

**П. Н. Брагин, М. В. Груздев, Е. Ю. Колбовский, М. В. Пасхина**

### **ГИС-моделирование муниципального образовательного пространства для целей управления**

Статья посвящена возможностям моделирования образовательного пространства сельского района для целей управления. Показано, что оптимизации школьных сетей и обеспечение важнейших стандартов качества нуждаются в принципиально новом информационном сопровождении, а именно – в развитии отраслевых ГИС-систем.

**Ключевые слова:** Геоинформационные системы, муниципальное образовательное пространство, региональная политика, логическая модель, тематическое картографирование, запросы, школьная сеть.

**P. N. Bragin, M. V. Gruzdev, E. Ju. Kolbovsky, M. V. Pashkina**

### **Management of the Municipal Educational Space through GIS-Modeling and Geocomputation**

The article deals with possibilities of spatial modeling for the educational space management within the rural area. It is shown that optimization of school networks and maintenance of the major quality standards need essentially new information support, in particular, the development of special GIS-systems applications.

**Keywords:** geoinformation systems, a municipal educational space, regional policy, a logic model, thematic mapping, inquiries, a school network.

#### **Постановка задачи**

Методы прогноза и мониторинга образовательного пространства в значительной степени определяются общими задачами, вытекающими из принятой региональной политики. Последняя фактически формируется на наших глазах, ибо следует признать, что в регионах РФ осознанная стратегия социально-экономического развития как таковая до сих пор отсутствует. Нет признанных определений самой процедуры региональной политики. Имеющийся богатый опыт территориального планирования в различных регионах России позволяет нам предложить в первом приближении следующую формулировку региональной политики. Региональная политика – это совокупность усилий предпринимаемых для достижения такой пространственно-функциональной дифференциации территории региона, которая способствовала бы формированию эффективной региональной модели роста и управления. Специфика достижения этой цели заключается в том, что пространственная организация выступает одновременно и как инструмент (определяя, например, структуру инвестирования, аккупунктурное развитие «дефицитных» социальных сетей»), и как фон (выражающий важные показатели жизнеобеспечения, например, образовательные стандарты), и как ре-

зультат (оптимально разведенные по функциям ареалы внутри региона) [1].

Достижение цели предполагает предварительное решение ряда взаимосвязанных задач, которые сводятся к:

- фиксации и типологии сформировавшихся пространственных сущностей (ареалов разного типа);
- отбору и реорганизации информационных потоков, релевантных фиксированным ареалам;
- проецированию проблематики регионально-го развития на новую пространственную матрицу;
- построению системной модели с использованием геоинформационных систем;
- выработке решений в терминах стратегического планирования и управления.

Жизненно необходимо увязать анализ региональной проблематики с инновационными направлениями региональной политики, важнейшими среди них являются:

- развитие экономического каркаса территории (производственных узлов и зон, транспортных осей);
- поддержание инфраструктурных сетей и выход на стандарты социального обеспечения;
- политика выявления и использования (возможно, даже в качестве бренда территории) ре-

гионального «кода», аутентичности, связанной с природным и культурным наследием территории;

- переход к концепции «креативного» города на урбанизированных территориях;
- дифференциация сельской местности с выделением ареалов интенсивного товарного хозяйства;
- ландшафтное планирование для сохранения культурных ландшафтов и дикой природы;
- развитие региональной туристско-рекреационной системы.

Как можно убедиться, задача поддержки социальных сетей (одной из важнейших является, по нашему убеждению, школьная сеть) – вторая по важности в представленном перечне. Не прибегая к особому преувеличению, подчеркнем: сегодня сфера образования, интегрально отражая все минусы и плюсы социально-экономической и социо-культурной ситуации, в которой оказался российский провинциальный социум на рубеже тысячелетий, представляет собой одновременно и наиболее эффективный инструмент оптимизации (или усугубления!) этой ситуации. В этой двойственности субъект-объектных отношений и заключается сложность анализа любых проблем, связанных с проектированием и управлением муниципальным образовательным пространством [1].

