

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет Информатики
Кафедра теоретических основ информатики

УДК 681.03

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ В ГАК
Зав. кафедрой, д.т.н., проф.

_____ Ю. Л. Костюк
« ___ » _____ 2005 г.

Гульбин Константин Геннадьевич

**РАЗРАБОТКА ФУНКЦИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЛОГООБЛАГАЕМОЙ
БАЗЫ ЗЕМЕЛЬ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН НА ОСНОВЕ
ОВЕРЛЕЯ СЛОЕВ В СРЕДЕ ARCGIS**

Дипломная работа

Научные руководители,
зав. кафедрой, д.т.н., проф.

Костюк Ю. Л.

ст.преп., к.пр.инф.

Трофимова С.Ф.

Исполнитель,
студ.гр. 1401

Гульбин К.Г.

Электронная версия дипломной работы помещена
В электронную библиотеку. Файл
Администратор

Томск - 2005

Реферат

Дипломная работа, 38 с., 12 рис., 5 табл., 5 источников, 2 приложения

ГЕОИНФОРМАТИКА, САНИТАРНО-ЗАЩИТНАЯ ЗОНА, ArcGIS, VISUAL BASIC,
АЛГОРИТМЫ НАХОЖДЕНИЯ ОВЕРЛЕЯ МНОГОУГОЛЬНИКОВ.

Объект исследования – процедура установления набора свободных участков санитарно-защитных зон предприятия, подлежащих налогообложению (с учетом пересечений с санитарно-защитными зонами других предприятий, вычленения земель общего пользования, не облагающихся налогом, вычленения других объектов, размещенных на территории санитарно-защитных зон), оверлейные алгоритмы.

Цель работы – реализация алгоритма оверлея слоев для установления набора свободных участков санитарно-защитных зон предприятия с использованием встроенного в ArcGIS и самостоятельно реализованного алгоритмов оверлея многоугольников.

Методы исследования – экспериментальный на ЭВМ.

Результаты работы: реализованы функции расчета площади свободных земельных участков санитарно-защитных зон предприятий для целей налогообложения на основе реализации алгоритмов оверлея слоев в среде ArcGis, реализован алгоритм Вейлера-Азертонна для нахождения пересечения многоугольников, произведено его сравнение со встроенным в ArcGIS алгоритмом.

Содержание

Реферат	1
Содержание	3
Введение	4
1. Реализация в ГИС работы с пространственной информацией.	5
1.1. ArcGis – геоинформационная система нового поколения.....	5
1.2. Ввод, хранение, редактирование пространственной информации.....	7
1.2.1. Ввод пространственной информации.....	8
1.2.2. Хранение пространственных данных.....	8
1.2.3. Редактирование пространственных данных.....	9
1.3. Операции анализа, как основа ГИС.....	10
1.3.1. Аналитические возможности ГИС.....	10
1.3.2. Наложение покрытий в ГИС.....	11
2. Установление санитарно-защитных зон промышленных предприятий и расчет их налогообложения.....	15
2.1 Основные понятия и структура экологической информации.....	15
2.1.1. Основные понятия, имеющие отношение к СЗЗ и процессу их установления...15	
2.1.2. Структура экологической информации.....	16
2.2 Методы расчета СЗЗ.....	20
2.3. Процесс расчета налогообложения СЗЗ для одного объекта с использованием ГИС ArcGIS.....	23
2.3.1. Процесс разбиения СЗЗ на участки монотонности земельного налога.....	23
2.3.2. Анализ участков монотонности земельного налога для определения налогообложения СЗЗ.....	26
2.3. Визуализация результата и перенос его в подготавливаемый документ.....	26
3. Алгоритмы построения оверлеев многоугольников.....	28
3.1. Обзор алгоритмов построения оверлеев многоугольников.....	28
3.1.1. Алгоритм Сазерленда - Ходжмана.....	28
3.1.2. Алгоритм Леонова.....	28
3.1.3. Алгоритм Холверда.....	28
3.1.4. Алгоритм Маргалита - Кнотта.....	29
3.1.5. Триангуляционный алгоритм.....	29
3.1.6. Линейно - узловый алгоритм.....	29
3.2. Алгоритм Вейлера - Азертон. Его практическая реализация.....	29
4. Заключение.....	32
Список использованных источников.....	33
Приложение 1. Руководство пользователя.....	34
Приложение 2. Руководство программиста.....	36
Классы.....	36
Класс clsPolygon.....	36
Класс MyLine.....	36
Класс MyListHeader.....	37
Класс MyListClass.....	37
Модули.....	37
VarModule.....	37
SZZWork.....	37
VisualizationModule.....	38
VeylerAzertonModule.....	38

Введение.

Промышленные предприятия, являясь серьезным фактором загрязнения окружающей среды, выводят из хозяйственного оборота значительные территории. Загрязненность прилегающих к предприятиям территорий делает невозможным на них проживание, ограничивает их использование в целях сельскохозяйственного производства (посевов сельскохозяйственных культур, пастбищ для скота и сенокосов), рекреационных и иных целях. Санитарно-защитной зоной (СЗЗ) называется территория в пределах между границей промышленного предприятия и границей жилой застройки, устанавливаемая для снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха до требуемых гигиенических норм, то есть на этой территории превышены предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ. СЗЗ являются территориями жесткого регулирования функционального использования. В этих условиях, очень актуальными являются вопросы налогообложения земель СЗЗ предприятий – предприятия должны платить налоги за вывод территории из хозяйственного оборота. Для управления этой информацией (ведения реестра предприятий и их СЗЗ) была разработана геобазы данных в среде ArcGIS, интерфейс к которой реализован в дипломной работе Титова О.В.

Целью данной работы является разработка функций данного приложения для определения налогооблагаемой площади земель СЗЗ. В общем виде, определение производится по следующей схеме: из общей площади СЗЗ исключаются площади занятых земель и земель, за которые не платятся налоги, определяется принадлежность ценовой зоне, вычисляются пропорции в которых предприятия должны платить за эту земли в случае перекрытия СЗЗ разных предприятий.

Для целей проведения расчетов было предложено использовать возможности оверлейного анализа, являющегося составной частью ГИС-технологии. Основой оверлейного анализа являются алгоритмы определения точки многоугольнику, определения пересечения линий и многоугольников, принадлежности линии многоугольнику, нахождения перекрытия многоугольников для определения разности, пересечения, суммы многоугольников. Реализация алгоритма нахождения оверлея многоугольников и сравнение ее с встроенным в ArcGIS алгоритмом также было выполнено в ходе работы.

1. Реализация в ГИС работы с пространственной информацией.

