

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ

И.М. Михаилиди, Е.Д. Кошелева, А.А. Цхай

Предлагается архитектурное решение по созданию распределенных территориальных информационных систем в природопользовании на базе сервера ГИС-приложений, предоставляющего клиентам прикладные ГИС-сервисы. Рассматриваются преимущества предлагаемого подхода и приводятся примеры реализации.

Территориальные информационные системы

Несмотря на огромную востребованность, применение геоинформационных технологий в природопользовании часто сдерживается по очень простой причине - экономической нецелесообразности. Программное обеспечение геоинформационных систем (ГИС) до сих пор стоит очень дорого, а используется во многих задачах лишь на 10-20 %. При этом часто возникает необходимость интеграции ГИС с другими программными комплексами, что, в результате, приводит к достаточно сложным конфигурациям, к завышенным требованиям к ресурсам компьютера и неудобствам в работе из-за отсутствия единого интерфейса. В частности, это касается задач инвентаризации и учета природных ресурсов.

Информационная поддержка управления природными ресурсами должна осуществляться с помощью специализированных территориальных информационных систем (ТИС). Это прикладные системы для конкретной территории, использующие, в частности, геоинформационные технологии для доступа к пространственным данным. Набор операций ГИС, который обычно используется в этих системах - это операции визуализации карт с функциями масштабирования и навигации, операции картографического поиска, обслуживание фиксированных пространственно-логических запросов, создание и вывод фиксированного набора карт. То есть, в состав ТИС должны входить электронные атласы территории, с которыми пользователь может работать совершенно так же, как с обычными атласами, с той лишь приятной разницей, что информация в электронных атласах постоянно обновляется.

Архитектура ТИС

В настоящей работе рассматривается один из подходов к созданию многопользовательских распределенных территориальных

информационных систем, включающих ограниченную функциональность ГИС.

Основой такой ТИС является классическая трехуровневая архитектура: клиент - сервер приложений - сервер данных, с использованием серверов функциональности ГИС (серверов приложений ГИС), которые могут работать с клиентскими приложениями разного класса. Однако на среднем уровне вместо сервера базовых ГИС-служб предлагается использовать сервер прикладных ГИС-служб.

Основными критериями при разработке данного подхода являлись экономичность и гибкость системы. Более конкретно, преследовались следующие цели:

- максимальная облегченность клиентских приложений;
- минимизация набора необходимых функций ГИС;
- возможность работы с ГИС-службами, реализованными в разных ГИС-продуктах;
- относительная независимость от используемой технологии передачи данных между клиентом и сервером;
- легкость модификации системы при изменении стандартов передачи пространственных данных.

Первая цель, очевидно, достигается использованием многоуровневой архитектуры при разработке прикладной ГИС и полным переносом необходимой функциональности ГИС из клиентской части системы в серверную.

Многоуровневая архитектура дает возможность сосредоточить основные операции, производимые ТИС, на среднем уровне, оставив на долю клиента только интерфейс, что способствует удешевлению внедрения, повышению отказоустойчивости системы, а также обеспечению ее адаптируемости к изменениям и более рациональному использованию ресурсов компьютерной сети.

Однако достижение всех остальных поставленных целей требует существенных из-

менений на среднем уровне, то есть, в архитектуре самого сервера ГИС-приложений.

Поскольку нашей задачей является создание облегченных прикладных геоинформационных служб, которые можно легко интегрировать в территориальную информационную систему, то, прежде всего, предлагается заменить базовые ГИС-сервисы на прикладные ГИС-службы.

Прикладные ГИС-службы разрабатываются как объектные компоненты, каждый из которых является сервером автоматизации и может предоставлять свои объекты, их свойства и методы другим компонентам системы. Часть этих объектов реализует подмножество общих операций ГИС, другая же часть реализует собственно прикладную функциональность.

Еще одной важной чертой предлагаемого подхода является система формирования картографического изображения, внешняя по отношению ко всем прикладным ГИС-службам. В задачи этой системы входит подготовка картографического изображения для разных клиентов. Это могут быть и интернет-клиенты различного типа, связывающиеся с сервером приложений через Web-сервер, и интранет-клиенты, использующие другие технологии связи с сервером, например DCOM (Distributed Component Object Model).

