

УДК 004.032, 528.88

## **The Model of Submission of Information on the State and Dynamics of Lands of Agricultural Purpose**

**Ksenia V. Shatrova\***,  
**Yuri A. Maglinets and Gennadi M. Tsibul'skii**  
*Siberian Federal University*  
*79 Svobodny, Krasnoyarsk, 660041, Russia*

Received 21.10.2014, received in revised form 11.11.2014, accepted 03.12.2014

---

*The model describing a state and dynamics of lands of agricultural purpose (LAP) is formulated. The questions of receiving, classification, representation and processing of measurements of parameters of model allowing to carry out complex estimation of LAP are considered.*

*Keywords: geographic information systems, support of a decision making, remote sensing of Earth, space data, estimation of lands of agricultural purpose.*

---

## **Модель представления информации о состоянии и динамике земель сельскохозяйственного назначения**

**К.В. Шатрова,**  
**Ю.А. Маглинец, Г.М. Цибульский**  
*Сибирский федеральный университет*  
*Россия, 660041, Красноярск, Свободный, 79*

---

*Сформулирована модель, описывающая состояние и динамику земель сельскохозяйственного назначения (ЗСХН). Рассмотрены вопросы получения, классификации, представления и обработки измерений параметров модели, позволяющие осуществлять комплексное оценивание ЗСХН.*

*Ключевые слова: геоинформационные системы, поддержка принятия решений, дистанционное зондирование Земли, пространственные данные, оценивание земель сельскохозяйственного назначения.*

---

## Введение

Задача оценивания земель сельскохозяйственного назначения имеет целый ряд практических приложений – начиная от комплексного оценивания ресурсного потенциала субъектов Федерации в том или ином разрезе и заканчивая оценкой рыночной стоимости небольших фермерских хозяйств. Одним из наиболее востребованных практических применений этой задачи является оценивание залежных земель для их дальнейшей поэтапной рекультивации [1, 2].

Обобщая различные вариации постановки задачи оценивания ЗСХН, присутствующие в литературе, можно утверждать, что данная задача сводится к установлению соответствия объекту подстилающей поверхности – сельскохозяйственному контуру (СК) числовой константы, интерпретация которой может различаться в зависимости от особенностей решаемой задачи и обозначать балл бонитета, кадастровую либо рыночную стоимость и т.д.

В РФ существует ряд методик и нормативных актов, регламентирующих деятельность по оцениванию земель [3]. Однако данные документы содержат лишь общие рекомендации; однозначного алгоритма оценивания не существует ввиду сложности и многокритериальности самой задачи оценивания. Критерии, которые могут быть использованы для оценивания различных аспектов территорий сельскохозяйственного использования, а также методы их измерения можно найти в трудах исследователей [2-7]. Но помимо решения задач типизации и определения совокупности существенных для оценивания ЗСХН параметров необходимо решить ряд других вопросов, которые на сегодняшний день, по данным открытых источников, решены лишь частично: определение данных, релевантных текущей решаемой задаче, организация их внутреннего представления, определение источников и регламентов получения и обновления данных, вычислительные процедуры формирования промежуточных и финишных оценок.

Таким образом, актуально построение новых моделей ЗСХН как информационной основы для организации систем поддержки принятия решений в области оценивания состояния сельскохозяйственных земель в различных разрезах.

Настоящая статья содержит: а) структуризацию информации в рамках предметной области оценивания ЗСХН в форме концептуальной модели; б) анализ источников данных и принципов построения процедур их обработки; в) описание процедуры вычисления одного из параметров модели на примере решения задачи определения транспортной доступности.

### Концептуальная модель предметной области оценивания ЗСХН

Основным объектом оценивания земель сельскохозяйственного назначения является сельскохозяйственный контур (СК). За основу при построении модели принят геоинформационный подход. Таким образом, СК служит специализацией понятия «геопространственный объект» (ГПО) и наследует известные в литературе свойства ГПО. Далее СК может быть описан при помощи набора отношений и атрибутов [8], характеризующих: а) типизацию объекта и его положение в родовидовых иерархиях; б) структуризацию объекта и его место в пространственных надструктурах; в) сущностные характеристики объекта; г) сущностные характеристики внешней среды и взаимодействий «объект – среда».

Типизация СК может быть осуществлена на основе деления на залежные земли и земли, находящиеся в использовании; деления сельскохозяйственных угодий, принятого в законодательстве РФ; классификации в зависимости от экономических аспектов использования и др.

Основа для структуризации информации о ЗСХН – агроландшафтный подход, позволяющий рассматривать территории, на которых осуществляется сельскохозяйственная деятельность с уровня агроландшафтных областей и систем агроландшафтов и вплоть до агро массивов. Другим основанием для структуризации СК является выделение на нем сельскохозяйственных полигонов.