1.1. ArcGis – геоинформационная система нового поколения.

В качестве базовой ГИС для данной работы была выбрана геоинформационная система ArcGIS версии 8.2, разработанная ведущим производителем программного обеспечения для ГИС - Институтом Исследований Систем Окружающей Среды (Environmental Systems Research Institute, ESRI).

ArcGIS 8.2 – геоинформационная система нового поколения, которая характеризуется следующими признаками:

1. Система состоит из нескольких приложений, каждое из которых наиболее удобно для выполнения определенных действий, хотя функционально эти приложения зачастую перекрываются:

- ArcMap – ведущее приложение, основными функциями которого являются работа с пространственной информацией, представленной в графическом виде и формирование отчетов. Окружение ArcMap можно модифицировать любым образом, подстроив его под свои нужды.

- ArcCatalog – приложение для навигации между источниками данных и внутри них. Открыв с его помощью папку, базу данных или интернет-сервер, пользователь получает возможность изучать его содержимое, искать нужные источники данных, изучать сами данные, узнавать и изменять метаданные источника данных, а также изменять сам источник данных: добавлять атрибуты, реорганизовывать его структуру.

- ArcToolbox – приложение для анализа данных. Аналитические функции ArcToolbox делятся на следующие группы: Data Management Tools – для изменения топологии покрытий, проекции и атрибутов карты; Analysis Tools – для анализа пространственной информации (нахождение объединений, пересечений, буферных зон, статистические функции, объединение наборов данных); Conversion Tools – для преобразования одной формы представления пространственной информации в другую; My Tools – набор из функций, добавленных этот раздел пользователем: это могут быть наиболее часто используемые функции ArcToolbox либо произвольные функции, созданные/импортируемые пользователем.

- 3D Analyst – для просмотра трехмерных пространственных данных, их анализа и создания трехмерных данных из двумерных.

2. Эти приложения созданы с использованием объектных моделей данных ArcObjects, основанных на технологии COM (Microsoft's Component Object Model). Программист имеет возможность создавать приложения, имеющие практически любую функциональность этих компонент, включая возможности визуализации, создания пользовательских интерфейсов и т.п. Кроме того, данная особенность позволяет легко интегрировать БГД с другими системами, имеющими самое различное назначение

3. Для хранения и внутреннего представления пространственной информации используется новая для ГИС модель данных - база геоданных. До этого в ГИС использовались, следующие способы описания пространственной информации:

- Модель САПР: основана на хранении в виде файлов точек, линий и полигонов, с которыми может быть связано небольшое количество атрибутивных данных, имеющих второстепенное значение.

- Модель данных ГИС первого поколения (модель покрытия): модель, в которой пространственная информация скомбинирована с атрибутами. Графические данные хранятся в двоичных файлах, оптимизированных для быстрого отображения и доступа к ним, а атрибутивная информация – в таблицах, записи с атрибутами связаны с графическими объектами отношением 1:1. Эта модель поддерживает возможность использования топологических отношений между векторными объектами.

В отличие от указанных способов описания, база геоданных (БГД) представляет собой расширение концепции реляционной базы данных, она поддерживает модель топологически связанных пространственных объектов, сходных с моделью покрытия, но, помимо этого, позволяет задавать отношения между классами пространственных объектов, создавать собственные объекты с новыми качествами, моделируя объекты реального мира. Рассмотрим ключевые особенности модели БГД:

- Объекты, хранящиеся в БГД, одновременно связаны с объектами физической модели и имеют свое описание в логической модели данных, что позволяет поддерживать одновременно как физическую связность, так и связность на объектном уровне.

- Организация проверки ограничений целостности при вводе/редактировании пространственной информации: ограничения целостности задаются пользователем при моделировании БГД. Это могут быть не только ограничения на значения атрибутов, но и

сложные правила (например, ограничение вида «размещение объекта А на заданном или меньшем расстоянии от В запрещено»).

- Работа с конкретизированными объектами – например, вместо точек можно работать с деревьями, а вместо линий – с дорогами, ЛЭП и т.п.

- Объекты имеют более богатый контекст. Это позволяет, например, узнать, что произойдет с объектом А при переносе связанного с ним объекта В, как изменится его содержание.

- Хранилище данных унифицировано: данные могут располагаться на сервере, с установлением различных приоритетов доступа к ним для различных пользователей.

Предпочтение было отдано ArcGIS по следующим критериям:

1. В ней удобно работать с географической информацией и табличными данными;
2. Наличие возможностей как разрабатывать собственные приложения на встроенном Visual Basic for Applications (VBA), так и встраивать в ArcMAP компоненты, выполненные в виде ActiveX DLL-библиотек на любых языках программирования.
3. Открытость для использования объектных моделей данных ArcObjects, имеющих широкую функциональность.
4. Поддержка модели данных базы геоданных (БГД) для хранения и внутреннего представления пространственной информации. В приложении для ведения реестра СЗЗ используется БД предприятий, их промышленных площадок и санитарно-защитных зон.

1.2. Ввод, хранение, редактирование пространственной информации.

Геоинформационные системы являются частным случаем информационных систем, описывающих сложные структуры, существующие в реальном мире (РМ) и связи между ними. Широкое распространение программных продуктов такого рода связано с тем, что РМ описывается огромными объемами данных, анализ которых затруднительно или невозможно производить вручную. Таким образом, для работы с ГИС необходимо иметь средства для ввода пространственной информации, представления ее в удобном для хранения и анализа виде, и для редактирования ранее введенных данных.

1.2.1. Ввод пространственной информации.

Независимо оттого, что у нас за система, и как мы собираемся вводить в нее пространственные данные, она должна отвечать хотя бы одному из двух фундаментальных способов представления графических объектов – растровому или векторному. Самым первым и простым способом ввода пространственных данных являлся способ, при котором данные вводились ячейка за ячейкой вручную. Это очень трудоемкий способ, кроме того, он не защищен от ошибок оператора, вводящего данные. Более современными способами ввода данных являются дигитайзеры и растровые сканеры, автоматически сканирующие бумажную карту или полученные с помощью воздушной (космической) фотосъемки снимки поверхности и преобразующие их в растровую форму. При этом, поскольку карты являются представлением сферической поверхности, спроецированной на плоскость, геометрические данные уже были трансформированы со всеми сопутствующими деформациями форм, площадей, расстояний и углов. Это приводит к необходимости сообщить ГИС о типе использованной проекции для преобразования данных после оцифровки.

1.2.2. Хранение пространственных данных.

Подсистема хранения и редактирования ГИС обеспечивает набор средств для хранения и поддержки цифрового представления данных. Она включает в себя также средства для проверки покрытий на ошибки, которые могут содержаться в данных. Пространственные данные ГИС могут храниться в растровом, векторном или комбинированном виде.