Выделение операций формирования изображения в отдельную систему не только

позволяет добиться еще большей экономичности при создании ГИС-служб, но и делает территориальную информационную систему более адаптируемой к различным клиентам и изменениям стандартов передачи изображений.

Таким образом, сервер прикладных ГИС-служб состоит из собственно сервера (управляющей программы), набора прикладных ГИС-служб, каждая из которых реализует функциональность прикладной ГИС, и системы формирования картографического изображения. В функции сервера входит загрузка вызываемой клиентом прикладной ГИС-службы и ее инициация с нужными параметрами. Все остальные операции выполняют сами службы.

Общая архитектура территориальной информационной системы в этом случае изображена на рис.1. По сравнению со схемой стандартного сервера ГИС-приложений здесь предлагается следующее:

- замена общих ГИС-служб прикладными ГИС-службами;
- декомпозиция сервера ГИС-приложений на простой модуль запуска ГИС-служб, прикладные ГИС-службы и систему формирования изображения;
- открытость сервера ГИС-приложений для подключения новых прикладных ГИС-служб.

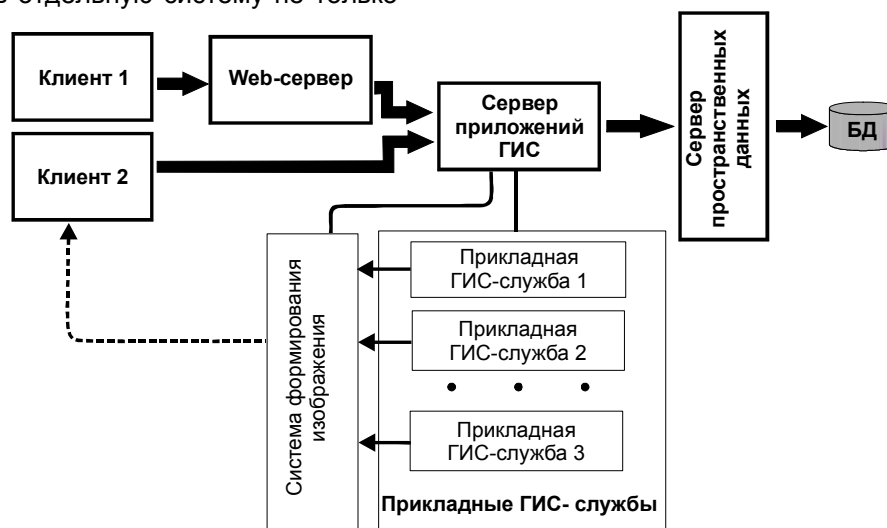


Рис. 1. Архитектура распределенной территориальной информационной системы

Прикладные ГИС-службы

С точки зрения пользователя каждая прикладная ГИС-служба в ТИС представляет собой интерактивный электронный тематический атлас, позволяющий просматривать

как пространственные, так и атрибутивные данные.

Содержание и структура каждого атласа определяется его темой. В простейшем случае атлас имеет одноуровневую структуру и

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ

представляется серией карт. Например, структура атласа «Недропользование» может выглядеть так, как показано на рис. 2.



Рис. 2. Структура атласа «Недропользование»

Атласы природных ресурсов содержат карты состояния каждого ресурса в различных временных срезах.

Все карты используют одну и ту же топооснову территории и находятся в одинаковой проекции. Атлас может содержать крупно масштабные врезки на отдельные районы изображаемой территории.

Кроме того, с каждым тематическим атласом обычно связана своя структура описательной информации по территориальным объектам, а также фиксированные процедуры ее обработки.

Если рассматривать тематический атлас как класс объектов верхнего уровня в территориальной информационной системе, то этот класс будет представлен следующим набором свойств:

- структура атласа (список разделов и подразделов);

- список тематических карт каждого раздела и/или набор параметров, однозначно определяющих карту раздела;

- общая система условных обозначений (легенда) в целом для атласа и методы получения частных легенд для отдельных разделов и карт атласа;

- правила генерализации;

- набор территориальных объектов, представляющих интерес для данной темы, и, следовательно, являющихся информационными объектами;

- структура представления описательной информации территориальных объектов, изображаемых на карте, и связанных с ними объектов;

- правила оформления карт для вывода.

