданном местоположении кригинг будет использовать подходящую модель из вариографии, конфигурацию пространственных данных и значения, измеренные в точках опробования вокруг местоположения, для которого выдается прогноз. Кригинг представляет собой достаточно быстрый интерполятор, который может быть как строгим, так и нестрогим (сглаженным) в зависимости от используемой модели ошибок измерений.

Полигоны, полилинии и точки из любого исходного векторного файла можно преобразовать в растр. Арифметические операторы выполняют сложение, вычитание, умножение и деление двух растров или двух чисел или их комбинации.

В данной работе при помощи растрового калькулятора был высчитан показатель увлажненности почв – коэффициент относительной аккумуляции гумуса (КОАГ). Основой послужила формула:

$$КОАГ = \frac{\text{значение гумуса}}{\text{значение глины}} \times 10$$

Полученное изображение было отображено таким образом, что участки, где высокий уровень КОАГ имеют зеленый цвет, а территории с низким показателем увлажненности – красным. Именно «красным» зонам следует обратить внимание рекомендацию относительно орошения почв Дунайской водой. Увлажнение почвы как показатель имеет важное значение при оценке экологической комфортности местообитаний как для естественных так и для агроценозов (сельскохозяйственных растений).

**Показатель увлажненности почв на глубине 0-60 см
Татарбунарского района Одесской области**

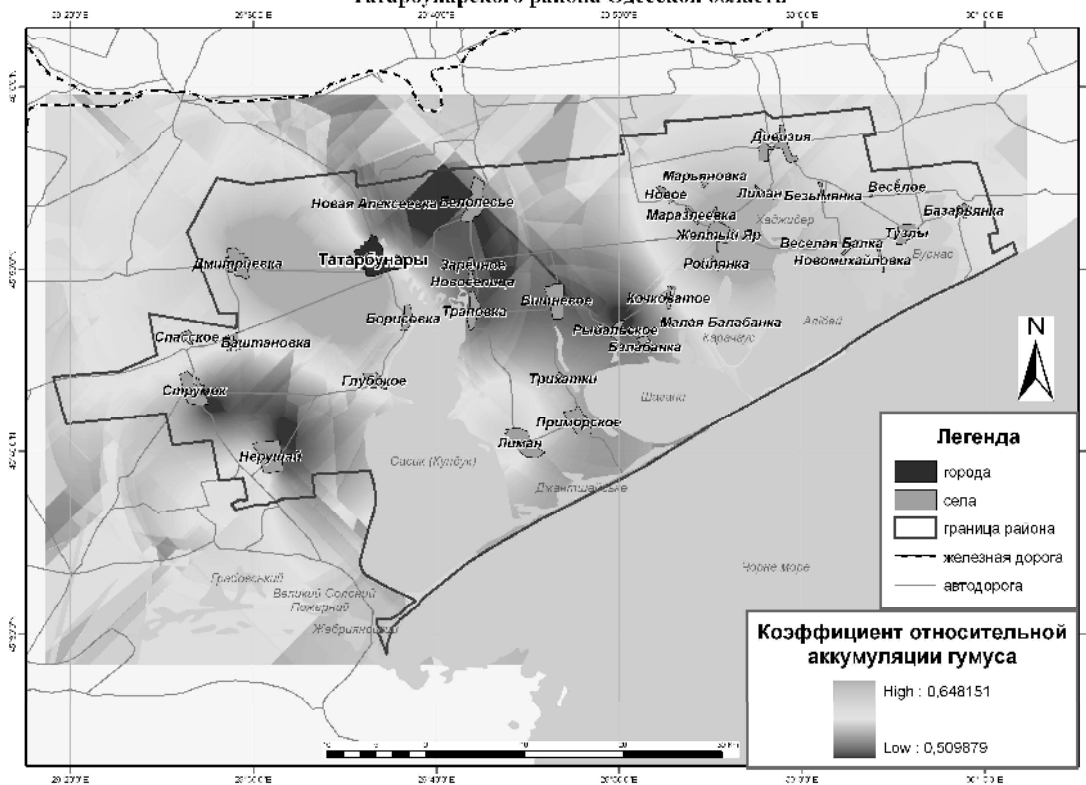


Рис. 2. Отображение коэффициента относительной аккумуляции гумуса с использованием растрового калькулятора

На основании полученных результатов были выведены следующие рекомендации относительно оптимального размещения сельскохозяйственных культур:

Таблица 1
Рекомендации по оптимальному размещению с/х культур

вещества культуры	Глина, %		Ил, %		Гумус, %		Питательные вещества, мг/100 гр почвы	
	45...52	53...60	25...32	33...40	2,5...3,2	3,3...4	5...10	11...21
Подсолнечник	-	+	-	+	-	+	-	+
Виноград	+	-	+	-	+	+	-	+
Озимая пшеница	-	+	-	+	-	+	-	+

В определении продуктивной способности почв важным (кроме природных условий) является севооборот как биологический фактор улучшения санитарного состояния. По данным исследований научных учреждений, большинство сельскохозяйственных культур в условиях бессменного выращивания даже при внесении повышенных норм удобрений по сравнению с севооборотом снижают урожайность, но не одинаково – на 20-50%. Самыми стойкими к бессменному выращиванию являются кукуруза, ячмень, овес, гречка, озимая пшеница, сахарная свекла, подсолнечник и картофель.