В растровых системах главными данными являются значения атрибутов ячеек растра, которые хранятся в компьютере на жестком диске. Положение каждой ячейки растра определяется относительно положений других ячеек растра, таким образом редактирование связано, главным образом, с правильным относительным положением каждой ячейки растра. Большинство растровых систем поддерживают методы сжатого хранения, такие, как групповое и блочное кодирование, кодирование цепочек растра и квадродережья.

В случае, если мы имеем дело с векторными данными, графика и атрибуты хранятся либо как отдельные таблицы внутри одной БД, либо как самостоятельные наборы данных, связанные набором указателей. Разделение графики и атрибутов требует повышенного внимания к процедурам редактирования, применяемым к графике,

атрибутам и базам данных. Вы можете сделать выборку графических объектов и отобразить их для обнаружения пропусков объектов, отсутствующих связей и незамкнутых полигонов. Делая выборки из таблиц атрибутов, вы сможете просмотреть их отдельно от связанных с ними графических объектов на предмет выявления опечаток, неправильных кодов или даже помещения правильных атрибутов в неправильные колонки таблицы. Наконец, вы можете делать выборку части БД, для проверки соответствия графических данных и связанных с ними атрибутов. Современные ГИС позволяют хранить части своих БД отдельно. Это называется мозаичным размещением (tiling) и используется для уменьшения объема данных, необходимых для единовременного анализа в очень больших БД – выборка только нужных блоков из всей БД уменьшает вычислительные затраты и ускоряет реакцию системы. Помимо этого, мозаика может использоваться для контроля администратора БД над процедурами редактирования и обновления через разрешение доступа только к определенным частям БД. Когда малые части БД доступны для модификации, система поддерживает оригинальную версию всей БД, пока администратор не убедится в корректности реплики. Таким образом можно предотвратить порчу БД несанкционированными пользователями.

1.2.3. Редактирование пространственных данных.

Хотя некоторые ошибки могут происходить в результате несовершенства вычислительных алгоритмов, ошибок кодирования программ и ошибок округления, большинство ошибок все же обусловлено неправильным вводом данных. Потенциальных источников ошибок ввода множество, включая проблемы с самими оцифровываемыми картами. Наиболее утомительным аспектом ошибок является не их источник, а то, что, поскольку такие ошибки очень малы и чрезвычайно трудны для обнаружения, их корректировка требует значительных затрат. В результате преобразования и взаимодействия данных в ходе их анализа, происходят значительные отклонения получаемого в ходе анализа результата от действительного.

Существует три распространенных типа ошибок данных в ГИС. Первый относится, главным образом, к векторным системам и называется графической ошибкой. Этот тип ошибок включает в себя ошибки пропуска объекта, ошибки позиционирования объекта и ошибки неправильного порядка объектов. Второй тип ошибок это ошибки атрибутов, встречающихся как в векторных, так и в растровых системах с одинаковой частотой. Как правило, такие ошибки являются опечатками. Третий тип ошибок – ошибки согласования графики и атрибутов, когда атрибутивная информация приписана не тем графическим объектам, которым она на самом деле принадлежит. Отметим, что ошибки такого рода

нехарактерны для ГИС, использующих концепцию базы геоданных (БГД). В эти системы ошибки такого рода могут попасть только при вводе и не появятся в ходе редактирования готовых данных. Из этих трех типов ошибок в БД ГИС последние два наиболее труднообнаружимы. Помещение неправильно набранных атрибутов в правильные позиции, в большинстве случаев может быть предотвращено применением ограничений целостности на вводимые данные, ошибки же третьего типа вообще невозможно исправить иначе, как вручную.

Помимо функции исправления ошибок, подсистема хранения и редактирования часто используется для преобразования координат. Довольно часто ГИС требуют от пользователя указания проекции вводимых карт, но некоторые (в основном, растровые), системы этого не требуют. В ГИС ArcGIS 8.2. ввод проекции карты является произвольным делом, и если пользователь решает ввести проекцию, он может, как выбрать одну из существующих проекций, так и задать свою собственную. В любом случае, преобразование координат карты в векторных системах необходимо для любого анализа, требующего измерений в системе координат реального мира. Более того, поскольку зачастую не все вводимые карты имеют одинаковые проекции, потребуется их преобразование для обеспечения возможности сравнения покрытий, полученных с разных карт. Для географической привязки вводимых карт могут использоваться опорные точки с точно известными географическими координатами, которые имеются на карте. Для пересчета координат, как в растровых, так и в векторных системах, могут использоваться аффинные, полиномиальные и более сложные преобразования, которые получаются в результате решения уравнений, получаемых из математических моделей проекций.

1.3. Операции анализа, как основа ГИС.

1.3.1. Аналитические возможности ГИС.

Подсистема анализа – главная подсистема ГИС, это то, ради чего они и существуют. Базовым аналитические возможности современных ГИС можно подразделить на несколько категорий:

Элементарный пространственный анализ.

- Подсчет объектов.
- Определение объектов на основе их атрибутов.

Измерения

- Измерение длины линейных объектов.
- Определение линейных мер полигона (длина, ширина) и его ориентации.

- Определение периметра полигона.
- Вычисление площадей полигонов.
- Меры формы (например, измерение извилистости кривой или пространственной целостности полигона).

Классификация

- Агрегирование данных.
- Переклассификация на основе «негеометрических» атрибутов объекта в т.ч. на основе его положения относительно других объектов.
- Переклассификация поверхностей на основе их уклона, азимута, формы и взаимной видимости.
- Построение буферных зон. Буферная зона – полигон с границей, расположенной на определенном удалении от точки, линии или границы области. В связи с тем, что операция нахождения буферной зоны используется в данной дипломной работе, рассмотрим пример буферной зоны от площадного объекта:



Рис.1. Буферная зона от площадного объекта.

Статистические поверхности, в том числе цифровые модели рельефа (TIN).

Пространственные распределения – расстановка, порядок, концентрация или рассеянность, соединенность или бессвязность многих объектов в пределах заключающего их географического пространства.

- Распределения точек (плотность, статистический анализ функции распределения, нахождение ближайшего соседа и диаграмм Вороного).
- Распределения линейных и полигональных объектов.
- Направленность линейных или площадных объектов.

1.3.2. Наложение покрытий в ГИС.

Помимо вышеперечисленных операций анализа, базовой аналитической функцией ГИС являются также операции наложения покрытий (Оверлейные операции, Overlay) – комбинирование картографического представления тематической информации одной выбранной темы с другой. ГИС дают возможность легко выполнять процедуры

наложения, благодаря чему могут возникнуть новые гипотезы, теории и даже законы о пространственных корреляциях. В зависимости от слоев, используемых при наложении, операции наложения покрытий можно разделить на несколько классов, например, попадание точек в полигон, линейных объектов в полигон, наложение полигональных покрытий. В связи с тем, что операции наложения полигональных покрытий широко использованы в данной дипломной работе, рассмотрим их более подробно. Основа наложений полигональных покрытий – попарно применяемое к полигонам булево наложение, иллюстрируемое диаграммами Виенна (рис.1-4).