Работа с электронным тематическим атласом аналогична работе с обычными печатными атласами, за тем лишь исключением,

что набор получаемых карт фактически может варьироваться неограниченно, в зависимости от разработанной структуры атласа и системы параметров, идентифицирующих отдельные карты.

Введение понятия тематического атласа позволяет оперировать с геоданными на более высоком уровне по сравнению со стандартными ГИС: не на уровне слоев, а на уровне карт. Это, в свою очередь, способствует более простому интерфейсу, так как пользователю не надо заботиться о том, как визуализировать каждый слой и в каком порядке слои появляются в карте, а также определять, какие объекты будут видны при различных масштабах. Другими словами, большая часть работы по созданию карты атласа будет выполняться автоматически.

Тематический атлас и карта тематического атласа будут являться главными объектами автоматизации в прикладных ГИС-службах территориальных информационных систем.

Система формирования картографического изображения

Одним из камней преткновения на пути создания распределенных прикладных геоинформационных систем являются вопросы формирования картографического изображения в клиентском приложении. Если графические данные передаются клиентам в векторном формате, то перед разработчиками неминуемо ставится задача, как выделить средства визуализации из состава ГИС и переместить их на сторону клиента, учитывая, что средства визуализации – это один из базовых и весьма объемных компонентов любой ГИС.

В данном подходе предлагается следующее решение. Визуализация объектов в системе распределена по двум уровням: сер-

верная система формирования изображения и клиентская система визуализации.

Серверная часть системы выделяется из прикладных ГИС-служб в отдельный компонент. Задача серверной части разбить изображение на простые геометрические объекты и сформировать соответствующие команды рисования, параметры которых затем передаются клиенту. Реализация этих команд на стороне клиента существенным образом зависит от среды разработки клиентского приложения (Интернет-приложения, DCOM-приложения, приложения для карманных компьютеров).

Преимуществом описанного архитектурного решения является обеспечение независимости прикладных ГИС-служб от конкретных особенностей визуализации графических данных в клиентских приложениях и возможность настройки системы на практически любого клиента. В частности, для использования каких-то новых стандартов передачи векторной графики, разработанных для Интернет-приложений, достаточно всего лишь переписать объекты промежуточной системы формирования изображений так, чтобы они записывались в HTML-страницу необходимый XML-код. При этом прикладные ГИС-службы, реализующие логику формирования карты и работу, с ней не меняются.

Примеры реализации

Описанный подход использовался при разработке территориальной информационной системы «Алтай», предназначенной для целей управления и общей информации широких слоев населения. В частности, были реализованы 3 прикладные ГИС-службы системы: «Социально-экономический атлас», атлас «Недропользование» и «Туристический атлас».

ГИС-служба «Социально-экономический атлас» предназначена для отображения на карте социально-экономической информации по Алтайскому краю. Атлас имеет достаточно разветвленную иерархическую структуру, отражающую структуру социально-экономических показателей, и позволяет пользователю динамически получать карты по выбранным показателям в нужном временном разрезе. Для визуализации показателей атлас использует несколько типов легенд, допуская выбор нужного типа. Все остальные картографические объекты имеют фиксированные легенды, основанные на картографических стандартах. Основными информационными объектами атласа являются административные

районы и города Алтайского края. По каждому из этих объектов можно запрашивать значения любых социально-экономических показателей, которые будут представлены в табличном виде. Кроме того, можно выполнять поиск этих объектов на карте и позиционировать карты к выбранным объектам.

Атлас «Недропользование» предназначен для создания карт фонда недр Алтайского края по разным группам полезных ископаемых. Атлас использует разработанную для карт фонда недр систему условных обозначений. Основными информационными объектами атласа являются рудные районы, месторождения и рудопроявления, лицензионные участки. С этими объектами связаны другие некартографические информационные объекты, такие как, например, недропользователи. Как и в предыдущем случае, атлас может обслуживать запросы на получение информации по объектам карты, осуществлять поиск нужных объектов и позиционировать карты к выбранным объектам. Атлас «Недропользование» имеет 2 уровня генерализации.

Туристический атлас предоставляет карты достопримечательностей, туристических зон и предприятий туробслуживания Алтайского края и Республики Алтай.