### **Геоинформационные системы как средство моделирования для целей управления образовательным пространством**

В условиях возрастающей самостоятельности образовательных учреждений, изменяющейся нормативно-правовой базы все более актуальной становится задача сбора, обработки и анализа информации о состоянии образовательной системы в интересах повышения эффективности управленческой деятельности органов управления образованием.

В системе управления региональным (муниципальным) образовательным пространством можно выделить два информационно зависимых контура: контур управления финансово-хозяйственной деятельностью и контур управления административной деятельностью образовательного учреждения. Эти контуры взаимосвязаны и используют единые информационные ресурсы.

Мы предлагаем рассмотреть типовой проект создания системы сбора данных для информационного обеспечения управленческой деятельно-

сти не только отдельных образовательных учреждений, но и органов управления образованием различных (муниципальный, субмуниципальный, региональный) уровней. Основной принцип такой системы – от информационной инфраструктуры образовательного учреждения к единому информационному пространству управления муниципальной или региональной системой образования.

Внедрение системы в практику повседневной деятельности муниципальных или региональных органов управления системой образования обеспечивает:

- сокращение бумажных потоков документооборота в сфере управления образованием и начало перехода на применение безбумажных технологий управления;

- стандартизацию процесса делопроизводства как на уровне муниципальной (региональной) системы управления образованием, так и на уровне непосредственно образовательных учреждений;

- повышение эффективности управленческих решений на основе использования оперативной и достоверной информации как о состоянии отдельного учреждения, так и всей системы образования в целом;

- унификацию формы представления отчетных документов и освобождение органов управления образованием от малопродуктивного труда по сбору информации о состоянии образовательных учреждений;

- формирование системы информационного обеспечения деятельности органов управления образованием и предоставление возможности совместного использования информационных ресурсов системы с внешними организациями муниципального, регионального и федерального уровней при решении социально значимых задач.

С целью визуализации информации, циркулирующей в системе, предлагается использовать в ее составе элементы геоинформационных технологий (ГИС-технологии) [2]. Использование ГИС-технологий в системе управления образованием позволяет:

- объединить все учреждения и органы управления образованием в одну информационную систему;

- оценивать оптимальность распределения образовательных учреждений;

- принимать решения о целесообразности открытия (закрытия) образовательного учреждения;

– оптимизировать местоположение вновь открываемых образовательных учреждений;

– в автоматизированном режиме формировать проект застройки территории образовательного учреждения;

– в сельских местностях – решать вопрос об оптимизации маршрутов доставки учащихся в образовательные учреждения.

С этих позиций ГИС-модель муниципального образовательного пространства представляет собой дальнейшее развитие Автоматизированной информационно-аналитической системы (АИАС) «Орган управления образованием». В качестве пилотного проекта создавалась модель Угличского муниципального района; выбор ключевой территории определялся сложностью географической сцены (расположение ареалов по разные стороны Волги, активные процессы дифференциации сельской местности, назревающая проблема оптимизации подвоза детей и т. д.).

### Разработка логической структуры модели образовательного пространства

Логическая структура образовательного пространства разрабатывалась как реляционная модель, содержащая набор слоев и объектов, расположенных в определенной последовательности. При этом структура ГИС-модели строилась исходя из представлений о функциональных потребностях сопровождения задачи управления образовательной сетью муниципального района. В состав ГИС-модели включены следующие блоки:

- блок «система расселения» (населенный пункт, численность населения);

- блок «образовательное учреждение» (тип учреждения, вид учреждения, тип реализуемой образовательной программы);

- блок «материальная база» (строения и территория);

- блок «сопутствующая инфраструктура» (спортивные площадки и залы, дома культуры, клубы, библиотеки);

- блок «система питания» (наличие, тип столовой и т. д.);

- блок «контингент образовательного учреждения» (количество мест расчетное (мощность), фактическое количество детей и т. д.);

- блок «школьный автобус» (населенные пункты, из которых осуществляется подвоз детей в данное образовательное учреждение, дорожно-транспортная система).