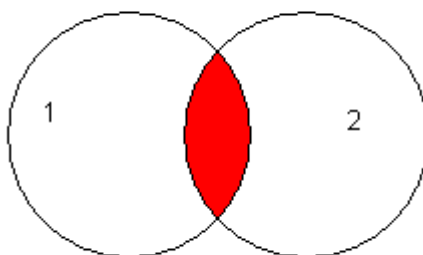


Рис.2. Пересечение площадных объектов.

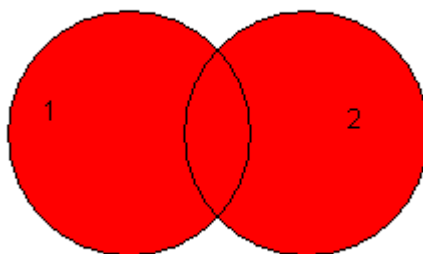


Рис.3. Объединение площадных объектов.

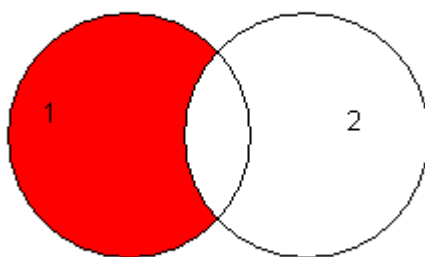


Рис.4. Разность площадных объектов.

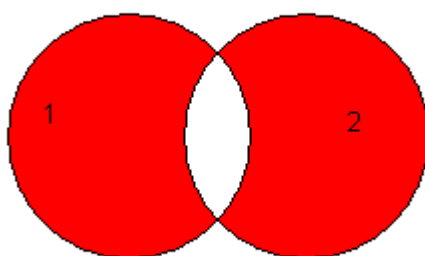


Рис.5. Симметрическая разность (дополнение) площадных объектов.

Проиллюстрируем на примере, каковы будут результаты пространственного наложения трех слоев, если наложение производится на основе операции пересечения (такая операция была использована в данной дипломной работе для расчета перекрытий СЗЗ) – (Рис. 5).

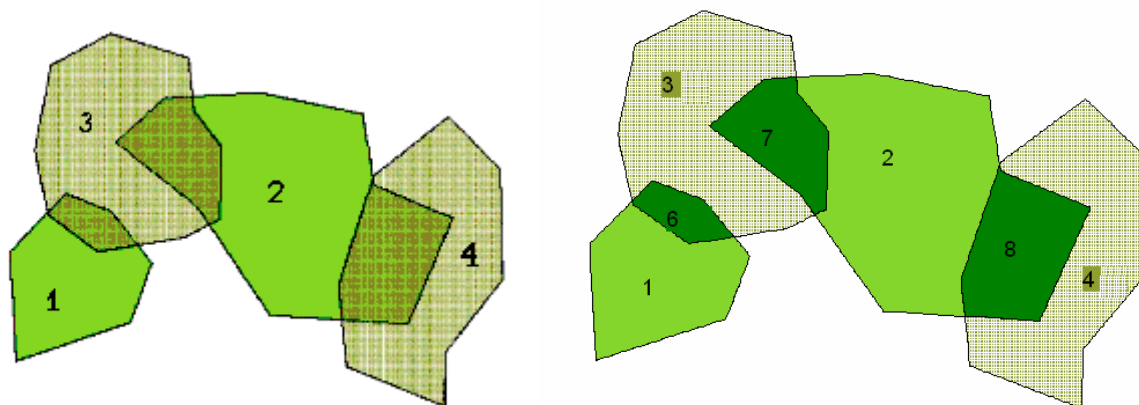


Рис.5. Пример результатов операции наложения слоев площадных данных.

Операция наложения работает не только с геометрической, но и с атрибутивной составляющей объектов. Атрибутивные данные, связанные с объектами на Рис.5. представлена в Табл.1 и 2. (Пусть каждый из 3 исходных слоев имеет 1 атрибут).

Номер полигона	Номер слоя	Значение атрибута
1	1	A
2	1	B
3	2	F
4	2	G

Табл.1. Атрибуты исходных полигонов.

Результатом операции наложения слоев является новый слой, включающий в себя (частично или полностью), атрибутивные значения исходных слоев.

Номер полигона	Значение атрибута слоя 1	Значение атрибута слоя 2
1	A	
2	B	
3		F
4		G
6	A	F
7	B	F
8	B	G

Табл.2. Атрибуты слоя, полученного после выполнения операции наложения.

2. Установление санитарно-защитных зон промышленных предприятий и расчет их налогообложения.

2.1 Основные понятия и структура экологической информации.

2.1.1. Основные понятия, имеющие отношение к СЗЗ и процессу их установления.

Заметим, что экологические нормы (как, например, *Предельно допустимые концентрации (ПДК)* - нормативы, устанавливающие концентрации вредного вещества в единице объема (воздуха, воды), массы (пищевых продуктов, почвы) или поверхности (кожа работающих), которые при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияют на здоровье человека и не вызывают неблагоприятных последствий у его потомства), определяют такие условия, которые могут считаться абсолютно нейтральными с экологической точки зрения. Из этого следует, что небольшая погрешность в их вычислении не является критичной, гораздо опасней недобросовестное выполнение этих нормативов, зачастую приводящее к превышению ПДК во много раз.

С 15 июня 2003 года в России введены в действие санитарно-эпидемиологические правила и нормативы "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03". Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к размеру санитарно-защитных зон в зависимости от санитарной классификации предприятий, сооружений и иных объектов, требования к их организации и благоустройству, основания к пересмотру этих размеров. Первичными понятиями для экологической информации являются:

Зона загрязнения –

территория, в пределах которой приземной слой атмосферы загрязнен вредными веществами сверх допустимых норм, то есть ПДК отравляющих веществ превышены.

Санитарно – защитная зона –

часть зоны загрязнения в пределах между границей промышленного предприятия и границей селитебной территории населенного пункта. Она устанавливается в целях снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха путем проведения мер по очистке промышленных выбросов.

Источник воздействия на окружающую среду и здоровье человека –

объекты, для которых уровни создаваемого загрязнения за пределами промплощадки превышают ПДК и/или ПДУ и/или вклад в загрязнение жилых зон превышает 0,1 ПДК.

Источники загрязнения могут иметь как различную природу, так и различную географическую привязку – это могут быть точечные объекты (например, заводская труба), линейные объекты или же площадные объекты.