Все описываемые ГИС-службы используют на нижнем уровне конструктор ShapeObjects для реализации функциональности ГИС. Конструктор является оригинальной авторской разработкой реализованной на базе открытого кода класса ShapeIO 2.0, предоставленного Кеннетом Р. МакВэем (Kenneth R. McVay).

Сервер ГИС-приложений системы обеспечивает обслуживание как клиентов DCOM, так и клиентов Интернет.

Для реализации клиента DCOM использовалась среда разработки Microsoft Visual Basic 6.0.

При разработке Интернет-решения была выбрана следующая среда разработки:

1. Web-сервер - Microsoft Internet Information Server 5.0.

2. Технология, обеспечивающая связь сервера ГИС-приложений с Web-сервером – ASP.net.

3. Стандарт передачи векторной графики – SVG (Scalable Vector Graphics).

Интернет-клиент территориальной информационной системы «Алтай», работающий в браузере Microsoft Internet Explorer, показан на рис. 3.

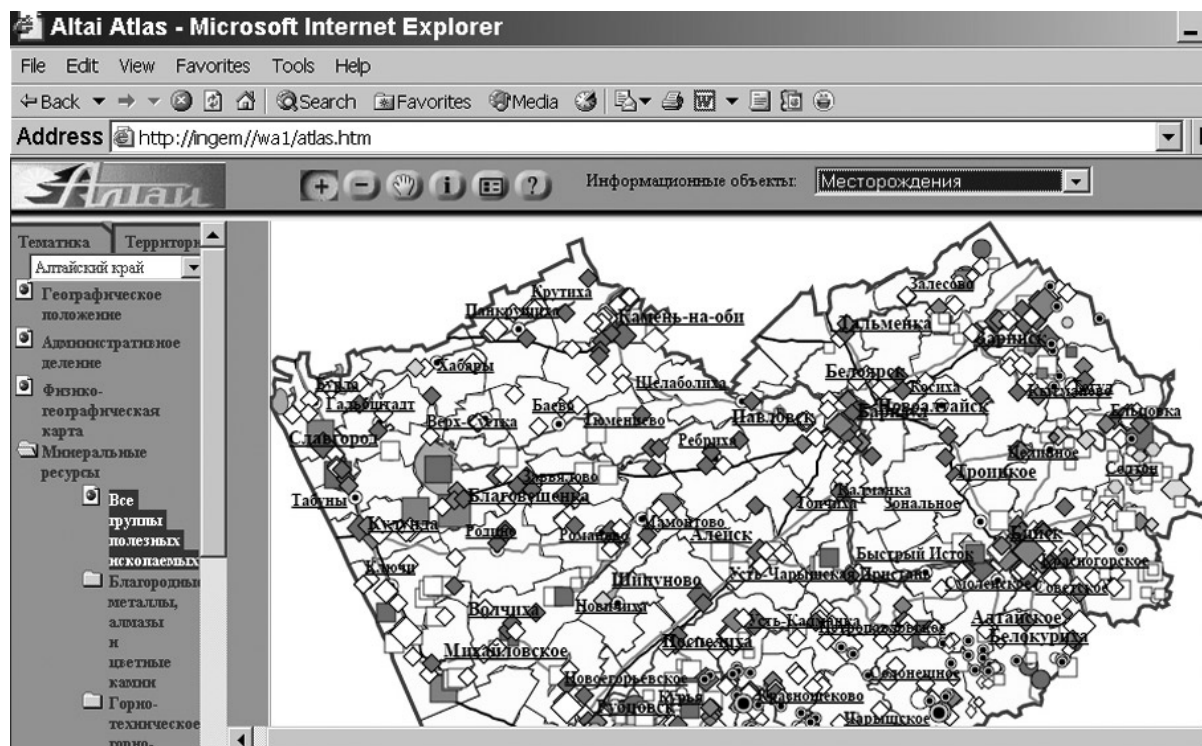


Рис.3. Интернет-клиент территориальной информационной системы «Алтай», атлас «Недропользование»

Развитие подхода для создания моделирующих ТИС

Предложенный подход можно с успехом применить и для создания и более сложных специализированных территориальных информационных систем, включающих элементы географического анализа и математического моделирования.

Рассмотрим два примера, актуальных для такой территории, как Алтайский край.