Подробная характеристика семантики, функционального назначения и состояния слоев приведена в табл. 1. Отработанные слои являются базовыми. Их дальнейшее наполнение сопряжено с верификацией, возникающими потребностями типологии и (или) классифицирования под задачи управления. Базовые слои впоследствии компонуются в несколько Рабочих Наборов, согласно тематике основных разделов. Важно понимать, что Рабочий Набор – прикладной (тематический) результат оперирования с ГИС-системой, и он может быть изменен в соответствии с возникающими исследовательскими (управленческими) задачами.

Таблица 1

Семантика базовых слоев и объектов ГИС-модели образовательного пространства (фрагмент)

№	Графа	Возможные варианты заполнения
1	Населенный пункт	
2	Наименование образовательного объекта	
3	Тип образовательного учреждения	1. Дошкольное образовательное учреждение; 2. Общеобразовательное учреждение для детей дошкольного и младшего школьного возраста; 3. Общеобразовательное учреждение; 4. Вечернее (сменное) общеобразовательное учреждение; 5. Общеобразовательная школа-интернат; 6. Кадетская школа (кадетская школа-интернат); 7. Общеобразовательная школа-интернат с первоначальной летной подготовкой; .....
4	Вид образовательного учреждения	<b>I тип – Дошкольное образовательное учреждение</b> <b>I.1.</b> Детский сад; <b>I.2.</b> Детский сад общеразвивающего вида с приоритетным осуществлением одного или нескольких направлений развития воспитанников (интеллектуального, художественно-эстетического, физического и др.); .....

		<p><b>II тип – Общеобразовательное учреждение для детей дошкольного и младшего школьного возраста</b>  <b>II.1.</b> Начальная школа – детский сад;  <b>II.2.</b> Начальная школа – детский сад компенсирующего вида;  <b>II.3.</b> Прогимназия;</p> <p><b>III тип – Общеобразовательное учреждение</b>  <b>III.3.</b> Начальная общеобразовательная школа;  <b>III.4.</b> Основная общеобразовательная школа;  <b>III.5.</b> Средняя общеобразовательная школа;  <b>III.6.</b> Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов;  <b>III.7.</b> Гимназия;  <b>III.8.</b> Лицей;                  .....</p>
5	Тип реализуемой образовательной программы	Программа дошкольного образования Программа начального общего образования Программа основного общего образования Программа среднего (полного) образования
6	Здания образовательного учреждения	1. Количество зданий, принадлежащих школе; 2. Адреса всех принадлежащих учреждению зданий; 3. Выполняемая зданием функция (школа, спортивный зал, библиотека, столовая и т. д.); 4. Площадь здания; 5. Площадь здания, используемая не для нужд образования (аренда, часть здания, занимаемая другими учреждениями, и т. д.); 6. Год ввода в эксплуатацию; 7. % износа здания по данным БТИ; .....
7	Прилегающие территории	1. Площадь участков, закрепленных за школой; 2. Использование площадок (открытые спортивные площадки, пришкольные участки и т. д.);
8	Спортивные площадки и залы	1. Площадь каждого спортивного объекта; 2. Оборудованность;
9	Социально-культурные центры (дома культуры, клубы и пр.)	1. Указать ближайший населенный пункт, где они есть, и примерное расстояние до него (по дорогам); 2. Количество;
10	Библиотеки	1. Указать ближайший населенный пункт, где они есть, и примерное расстояние до него (по дорогам); 2. Количество;
11	Система питания	1. Степень осуществления (да/нет); 2. Тип столовой: А) доготовочные организации общественного питания; Б) столовые образовательных учреждений; В) буфеты – раздаточные;
12	Контингент образовательного учреждения	1. Количество мест расчетное (мощность) по проектно-сметной документации; 2. Предельное количество обучающихся, которое может вместить образовательное учреждение; 3. Фактическое количество детей (в настоящее время обучается); ....
13	Населенные пункты, из которых осуществляется подвоз детей в данное образовательное учреждение	1. Название населенных пунктов, из которых дети посещают данное ОУ; 2. Количество детей в каждой категории (дошкольники, школьники и т. д.), которые посещают данную школу из этих НП;
14	Дорожно-транспортная система	1. Категория дорог, по которым осуществляется подъезд к образовательному учреждению; 2. Маршрут школьных автобусов; 3. Проблемные участки дорог