Нормативная Санитарно-Защитная зона –

буферная зона от территории объекта, размер которой определяется в соответствии с классом вредности источников воздействия на среду обитания и здоровье человека, зависящих от мощности, условий эксплуатации, характера и количества выделяемых в окружающую среду вредных веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов, а также с учетом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на среду обитания и здоровье человека. В соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов устанавливаются следующие размеры санитарно-защитных зон:

- предприятия первого класса - 1000 м;
- предприятия второго класса - 500 м;
- предприятия третьего класса - 300 м;
- предприятия четвертого класса - 100 м;
- предприятия пятого класса - 50 м.

Достаточность ширины санитарно-защитной зоны должна быть подтверждена выполненными расчетами рассеивания выбросов в атмосферу для всех загрязняющих веществ, распространения шума, вибрации и электромагнитных полей с учетом фонового загрязнения среды обитания по каждому из факторов за счет вклада действующих, намеченных к строительству или проектируемых предприятий. Для современных крупных промышленных комплексов размеры санитарно-защитных зон устанавливаются как единое образование для всех предприятий комплекса, а размеры нормативных санитарно-защитных зон, указанные в данной санитарной классификации, следует рассматривать как ориентировочные. На практике для таких предприятий обычно используется

Расчетная Санитарно-Защитная зона –

Эмпирически рассчитываемая с учетом расположения источников воздействия на окружающую среду и большого количества факторов территория, на которой будут превышены ПДК вредных веществ.

2.1.2. Структура экологической информации.

Прежде всего, отмечу, что экологическая обстановка определяется бесконечным набором факторов, поэтому, как и любая другая информация, используемая для описания систем реального мира, экологическая информация должна отвечать следующему

требованию – рассматривать наиболее важные аспекты, по возможности абстрагируясь от менее важных, и при этом позволять оценить экологическую обстановку с приемлемой точностью. Взаимоотношение “предприятие - окружающая среда” осуществляются следующим образом:

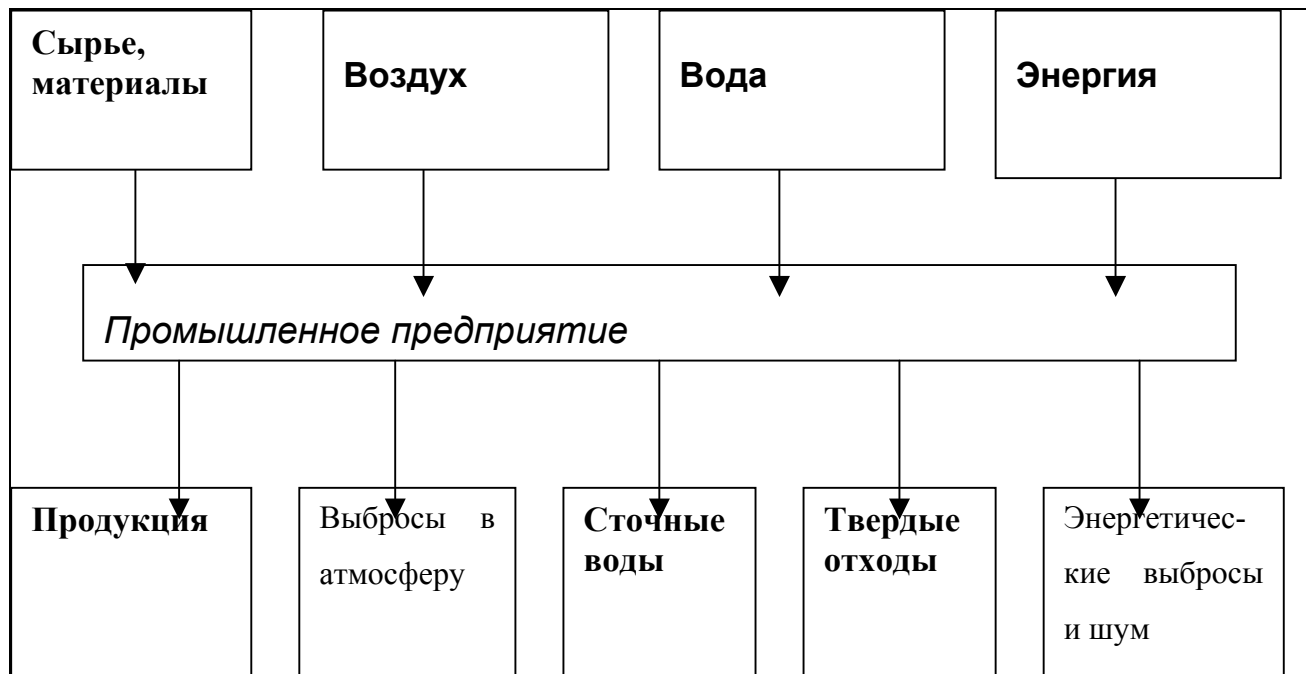


Рис.6. Взаимодействие предприятия с окружающей средой.

Источники получения экологической информации - проекты ПДВ, санитарные паспорта предприятий. В существующей системе предприятие само осуществляет контроль за своими выбросами и сбросами (основным источником для определения их объемов является статистическая отчетность предприятия), оно должно иметь специальный документ - экологический паспорт. Экологический паспорт, как правило, содержит сведения общего характера об используемой технологии (какого типа процесс реализован на предприятии), об источниках воздействия (источниках выбросов, сбросов, образования отходов). Приводятся схемы промплощадок, результаты расчетов рассеяния загрязняющих веществ в окружающей среде и иные материалы.

В ходе дипломной работы была разработана структура данных, пригодная для описания экологического аспекта работы предприятий. В данной схеме предполагается, что одна СЗЗ может быть привязана к нескольким участкам. Это возможно, если мы рассматриваем отдельные промышленные площадки предприятия, как площадные источники загрязнения. На рассеивание вредных веществ в атмосфере сильно влияют климатические условия, в которых расположено предприятие, и в первую очередь, преимущественное направление ветра и его интенсивность. При вычислениях

используется роза ветров для данной местности (график повторяемости направлений), как правило хранящаяся в виде 16 или 8 румбовой шкалы и привязанная отношением 1:1 к таблице регионов (например, таким регионом может служить территория г.Томска в целом). Один и тот же источник генерации загрязнения (например, доменная печь) может иметь множество источников выброса загрязнения – загрязнения воздуха, воды, почвы, шумового и теплового загрязнения, поэтому он должен быть связан в БД с таблицами, содержащими сведения об этих источниках, связями 0..1 к 0..М.