Сущностные характеристики СК могут быть подразделены на следующие группы:

- характеристики местоположения и формы СК как геопространственного объекта (ГПО);
- характеристики почвы;
- характеристики растительности.

В общем случае СК как геопространственный объект может быть описан как трёхмерная поверхность, геометрически привязанная к земному геоиду. Такое описание является наиболее полным, однако для решения рассматриваемого класса задач оно носит избыточный характер. На практике достаточна такая система свойств, как внешний контур, интегральная характеристика рельефа, средняя высота над уровнем моря, направление и угол наклона поверхности.

В категории «почва» основные группы признаков – минералогический и гранулометрический состав, структура органического вещества, почвенная структура, состояние воды в почве, почвенная биота, характеристика загрязнений, сведения о внесенных удобрениях. Помимо указанных признаков используется классификатор почв по ГОСТ 27593-88(2005) [9]. В категории «растительность» рассматриваются виды культур и севооборот, показатели урожайности, а также негативные для растениеводства факторы – засоренность, закустаривание, опустынивание и др.

К основным характеристикам внешней среды следует отнести: а) климатические условия, б) объекты инфраструктуры, в) характеристики антропогенного влияния.

В категории «климат» СК соотносится с той или иной климатической зоной, указываются характеристики, влияющие на тепловой и водный режимы почв: тренды температуры, давления, осадков, закономерности перемещения воздушных масс и др.

В инфраструктуру СК включаются природные и антропогенные объекты, представляющие ценность или обладающие ценностью для ведения сельскохозяйственной деятельности.

Категория «антропогенное воздействие» отражает сведения об истории полевых работ, агрохимических, мелиоративных, агротехнологических мероприятий.

Результирующая модель представима в виде частично упорядоченного множества понятий, обладающего единственной корневой вершиной «СК» и множеством далее не декомпозируемых вершин, каждый из которых характеризует тот или иной атрибут СК.

### **Представление и обработка данных**

Все рассмотренные выше понятия с точки зрения информационной модели могут быть описаны в терминах классов объектов, в том числе геопространственных объектов, экземпляров объектов, атрибутов объектов и отношения между ними. На декларативном уровне отдельно взятому атрибуту может быть сопоставлен тип шкалы для измерения и набор ограничений, специфичный для выбранной шкалы. Так, например, для дискретной метрической шкалы не-

обходимо указать интервал допустимых значений, шаг дискретизации и единицу измерения. Далее каждому из вычисляемых атрибутов и отношений необходимо сопоставить процедуру его определения (источники данных, процедура инициализации, регламент актуализации информации). При этом следует помнить о факторе временной изменчивости: межсезонной и внутрисезонной динамики с учетом типа объекта. В качестве исходных данных для этого выступают имеющиеся геоинформационные слои, результаты анализа аэрокосмической информации, данные стационарных датчиков, наземных исследований и наблюдений на местности.

Информационно-вычислительная поддержка представления и обработки рассмотренной выше информации может быть организована на основе комбинации реляционных баз данных, ГИС, баз данных изображений [1].

Указанные выше вычислительные процедуры можно классифицировать следующим образом:

- запросы, требующие выполнения операций над элементами базы данных реляционного типа;
- запросы, требующие выполнения операций над геопространственными данными;
- запросы, требующие извлечения информации из изображений;
- запросы на получение информации из внешних систем;
- запросы, требующие операторского ввода информации;
- комбинированные запросы.

В следующем параграфе рассмотрен пример реализации запроса на обработку геопространственных данных.

### **Моделирование оценок транспортной доступности**

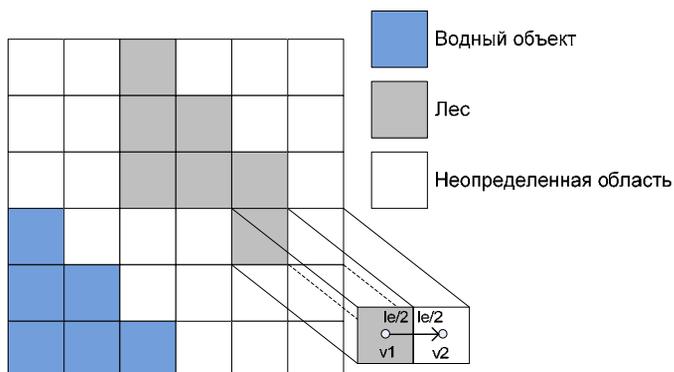
Дуге «удалённость», связывающей узлы «ЗСХН» и «Объект инфраструктуры» в концептуальной модели, сопоставлен один из ключевых в оценивании ЗСХН факторов – транспортная доступность. Соответствующая вычислительная процедура базируется на расчете эффективного расстояния между парой геопространственных объектов в условиях фрикционных поверхностей.