**Разработка и визуализация пространственной модели пилотного района в среде MapInfo**

Пространственная модель образовательного пространства строится по следующему излагаемому ниже алгоритму.

1. На основе картосхем генеральных планов и правил землепользования и застройки, а также дежурных кадастровых планов разрабатываются электронные слои, в совокупности воспроизводящие социально-экономический и природный каркас территории. Осуществляются работы по оцифровке бумажных подоснов, так как только в векторном формате возможно присоединение атрибутивных данных к географическим реалиям и дальнейшая обработка информации. Таким образом, пространство отдельных сельских поселений и районного центра соединяются в единую форму географического пространства муниципального района.

2. В качестве основных слоев, подлежащих векторизации, оцифровываются следующие: населенные пункты; образовательные учреждения; социально-культурные и спортивные сооружения и учреждения; дорожная сеть. Данные элементы принимаются базовыми и составляют каркас образовательного пространства создаваемой модели образовательной ГИС.

3. Осуществляется присоединение (присвоение) атрибутивной информации к векторным объектам.

4. Посредством процедуры тематического картографирования производится создание новых тематических слоев.

5. Отрабатываются варианты типовых выборок с запросом разного уровня сложности в соответствии с реальными коллизиями и необходимостью информационной поддержки процедуры принятия решений

Каждый слой формируемой модели ГИС представляет собой таблицу, в которой содержится информация и связанные с ней объекты карты, такие, как полигоны, точки, линии и текст. Слои, которые не имеют прямой связи с объектами карты (не геокодированы), могут отображаться в среде MapInfo Professional списком (таблица данных) или посредством построения графиков.

Наиболее распространенным вариантом организации данных в MapInfo Professional является ситуация, когда графическому объекту (точке, линии, полигону) соответствует дополнительная информация, содержащаяся в базе данных (таблице), либо хранящаяся в таблицах сторонней базы данных (например, Access) [2]. Графически данные, составляющие наполнение «Образовательной ГИС Угличского МР», представлены в

виде точечных объектов (населенные пункты, образовательные учреждения, населенные пункты, из которых осуществляется подвоз учащихся в образовательные учреждения), линейных объектов (дороги, дороги, выполняющие роль маршрутов подвоза), полигональных (площадных) объектов (границы сельских поселений и граница МР).

Информация в таблицах MapInfo Professional может быть организована по нескольким типам: **Символьная** (строки до 254 символов длиной) – например, названия населенных пунктов и образовательных учреждений, функциональное назначение зданий и т. д., **Десятичная** (десятичные числа с фиксированным числом десятичных разрядов – протяженность дорог, процент износа зданий, площадь зданий), **Целое число** (без дробных разрядов), **Короткое целое** (целое число от -32768 до +32767), **Вещественное число** (десятичные числа с плавающей точкой – использовалась для указания точных датировок, например, год постройки здания), **Дата** (календарная дата в форме ММ/ДД/YYYY), **Время** (информация о времени в формате ууууММддННммсfff), **Логическая** (значения истина или ложь – сведения об осуществлении подвоза учащихся в образовательное учреждение, об осуществлении дистанционного обучения). От типа данных зависит набор операций, которые MapInfo Professional может совершать с информацией (объектом) [3].