В предложенной схеме данных к присутствуют поля для поддержки возможности произведения сложного расчета СЗЗ, такие, как 'температура выброса', 'высота', 'диаметр трубы' в таблице для источников загрязнения воздуха. Для источников загрязнения и веществ, участвующих в загрязнении воды, почвы и воздуха, кроме того, хранятся следующие характеристики:

Предельно допустимый выброс (ПДВ) - масса вещества в отходящих газах, максимально допустимая к выбросу в атмосферу в единицу времени; ПДВ устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы (и для каждой примеси, выбрасываемой этим источником) таким образом, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников города или другого населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере не создают приземную концентрацию, превышающую их ПДК.

Предельно допустимый сброс (ПДС) - масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. ***ПДС*** - предел по расходу сточных вод и концентрации содержащихся в них примесей - устанавливается для каждого источника сброса отравляющих веществ, с учетом предельно допустимых концентраций в местах водопользования (в зависимости от вида водопользования), ассимилирующей способности водного объекта, перспектив развития региона и оптимального распределения массы сбрасываемых веществ между водопользователями, сбрасывающими сточные воды.

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДК_{рз})- концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов, или при другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю, на протяжении всего рабочего стажа не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследования, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Предельно допустимая концентрация среднесуточная (ПДКсс) - концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании.

Предельно допустимая концентрация максимально разовая (ПДКмр) - концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, не вызывающая при вдыхании в течение 20 минут рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека.

Предельно допустимая концентрация в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДКв) - концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей его жизни и на здоровье последующих поколений, и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования.

Предельно допустимая концентрация в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей (ПДКвр) - концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать вредного влияния на популяции рыб, в первую очередь, промысловых.

Предельно допустимая концентрация в пахотном слое почвы (ПДКп) - концентрация вредного вещества в верхнем, пахотном слое почвы, которая не должна оказывать прямого или косвенного отрицательного влияния на соприкасающиеся с почвой среды и на здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы.

Заметим, что ПДК указывают безопасные концентрации отдельных вредных веществ, а на деле эти вещества могут воздействовать комплексно, из чего следует, что не превышение ПДК по всем видам загрязнения вовсе не означает благополучной экологической обстановки, а СЗЗ, в идеале, должны рассчитываться с учетом этого обстоятельства. На практике, при одновременном присутствии в выбросах n веществ, обладающих суммацией вредного действия, для каждой группы веществ однонаправленного вредного действия рассчитывается безразмерная суммарная концентрация q или концентрации этих веществ приводятся к концентрации одного из них. Безразмерная концентрация q вычисляется по формуле:

$$q = C_1/ПДК_1 + \dots + C_n/ПДК_n$$

Заметим, что, из-за сложности экосистем, ядовитые вещества могут также взаимодействовать друг с другом, образуя гораздо более ядовитые, либо наоборот, безвредные соединения. Таким образом, как мы видим, граница расчетной СЗЗ может в отдельных случаях очень сильно не совпадать с реальной границей территории, на которой опасно проживание людей.

Активность - количественная характеристика радиационного источника излучения, выражаемая числом радиоактивных превращений в единицу времени. В СИ единицей

активности является беккерель (Бк) — 1 распад в секунду (s^{-1}). Иногда используется внесистемная единица кюри (Ки), соответствующая активности 1 г радия.

В Схему данных не вошли *отходы* - остатки сырья, материалов, некондиционные и побочные продукты, использованная и потерявшая свои первоначальные потребительские качества готовая продукция, размещаемые в определенных местах по определенным правилам, с последующим обязательным использованием, переработкой или ликвидацией, захоронением, так как они не влияют на расчет СЗЗ.

2.2 Методы расчета СЗЗ.

Еще в СССР были разработаны весьма детальные методики расчета загрязнения от источников выброса вредных веществ, границ СЗЗ, но они весьма сложны и далеко не всегда применялись на практике.

При установлении границ СЗЗ необходимо учитывать следующее:

1. Вычисление и проектирование СЗЗ с определением их сметной стоимости входит в задачи предприятия, однако так как оно не заинтересовано в этом, на практике зачастую СЗЗ уже действующих предприятий вычисляются органами местного самоуправления.
2. Проектирование СЗЗ в части установления размеров, озеленения, проведения транспортных путей и сетей инженерных коммуникаций, осуществляется в увязке с планированием промышленных предприятий и районов жилой застройки, прилегающих к зонам, а также с проектными материалами, выполняемыми для соответствующего уровня градостроительного проектирования.
3. Территория СЗЗ не должна рассматриваться в качестве резерва для расширения предприятий.
4. При расчете СЗЗ необходимо учитывать, что факела выброса в атмосферу от различных источников могут налагаться, что приводит к увеличению приземных концентраций вредных веществ, и, как следствие, ведет к увеличению размеров СЗЗ.

Расчет зоны загрязнения промышленных предприятий устанавливаются путем расчета рассеивания в атмосфере вредных веществ. Результаты этого расчета представляются в виде изолиний. В населенных пунктах не должно быть превышения ПДК вредных веществ в атмосфере, а на территориях санитарно-охранных зон курортов, зонах отдыха городов с населением более 200 тыс. человек эти концентрации не должны превышать 80% ПДК. Порядок расчета СЗЗ промышленных предприятий по уровням градостроительного проектирования таков:

Уровень проектирования	Масштаб	Характер разработки
Схема районной планировки	1:300000- 1:100000	Устанавливаются размеры зон загрязнения
Проект районной планировки	1:50000- 1:25000	Устанавливаются размеры зон загрязнения и границы СЗЗ промышленных предприятий
ТЭО развития города	1:100000- 1:25000	Устанавливаются размеры зон загрязнения существующих предприятий, размеры СЗЗ с учетом перспектив развития.
Генеральный план города	1:10000-1:1000	Указываются СЗЗ предприятий, устанавливаются источники загрязнения атмосферы.
Проект планировки промышленной зоны	1:2000	Устанавливается архитектурно-планировочная организация СЗЗ, мероприятия, направленные на защиту окружающей среды.
Схема генерального плана промышленного узла	1:25000- 1:10000	Устанавливаются границы зон загрязнения и СЗЗ
Технический проект озеленения и благоустройства СЗЗ	1:10000-1:500	Уточняется планировочная организация СЗЗ, устанавливаются типы и конструкции посадок, агротехника работ по озеленению, составляется смета на озеленение и благоустройство СЗЗ.
Рабочие чертежи озеленения СЗЗ	1:2000-1:100	Выполняются рабочие чертежи на производство работ по озеленению, инженерному оборудованию и благоустройству СЗЗ.

Табл.3. Порядок расчета СЗЗ промышленных предприятий.

Расчет границ СЗЗ может производиться двумя основными способами: расчет от территории предприятия и расчет от источников. Рассмотрим варианты расчета СЗЗ для неких «изолированных» предприятий.