В качестве первого примера могут служить задачи прогнозирования изменений состояния компонентов экосистемы «грунтовые воды – почвы – поверхностный сток» под воздействием антропогенной деятельности, изменяющей гидрологический режим в бассейнах рек (орошение, загрязнение, засоление) [3]. В частности, такие задачи ставятся в связи с возобновлением в 2002 году строительства Бурлинского канала для переброски части воды из Обского водохранилища по руслу реки Бурла [4]. Совместный анализ гидрологических, геологических, геохимических и мелиоративных условий, а также вопросов управления водными ресурсами на этой территории с неизбежностью влечет за собой необходимость использовать моделирующую территориальную информационную систему.

В состав ТИС для решения таких задач должны входить ГИС-службы, формирующие следующие карты:

- физическая карта,
- климатические карты,
- карта почв,
- геохимическая карта,
- ландшафтная карта,
- карта водосборных бассейнов,
- карты поверхностных стоков

и ряд других специализированных карт. Информация с этих карт используется при численном моделировании совместного движения поверхностных и подземных вод [1, 2].

В результате проведенного исследования по гранту Президента РФ для поддержки ведущих научных школ РФ (№ НШ-22.2003.5) была предложена математическая модель движения подземных и поверхностных вод, во-первых - достаточно полная, во вторых - реализуемая на доступных компьютерах и, в третьих – позволяющая в условиях Алтайского края собрать необходимую эмпирическую информацию. Реализация этой модели должна включаться в прикладную ГИС-службу, формирующую результирующую карту изменений водного баланса территории.

Другой актуальной проблемой природопользования и управления является несоответствие территориальной организации сельско-

хозяйственного производства имеющимся природным ландшафтам [5]. После поднятия целинных и залежных земель территория Алтайского края оказалась распаханной до 70-90%. Распашке подвергались эрозионно-опасные склоны, террасы рек, массивы засоленных почв, территории подверженные дефляционным процессам, были сведены многочисленные колки и лесные массивы и т.д. Нерациональная территориальная организация агроландшафтов Алтайского края является фактом, и до сих пор способствует аридизации климата, является причиной деградации почв и снижения эффективности сельскохозяйственного производства.

Подобное несоответствие может быть хорошо выявлено и продемонстрировано (рис. 4), если в качестве исходных данных используются сразу несколько карт различного содержания:

1. карты сельскохозяйственного землепользования («Сибземкадастрсъемка» ВИСХАГИ);
2. карты участков орошения, с элементами ГТС, проводящей и оросительной сети («Алтайводпроект»);
3. почвенные карты (Львовский госуниверситет, НИЛ-50 Географии и мелиорации почв);
4. космические снимки QuickBird компании Digital Globes единой системе координат UTM (Google Maps 2006 г. - 5 км).

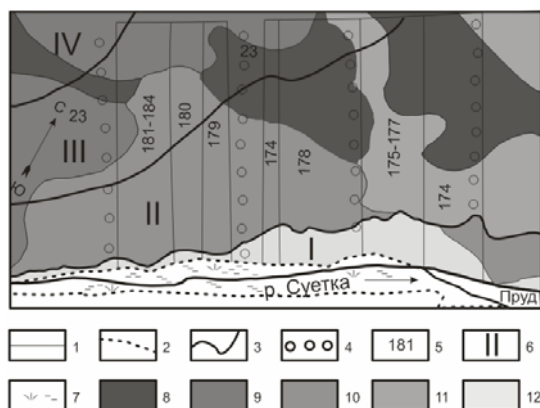


Рис. 4. Фрагмент карто-схемы территориальной организации агроландшафтов Крутихинского района Алтайского края

Обозначения. 1 - границы землепользований; 2 - границы поймы р. Суетки; 3 - границы террас р. Суетки; 4 - лесополосы; 5 - номера землепользователей; 6 - номера террас р. Суетки; 7 - пойма р. Суетки; 8 - черноземы выщелоченные среднеспособные малогумусные; 9 - черноземы обыкновенные

среднеспособные малогумусные; 10 - черноземы обыкновенные среднеспособные маломощные слабосмытые; 11 - черноземы выщелоченные среднеспособные малогумусные слабосмытые в комплексе с лугово-черноземными выщелоченными среднеспособными малогумусными слабосмытыми почвами до 10-25%; 12 - лугово-черноземные солончаковые среднеспособные малогумусные почвы в комплексе с солонцами лугово-черноземными корковыми солончаковыми высокогипсовыми до 10-25%.