Кроме непосредственного отображения информации в виде карты, графика или таблицы данных, MapInfo Professional позволяет осуществлять дополнительные действия, такие, как построения тематических карт, районирование, организация «простых» (выборок) и «сложных» (SQL) запросов и т. д. Результат этих действий отображается MapInfo Professional графически (карты, диаграммы), в табличной форме (список выбранных объектов), либо применяется совместное отображение графики и списка выбранных объектов. Результаты запросов и тематического картографирования могут быть просмотрены, помещены во временные таблицы, сохранены как постоянные таблицы с возможностью их последующего отображения и использования как источника информации.

Итоговая модель образовательного пространства Угличского МР и структура атрибутивной информации представлены на рис. 1.

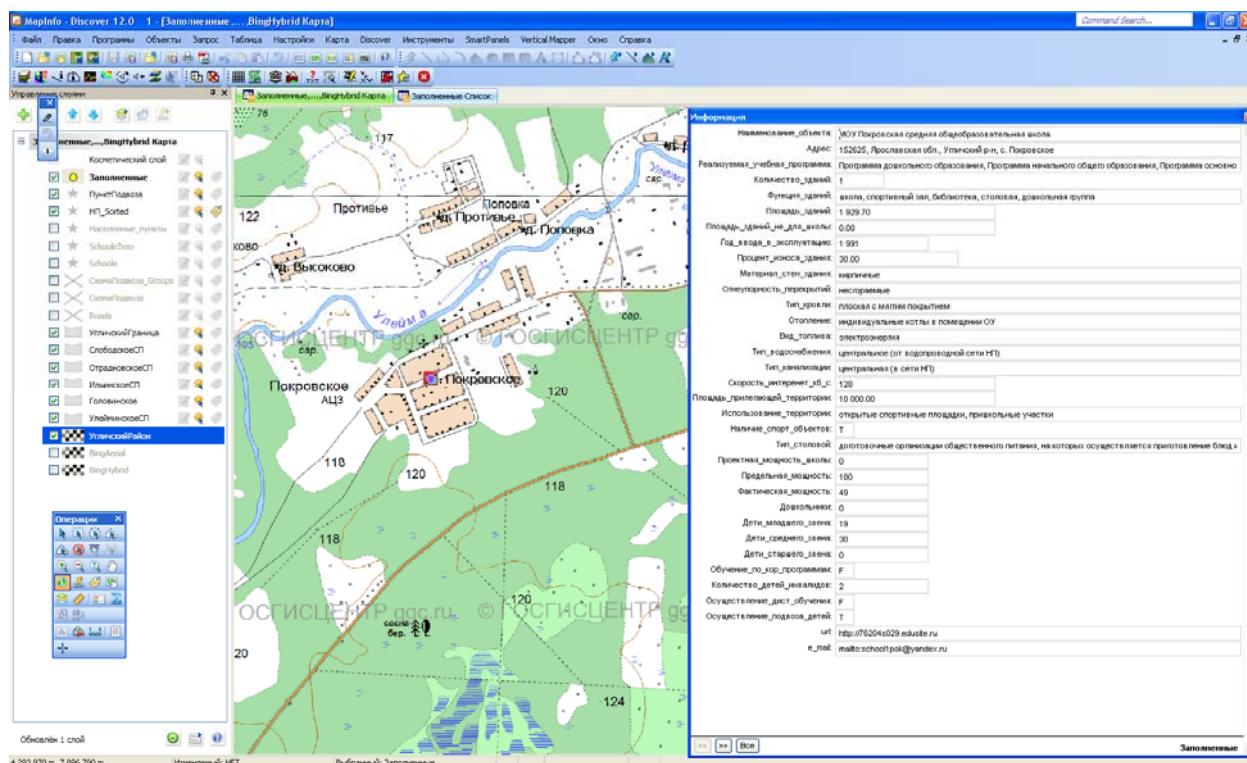


Рис. 1. Образовательная ГИС Угличского МР

### Разработка вариантов отладки и корректировки системы рабочих запросов в рамках построенной модели образовательного пространства

Создание запроса – один из основных способов работы с информацией в MapInfo Professional [2]. Характер и сложность запроса определяются, в первую очередь, типом информации, содержащейся в базе данных (таблице). Простейшей формой запроса в ГИС является выборка, например, простой запрос «выбрать школы с числом учащихся менее 30». Для вывода и визуализации такой выборки программа обратится только к одной таблице, содержащей сведения о числе учеников в школе.