Расчет от территории предприятия: используется, если большая часть источников выброса не является организованными, то есть их точные координаты невозможно установить. От границ земельного участка строится буферная зона, ширина которой

определяется классом вредности производства, расположенного на его территории, затем внешние границы этой буферной зоны модифицируются при необходимости с учетом розы ветров.



Рис.6. Расчетная СЗЗ от участка.

Расчет от источников: используется, если наибольший вклад в загрязнение вносят организованные источники выброса. Вычисляются факела выброса от каждого из источников (распределение вредных веществ, выделяемых источниками, в пространстве), накладываются друг на друга и та территория, на которой содержание вредных веществ превысит ПДК, за исключением территории самого земельного участка, и составит СЗЗ предприятия. При расчете факелов выброса учитывают фоновый уровень содержания вредного вещества в атмосфере, розу ветров, температуру воздуха в 13 ч. наиболее жаркого месяца года, безразмерные коэффициенты, связанные с характером выбрасываемого вещества, геометрию устья выброса, его температуру и скорость выхода газозвушной смеси из устья источника выброса.

В жизни, однако, предприятия не существуют изолированно и их СЗЗ могут пересекаться. В этом случае необходимо предусмотреть две возможности: 1. Для каждого участка оставляем свою СЗЗ, несмотря на то, что они перекрывают друг друга; 2. СЗЗ нескольких земельных участков объединяются в одну и эта территория считается единой СЗЗ нескольких предприятий. Такой подход может быть актуален, но только в тех случаях, если мы не собираемся облагать эту СЗЗ налогом либо они являются дочерними для одного предприятия, которое и будет платить этот налог.

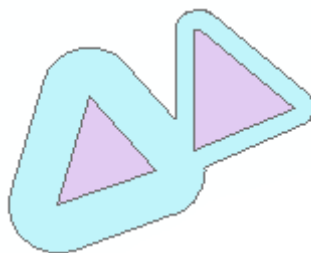


Рис.7. Объединение двух СЗЗ разных участков в одну.

2.3. Процесс расчета налогообложения СЗЗ для одного объекта с использованием ГИС ArcGIS.

2.3.1. Процесс разбиения СЗЗ на участки монотонности земельного налога.

Прежде чем мы сможем использовать аналитические функции для расчета налогообложения СЗЗ, нам необходимо организовать взаимодействие с подсистемами ввода и хранения необходимой пространственной информации.

Рассмотрим процесс расчета налогооблагаемой площади СЗЗ для одного промышленного объекта на основе ГИС ArcGIS 8.2. В основу расчета взята нормативная СЗЗ, устанавливаемая исходя из класса вредности предприятия. Размер земельного налога за земли СЗЗ должен быть прямо пропорционален площади СЗЗ, но просто брать с предприятий платежи, пропорциональные этим площадям, нельзя по следующим причинам:

1. В соответствии с п.9 ст. 12 Закона Российской Федерации «О плате за землю» земли общего пользования населенных пунктов освобождаются от налогообложения земельным налогом. К землям общего пользования населенных пунктов относятся земли, используемые в качестве путей сообщения (площади, улицы, переулки, проезды, дороги, набережные), для удовлетворения культурно-бытовых потребностей населения (парки, лесопарки, скверы, сады, бульвары, водоемы, пляжи), полигонов для захоронения неутилизованных промышленных отходов, полигонов бытовых отходов и мусороперерабатывающих предприятий, и другие земли, служащие для удовлетворения нужд населенного пункта.

2. В СЗЗ предприятия не входит территория, занятая другими землепользователями.

При расчете также необходимо учитывать:

1. Территории СЗЗ различных предприятий могут пересекаться, что особенно характерно для предприятий, расположенных в промышленных узлах.

2. Размеры земельного налога на единицу площади широко варьируются в зависимости от того, каков характер территории, налог с которой мы взимаем. Это законодательно устанавливается органами местного самоуправления путем определения т.н. ценовых зон, имеющих разные коэффициенты земельного налога. Разумеется, одна СЗЗ может попадать в более, чем одну ценовую зону.

В связи с вышеуказанными причинами, процесс расчета налогообложения СЗЗ для одного промышленного объекта в нашем приложении под ArcGIS 8.2 должен быть таким:

1. В БГД вносятся полные данные обо всех земельных участках, чьи СЗЗ могут пересечь СЗЗ нашего объекта, о землях общего пользования, объектах гидрографии и ценовых зонах.

2. Для всех земельных участков после внесения данных об их границах и санитарной классификации строится и заносится в отдельный слой БГД ее “теоретическая” минимальная СЗЗ – буферная зона, размер которой определен классом предприятия. На этом этапе граница СЗЗ включает в себя множество точек, так как она является поточечным представлением буферной зоны, имеющей множество округлостей. Непосредственно перед внесением СЗЗ в БГД, для упрощения последующих вычислений, разумно произвести ее генерализацию, например, используя встроенный в ArcGIS алгоритм генерализации Дугласа - Поикера. Это простейший алгоритм генерализации, он берет в качестве параметра минимально допустимое расстояние между точками и выбрасывает из набора точек, представляющего полигон, все те, расстояние до которых от предыдущих не превышает параметр. При небольших значениях параметра удается значительно уменьшить число точек, описывающих полигон, при малых изменениях площади полигона. В дипломной работе использовались следующие значения параметра, различные для различных размеров СЗЗ:

Размер СЗЗ	Значение минимально допустимого расстояния
50 м	20 см
100 м	40 см
300 м	60 см
500 м	80 см
1000 м	100 см

Табл.4. Значения параметра минимально допустимого расстояния для алгоритма генерализации Дугласа-Поикера, приводящие к приемлемо малым изменениям площади СЗЗ соответствующих размеров.

3. Средствами ГИС из нашей СЗЗ вычитается слой земель общего пользования и площадки предприятий и других землепользователей. Удобно для этих вычислений использовать интерфейс Topological operator из объектной модели данных ArcGIS, реализующий такие операции над пространственными данными, как объединение, нахождение пересечения и разности, вычисление буферных зон и деления площадного объекта линией.

4. Используем метод SelectByShape интерфейса Map для выделения всех СЗЗ, которые пересекают “урезанную” СЗЗ нашего объекта.