Озимая пшеница была и остается главной зерновой культурой – альтернативы ей нет. Она занимает более 50% в структуре посевных площадей. Эта культура является одним из самых лучших предшественников для сахарной свеклы, подсолнечника, кукурузы и других культур. Агротенциал озимой пшеницы зависит от увлажнения, гранулометрического состава почв и предшественников.

Основная масса корней плодовых деревьев и винограда (75%) сосредоточена в поверхностной шаре почвы (до глубины 0,5-1,0 м), стержневые корни достигают глубины 5-6 м, а иногда и более.

Виноград не очень требовательный к почве и условиям увлажненности, однако требует много тепла и глубокого корнесодержимого шара почвы. Виноград лучше размещать на южных склонах с теплыми (легкого гранулометрического состава) почвами. Он реагирует на карбонатность почвы. Оптимальное содержание карбонатов – 3-5%, не более 50% физической глины, иначе виноград не дает урожай. Плотные породы должны залегать глубже 1 м от поверхности, а грунтовые воды – не больше 1,5-2 м.

Отображение состояния растительности эффективно проводить с использованием современных методов ДЗЗ. В частности, для представления разности растительного покрова, а также для количественного подсчета плотности зеленой биомассы используют снимки низкого и среднего разрешения, которые могут быть получены практически для любого региона, имеют низкую стоимость и

высокую периодичность (до нескольких снимков в день). Это позволяет проводить анализ мультитременных изображений и дает возможность построения различных синтетических карт и композитов по многим параметрам.

Для решения поставленных задач были использованы снимки с разных космических аппаратов.

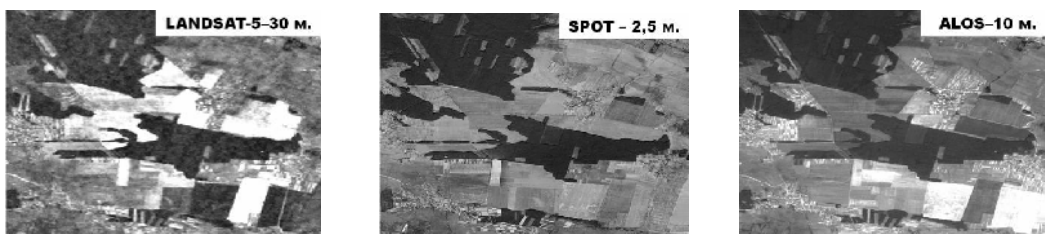


Рис. 3. Космические снимки с аппаратов LANDSAT-5, SPOT и ALOS

Для количественной оценки состояния растительности применяют различные индексы вегетации. Среди них индексы NDVI, SZI, SARVI, GVI и другие.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - нормализованный относительный индекс растительности - количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы.

NDVI может быть рассчитан на основе любых снимков высокого, среднего или низкого разрешения, имеющим спектральные каналы в красном (0,55-0,75 мкм) и инфракрасном диапазоне (0,75-1,0 мкм). Алгоритм расчета NDVI встроен практически во все распространенные пакеты программного обеспечения, связанные с обработкой данных дистанционного зондирования (ArcView Image Analysis, ERDAS Imagine, ENVI, Scanex MODIS Processor, ScanView и др.).

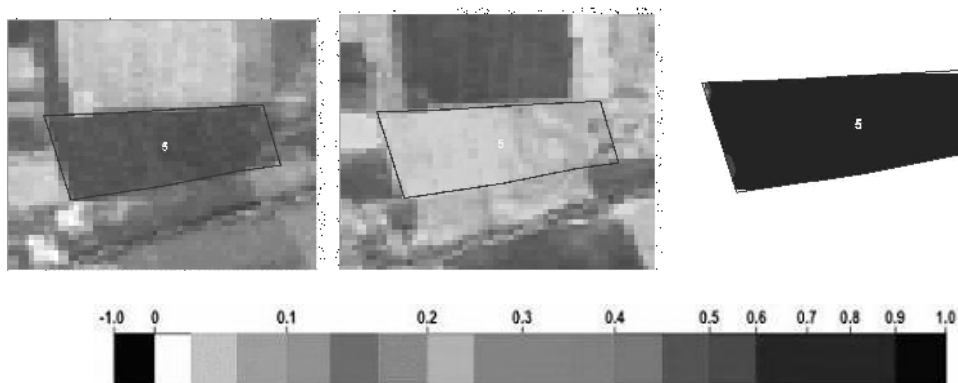
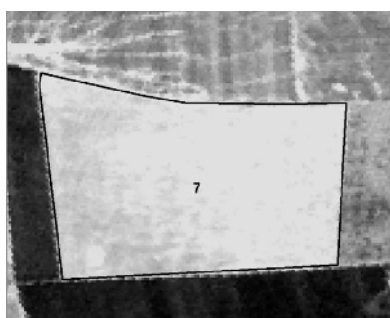


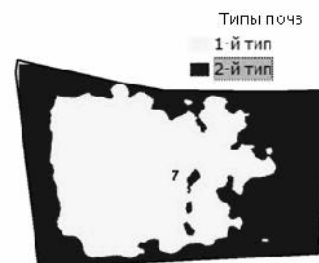
Рис. 4. Обработка информации, полученной с КА Landsat-5

SZI (Soil Zone Index) – индекс почвенного зонирования – отображает поверхность почвы, влажность, текстуру, распределение органических веществ и другие видимые характеристики. Этот индекс позволяет построить оптимальную стратегию выбора образцов почвы.