Обращение к данным из разных таблиц осуществляется при помощи написания «сложного» SQL-запроса. «Сложным» такой запрос называется по причине соединения в нем нескольких циклов «простых» запросов. Поэтому общая схема написания SQL-запроса является усложнением схемы «простого» запроса. Кроме того, SQL-запросы позволяют: фильтровать данные, выбирая интересующие пользователя строки и колонки; объединять две или более таблицы в одну результирующую таблицу; создавать вычисляемые колонки (колонки, значения которых вычисляются с использованием значений из дру-

гих колонок), сортировать данные по числовому значению или алфавиту, обобщать данные в строках. Так, например, в рамках SQL-запроса (продолжая предыдущий пример) мы можем сделать выборку следующего типа «выбрать школы с числом учащихся менее 30, расположенные в зданиях с процентом износа более 75 %, осуществляющие подвоз на расстояние более 15 км».

Варианты отладки и корректировки системы запросов в рамках построенной модели образовательного пространства зависят от необходимости построения тех или иных моделей посредством изменения условий выборок, создания тематических карт, районирования на основании определенной классификации.

**Символьная информация** позволяет создавать тематические карты по индивидуальным значениям. В соответствии с индивидуальными значениями графическим объектам присваиваются дополнительные атрибуты (цветовые, размерные и т. д.). Оформленные подобным образом графические объекты помещаются на дополнительный слой, автоматически создаваемый MapInfo Professional, вместе с легендой, которая также создается программой. Такие построения имеют смысл, если существует достаточно огра-

ниченный набор (перечень) индивидуальных текстовых значений, например, если необходимо создать карту, отражающую типизацию школ по такому показателю, как используемые учебные программы.

Таким образом, тематические карты индивидуальных значений будут, в первую очередь, целесообразны для визуализации таких данных, как категории дорог (в том числе и категории дорожных маршрутов школьного автобуса), тип дорожного покрытия, принадлежность населенного пункта к определенной категории административно-территориального деления (МР, сельского поселения), типизация образовательных учреждений по вариантам использования учебных программ, по перечню использованного материала при строительстве здания учреждения, по показателю устойчивости к пожарам и т. д.

**Десятичная информация** («числовой формат») позволяет осуществлять дополнительные построения на основе диапазонов значений (числовых интервалов) равное, больше, меньше, в промежутке, больше или равно, меньше определенного значения (значений) или равно ему. Подобным образом могут быть обобщены и визуализированы данные по численности жителей населенных пунктов МР (определение категорий населенных пунктов в зависимости от количества проживающих). Определены и выбраны категории образовательных учреждений в зависимости от данных по определенному параметру (например, с количеством обучающихся больше «30»). Основываясь на показателе «количество обучающихся», можно построить тематические карты образовательных учреждений по возрастным группам.

**Районирование** – процедура во многом схожа с тематическим картографированием и использует тот же принцип визуализации, посредством создания дополнительного слоя и легенды к нему. В то же время существует ряд отличий и дополнений. Наряду с тематическим слоем и легендой к нему, MapInfo Professional создает отдельный список районов. Это временная таблица, куда автоматически помещаются количественные (суммарные) данные показателя по конкретному району. Для района могут быть дополнительно посчитаны некоторые интересующие показатели. Например, группируя образовательные учреждения по перечню используемых обучающих программ, мы автоматически получаем количество учреждений (школ) каждого типа

(этот показатель находил отражение и в легенде к карте при тематическом картографировании) и дополнительно можем получить суммарную численность учащихся в учреждениях каждого типа и суммарную численность для каждой возрастной категории (младшие классы, среднее звено, старшеклассники).