В качестве исходных данных используются как растровые, так и векторные слои: топографические материалы, данные дистанционного зондирования Земли, результаты полевых исследований территории и др.

Моделирование области поиска осуществляется на основе матричного представления данных в виде двумерной сетки, каждая ячейка которой содержит фиксированное значение, характеризующее пространственный объект, соответствующий ранее рассмотренным данным. В качестве такой характеристики может выступать код объекта, средняя скорость движения условного транспортного средства, высотная характеристика и др.

Реализованы алгоритмы поиска оптимального пути (такие как алгоритм поиска в ширину, алгоритм поиска в глубину, алгоритм Дейкстры), эвристический алгоритм определения субоптимального пути  $A^*$ . В качестве характеристики ячейки используется величина, определяющая стоимость передвижения по ней. Так, если в качестве характеристики ячеек матрицы использовать скорость движения условного транспортного средства по данному типу поверхности, то стоимость перемещения вычисляется как  $(l_e/2)(1/v_1 + 1/v_2)$ , где  $l_e$  – длина грани ячейки матрицы,

а  $v_1$  и  $v_2$  – скорости, с которыми транспортное средство перемещается через соответствующие типы местности (рис.). Если скорости  $v_1$  и  $v_2$  равны 0, то стоимость перемещения определяется как  $+\infty$ , таким образом, исключаются любые пути, ведущие через непроходимую местность.



### Переходы между ячейками

Для искусственного ограничения области построения маршрута всем ячейкам, выходящим за predeterminedные размеры области, присваивается стоимость перемещения в  $+\infty$ , что создает невозможность перехода через грани этих ячеек. Используемые при настройке алгоритма поиска факторы могут быть ранжированы в зависимости от целесообразности при решении той или иной прикладной задачи. В качестве примеров критериев выступают такие, как величины уклона (для наклонных рельефов), близость к существующим коммуникациям, тип поверхности и т.д. Это позволяет осуществлять поиск пути не по строго predeterminedному сценарию, а в зависимости от критериев поиска: поиск максимально пологого пути, путь, проходящий максимально близко к основным коммуникациям, и т. п.

Представленный подход обладает достаточной гибкостью при использовании данных из различных источников, также позволяет строить путь не только с точки зрения оптимальности по стоимости, но и с учетом экономических, экологических и других критериев, предоставляя эффективный инструмент в принятии управленческих решений.

### Заключение

В статье представлена концептуальная модель комплексного оценивания ЗСХН. Модель содержит семь тематических слоев. Каждый слой имеет набор информационных объектов, таких как вычисляемые признаки, источники первичной информации, алгоритмы и методы измерений. Определены процедуры вычисления признаков (получения и актуализации информации) с учётом фактора временной изменчивости: межсезонная и внутрисезонная динамика объектов и основные категории исходных данных. Информационно-вычислительная поддержка представления и обработки рассмотренной выше информации может быть организована на основе комбинации реляционных баз данных, ГИС, баз данных изображений. Представлена классификация процедур вычисления признаков ЗСХН. Детально рассмотрен метод оценивания транспортной доступности ЗСХН. Модель нашла своё практическое приложение при построении геоинформационной системы оценивания залежных земель Манского района

Красноярского края [1], а также при построении региональной автоматизированной системы космического мониторинга муниципальных районов Красноярского края.

***Работа выполнена при поддержке гранта 2014 г. КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» и РФФИ № 13-07-98005.***

#### **Список литературы**

- [1] *Маглинец Ю.А., Мальцев Е.А., Брежнев Р.В. и др.* // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 3. С. 316–323.
- [2] *Терехов А.Г., Витковская И.С., Барталева М.Ж., Спивак Л.Ф.* // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: материалы Седьмой Всерос. открытой ежегодной конф. М.: ИКИ РАН, 2009. С. 292–304.
- [3] *Анохин Е.И.* // Проблемы современной экономики. 2010. № 3 (35).
- [4] *Комаров М.Е.* // Научные ведомости. Сер. Естественные науки. 2011. Вып. 17. № 21 (116). С. 191–202.
- [5] *Иванов А.Л., Савин И.Ю., Егоров А.В.* // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева, 2014. Вып. 73. С. 19–53.
- [6] *Стадник А.П., Лукиша В.В.* // Агроекологічний журнал 2011. № 3. С. 5–12.
- [7] *Беленко В.В.* // Естественные и технические науки. 2010. № 4. С. 216–219.
- [8] *Шатрова К.В., Маглинец Ю.А., Аникьева М.А., Герасимчук М.Г.* // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: материалы Одиннадцатой открытой Всерос. конф. М.: ИКИ РАН, 2013. С. 65.
- [9] ГОСТ 27593-88(2005) Почвы. Термины и определения; введ. 01.07.1988. Ноябрь, 2005. С. 9.