SARVI (Soil Adjusted and Atmospherically Resistant VI) – почвенный индекс вегетации, устойчивый к влиянию атмосферы.



а) Снимок с КА ALOS



б) Отображение индекса SARVI

Рис. 5. Обработка информации, полученной с КА ALOS

Green Vegetation Index (GVI) – зеленый индекс вегетации – отображает плотность зеленой биомассы.

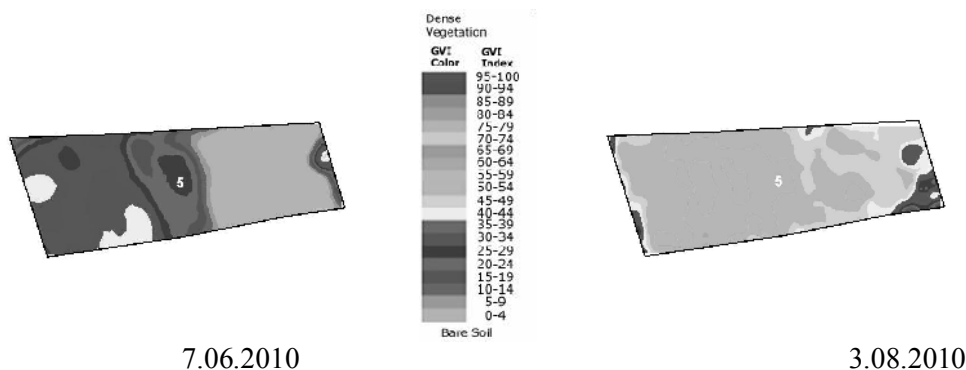


Рис. 6. Результаты обработки снимков с КА Landsat-5

Таким образом, данные ДЗЗ и ГИС позволяют не только оценивать плодородие почв, но также могут быть применены для контроля и планирования использования сельскохозяйственных земель. Использование космических съемок позволяет решить такие задачи:

- проводить инвентаризацию сельскохозяйственных земель, планирование полей, определение точных границ полей;

- осуществлять мониторинг севооборота, выявлять земли, которые не используются, контролировать рациональное использование сельхозугодий;
- прогнозировать неблагоприятные экологические явления, которые связаны с сельскохозяйственным использованием (ветровая и водная эрозия, вымерзания, засуха);
- определять зоны, подверженные засухе;
- определять районы незаконного репрофилирования сельскохозяйственных земель.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные наработки позволяют более систематизировано проводить оценку плодородия, а также дают возможность выделять проблемные участки и оперативно определять рекомендации по их рациональному использованию и улучшению состояния.

Разработки, представленные в работе имеют важное прикладное значение и являются новыми в практике отдельно взятого региона, могут быть реализованы в Украине в целом.

Список литературы

1. Берлянт А.М. Картография и геоинформатика. Итоги науки и техники. Картография./ А.М. Берлянт, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов — Т.14.- М.:ВИНИТИ, 1991. – 250 с.
2. Кочкин М.А. Почвы и пути их рационального использования/ М.А. Кочкин. – М. Колос, 1997. – 361 с.

Андреев С.М. Метод оцінки родючості ґрунтів за матеріалами космічних зйомок (на прикладі Татарбунарського району Одеської області) / Андреев С.М., Красовський Г.Я., Соловей В.В. // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Географія. – 2011. – Т.24 (63). – № 3 – С. 16-23.

У статті розглянуто метод оцінювання родючості ґрунтів, який використовує оптимальний перехід від точкових місць відбору зразків до моделювання поверхні даних та подальшого прогнозування їх стану. Практичні дослідження методу проводились на прикладі Татарбунарського району Одеської області. Приведені рекомендації щодо оптимального розміщення с.-г. культур.

Ключові слова: родючість, кригінг, акумуляція ґрунту, моніторинг, сівозміна, індекс вегетації, агроценоз.

Andreev S.M. Method for soil fertility estimation with the use of space surveys (on the base of Tatarbunary district in Odessa region) / Andreev S.M., Krasovskiy G.Ya., Solovei V.V.// Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. – Series: Geography. – 2011. – Vol. 24 (63). – № 3 – P. 16-23.

The method for estimating soil fertility which includes optimal transition from point sampling of samples to data surface modeling and their further state forecasting is presented in the article. Practical researches for method were carried out for Tatarbunary district in Odessa region. Recommendations for the optimal placement of farming cultures were presented.

Key words: fertility, kriging, soil accumulation, monitoring, crop rotation, vegetation index, agrocenosis.

Поступила в редакцію 31.03.2011 г.