### **Школьная сеть как фактор консервации и развития сельского социума**

Исследование школьной сети с помощью ГИС показывает, что она функционирует как классическая «нодальная» (по Б. Б. Родману) структура с узлами в виде базовых школ и деревнями-клиентами, при этом не представляется возможным говорить об однозначной «вложенности» этой сети в мозаику административно-территориального деления сельских поселений. Наличие в «кусте» населенных пунктов школы является последним и зачастую решающим фактором сохранения стабильности, особенно если эта школа имеет интернат, способна обеспечить набор профилей, условия для занятия физической культурой и т. д. Закрытие школ (даже начальных) является «триггерным» событием, запускающим процесс омертвления целых фрагментов расселенческой сети. Таким образом, школьная сеть является важнейшим индикатором состояния и трансформации системы расселения сельской России. Следовательно, управление образованием не должно решать вопросы конфигурации школьных сетей, исходя только из своих затратных соображений, но должно ориентироваться на более общие социальные ориентиры.

В условиях повсеместной нехватки средств, упадка традиционной сельской экономики, депопуляции управление в сфере образования должно чрезвычайно скрупулезно просчитывать первоочередные точки приложения усилий. Требуется «угадать» перспективные узлы, оси и зоны экономического развития, в которых услуги системы образования окажутся востребованными не только сегодня, но и в будущем. Однако такое профессиональное видение пространства не может появиться «ниоткуда», оно, безусловно, нуждается в реализации предваряющей процедуры территориального планирования. Следовательно, возникает необходимость разработки методологии управления образовательными системами на основе сопряженного социально-педагогического и социально-географического анализа муниципального образовательного пространства (МОС).

На базе исследования свойства однородности МОС вычленяются перспективные функциональные части образовательного пространства, различающиеся специализацией, актуальной и потенциальной ролью, в предоставлении образовательных услуг. Анализ конфигурации МОС позволяет группировать мелкие ячейки образовательного поля в крупные районы коннекционного характера, в пределах которых возможно проектирование различных сетей, важных для образовательных систем – транспортных, информационных, методических, кадровых и т. д. Наконец, исследование коннекционности – связей и взаимодействия между различными частями образовательного пространства – обязательно для выявления перспективных образовательных округов – территориальных систем, обладающих целостностью благодаря связывающим их потокам, – и для разработки методов упреждающего управления МОС в целом регионе.

Осуществленное в рамках данного пилотного проекта ГИС-моделирование позволило подтвердить ранее обоснованные гипотетически узловые структуры образовательного поля, а также установить типологию элементарных узловых

структур образовательного поля, вскрыть строение (модель состава) узловых структур муниципального уровня, обнаружить типы отношений между различными элементарными узловыми структурами, охарактеризовать тенденции развития композитных муниципальных образовательных систем, прогнозировать траектории эволюции (тренды развития).

Основной специальный слой ГИС-модели связан с типологией образовательных учреждений, которая является результатом классификационной разработки и учета основных параметров (по которым обычно ведется отраслевой мониторинг системы образования в регионах), а также нескольких дополнительных: число учащихся; полнота набора возрастных ступеней контингента учащихся; размеры области тяготения, или, иначе, степень компактности микрорайона обслуживания; развитость инфраструктуры вмещающего пространства (другими словами, представленность других составных элементов образовательного пространства – домов культуры, библиотек, медицинских учреждений, спортивных школ и клубов и т. д.).

#### Библиографический список

1. Груздев, М. В. Оптимизация образовательного пространства российской провинции на основе политики регионального развития [Текст] // Народное образование. – 2004. – № 1. – С. 76–90.
2. Майкл, Н. ДеМерс Географические информационные системы. Основы [Текст] : [пер. с англ.] / Н. Майкл. – М. : Дата+, 1999. – 489 с.
3. Шаши Шекхар, Санжей Чаула Основы пространственных баз данных [Текст] : [пер. с англ.] / Шекхар Шаши, Чаула Санжей. – М. : КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004. – 336 с.