На приведенном фрагменте карто-схемы территориальной организации агроландшафтов Крутихинского района имеет место несоответствие территориальной организации хозяйства природной структуре ландшафтов, а именно:

- земельные участки нарезаны без учета рельефа местности, охватывают различные террасы реки Суетки;
- лесные полосы расположены вдоль склона, что усиливает эрозию почв под воздействием направленных весенних потоков талых вод;
- лесополосы отошли к частным землепользователям (землепользования 174, 178);
- земельные участки вплотную примыкают к пойме;
- несоблюдение водоохранной зоны обуславливает смыв почвенных частиц в пойму реки, заиливание стариц и проток, снижение уровня воды в русле.

В целом для решения обозначенных узкоспециализированных проблем необходимо создание территориальной информационной системы сельскохозяйственного использования земель Алтайского края. Создание ТИС обеспечит условия для осуществления системного подхода к управлению сельскохозяйственным производством и позволит наладить интенсивный информационный обмен между специалистами различных областей знаний и практической деятельности.

Система должна иметь несколько уровней, согласно иерархии природных территориальных комплексов, с одной стороны, а так же в соответствии с потребностями управления сельскохозяйственным производством на уровне края, района, хозяйства, с другой стороны:

В целом территориальная информационная система сельскохозяйственного использования земель Алтайского края должна решать следующие задачи:

- определение характеристик природных и техногенных полей распределения химических элементов и их комплексов, степень

их «техногенизации», присущую агроландшафтам;

— выявление эколого-геохимических компонентов ландшафтов и динамики риска здоровья для населения края в зависимости от типов пищевых цепей; дать краткосрочный прогноз состояния здоровья населения;

— оценка уровня геохимических преобразований аграрных ландшафтов в целях лучшей организации агрохимических мероприятий в условиях напряженной экологической и финансовой обстановки;

— определение и картографическое отображение изменения в водном балансе территории, в случаях хозяйственного перераспределения поверхностного и речного стока бассейнов рек и другие.

Выводы

Обобщая изложенное, определим ключевые решения предлагаемого подхода для создания территориальных информационных систем с элементами картографического интерфейса:

1. Многоуровневая архитектура.
2. Сервер прикладных ГИС-служб вместо сервера стандартных ГИС-служб.
3. Отделение системы формирования картографического изображения от ГИС-служб.
4. Компонентно-объектный подход при реализации прикладных ГИС-служб и системы формирования изображения.
5. Разделение функций визуализации между сервером приложений и клиентом.

В целом следует отметить, что использование описанного подхода существенно

упрощает разработку распределенных территориальных информационных систем, позволяя создавать гибкие и экономичные решения для каждого конкретного случая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цхай А.А., Кошелев К.Б., Ким Н.Ю. Модель взаимодействия подземных и поверхностных вод для системы поддержки принятия решений // Информационные системы в экономике, экологии и образовании. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2002. – С.39-41.
2. Цхай А.А., Кошелев К.Б., Кошелева Е.Д. Научно-технические разработки в области природообустройства: Численное моделирование совместного движения поверхностных и подземных вод в системе поддержки принятия решений // Научное обеспечение АПК. Инновационные проекты, научные разработки, консалтинговые услуги. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – С. 68.
3. Кошелева Е.Д., Цхай А.А., Кошелев К.Б. Численное моделирование совместного движения поверхностных и подземных вод в системе поддержки принятия решений // Вестник АГАУ. – № 3 (19), сентябрь. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – С.12-16.
4. Кошелева Е.Д. Моделирование процессов формирования речного стока и взаимодействия поверхностных и грунтовых вод в зоне строительства Бурлинской оросительной системы // Вузская наука – сельскому хозяйству. Международная научно-практическая конференция: Сборник статей, в 2 кн., Изд-во АГАУ, 2005, кн.2. – С.292-298.
5. Казанцева Л.Г., Кошелева Е.Д., Жданов С.А. Проблемы территориальной организации агроландшафтов Алтайского края // Идеи В.В. Докучаева и современные проблемы развития природы и общества: Сборник научных статей. – Смоленск: Универсум, 2006. - С. 207.