5. После этого наша “теоретическая” СЗЗ, вероятнее всего, представляет собой не простой геометрический объект, а сложный набор из колец - внешних (многоугольники) и внутренних (пустоты в этих многоугольниках). Для дальнейшей работы над ними необходимо разделить этот набор на отдельные кольца и сохранить их в специализированный слой. Это достигается использованием интерфейса IGeometryCollection, который позволяет нам рассматривать наш объект, как набор простых геометрических объектов. Удалив все, кроме одного, кольца, мы получим конкретное кольцо. Так как нам надо получить все кольца, то для каждого из них необходимо проделать такую процедуру, предварительно создавая копию геометрии с помощью интерфейса IClone каждый раз. После этого удаляем из полученного слоя все внутренние кольца (они имеют отрицательную площадь). Наши элементы содержат строковое поле IDs в котором записаны ID всех СЗЗ, имеющих своим пересечением геометрию этого элемента. Естественно на данном этапе все эти поля содержат только ID нашей СЗЗ.

6. На следующем этапе производится операция наложения между полученным слоем и выделенными СЗЗ на основе нахождения пересечений полигонов:

Внешний цикл по выделенным СЗЗ (szz)

 Внутренний цикл по элементам нашего слоя (ens)

 Находим пересечение текущих szz и ens

 Если его площадь равна 0 ничего не меняем, иначе, если площадь пересечения не совпала по размеру с ens, вносим в наш слой новый элемент с геометрией, вычисляемой как разность ens без szz, и с полем IDs, взятым из ens, а геометрию ens поменяем на геометрию пересечения и запишем в поле IDs элемента ens ID элемента szz.

 Конец внутреннего цикла

Конец внешнего цикла

7. Подобным же образом производим наложение между «нашим» слоем и слоем ценовых зон (ЦЗ) и запись ID ЦЗ в соответствующее поле «нашего» слоя.

8. Полученные в результате объекты также могут быть многосвязными. Поделим их на односвязные, как в пункте 5.

9. Удаляем все элементы с аномально малой площадью, появившиеся в связи с ошибками недостаточной вычислительной точности.

На данном этапе мы получили результат, геометрически представляющий из себя набор осколков СЗЗ предприятия, которые могут быть названы участками монотонности земельного налога т.к. размер земельного налога, выплачиваемого за единицу площади

нашим предприятием одинаков по территории каждого из этих осколков, но, как правило, различен между осколками.

2.3.2. Анализ участков монотонности земельного налога для определения налогообложения СЗЗ.

Мы имеем набор односвязных полигонов с записями ID образующих их своим пересечением СЗЗ и ID ЦЗ, в которых эти полигоны находятся. Эти данные мы можем использовать для аналитического расчета налогообложения СЗЗ предприятия, определив долю налога, выплачиваемую этим предприятием за каждый из этих участков и просуммировав их. Любой полигон, хранящийся в БГД ArcGIS имеет в своей таблице атрибутов записи с значениями его площади и периметра, которые заполняются непосредственно при добавлении этого полигона в БГД, таким образом, нам не нужно вычислять площади наших осколков СЗЗ. При определении суммы земельного налога, которую мы будем взимать с предприятия, нам необходимо выбрать одну из следующих альтернатив:

1. Делим налог на участке монотонности поровну между предприятиями, чьи СЗЗ ее образуют.
2. Делим налог на участке монотонности между предприятиями, чьи СЗЗ ее образуют, таким образом, что предприятия с большим классом вредности платят большую долю.

На деле, очень сложно сказать, какой из этих двух способов взимания земельного налога справедливее, поэтому они оба имеют право на существование.

2.3. Визуализация результата и перенос его в подготавливаемый документ.

Полученный набор кусочков СЗЗ нужно представить пользователю в графическом виде. Для этого определяем минимальный прямоугольник, охватывающий их всех и сравниваем частные от деления между ним и текущим отображаемым прямоугольником (текущим экстендом) по осям X и Y. Выберем большую из них (MaxDifference). Переместим текущий экстенд в центр нашего прямоугольника и сузим (расширим) его по осям X и Y с коэффициентом MaxDifference. Пометим участки подписями, используя интерфейс IGraphicsContainer, затем перерисуем текущее изображение ArcMap.

Помимо отрисовки полученного набора кусочков СЗЗ, нам необходимо передавать в подготавливаемые документы скетч всей СЗЗ с пронумерованными точками и указанием их координат, поэтому для того, чтобы эти цифры не накладывались, нам необходимо предварительно генерализовать изображение, как при вводе СЗЗ в БГД, но с большим параметром минимально допустимого расстояния. Для получения приемлемого скетча в данной программе применяются следующие значения параметра, зависящие от площади СЗЗ:

Площадь СЗЗ, тыс. кв. м.	Значение минимально допустимого расстояния, м
Менее 10	1
10-25	1,5
25-60	2,5
60-150	3
150-375	4
375-1000	5
1000-2500	6,5
Более 2500	8

Табл.5. Значения параметра минимально допустимого расстояния для алгоритма генерализации Дугласа-Пойкера, приводящие к преобразованию СЗЗ в вид, пригодный для подписи вершин.

Полученные изображения необходимо не только представить пользователю, но и передать в подготавливаемый документ. Это можно сделать разными способами, например, создав компоновку (Layout), содержащую текущее активное изображение, используя метод Draw интерфейса IActiveView для прорисовки текущего изображения на карте в выбранный Device Context, либо сохранив изображение в JPG-файл средствами ArcGIS.

3. Алгоритмы построения оверлеев многоугольников.

3.1. Обзор алгоритмов построения оверлеев многоугольников.

Площадные пространственные объекты описываются, как правило, многоугольниками, а одной из основных операций, производимых над многоугольниками является операция построения оверлеев. Операция построения оверлеев двух многоугольников лежит в основе построения любых оверлеев слоев полигональных данных.

Несмотря на простоту постановки задачи, многие существующие алгоритмы ее решения обладают существенными недостатками, связанными, прежде всего, с потерей вычислительной точности при расчетах, что приводит к некорректной работе алгоритмов. Рассмотрим некоторые из существующих алгоритмов построения оверлеев многоугольников.

3.1.1. Алгоритм Сазерленда - Ходжмана.

Алгоритм Сазерленда - Ходжмана является одним из первых и простейших алгоритмов отсекающего многоугольников. Этот алгоритм рассекает исходный общий многоугольник выпуклым многоугольником. Суть алгоритма заключается в том, что отсекаемый многоугольник последовательно отсекается каждой границей отсекающего окна. Этот алгоритм обладает высокой трудоемкостью и пригоден только для нахождения пересечения многоугольников.

3.1.2. Алгоритм Леонова.

Один из лучших алгоритмов построения оверлея многоугольников общего вида. Обладает хорошей вычислительной устойчивостью и приемлемой трудоемкостью.

3.1.3. Алгоритм Холверда.

Входными данными скан-линейного алгоритма Холверда являются два набора многоугольников. Основная идея состоит в том, чтобы разбить плоскость на секции, называемые закрытыми областями. Это области, которые могут быть описаны простыми многоугольниками. Алгоритм имеет низкую трудоемкость и хорошую вычислительную устойчивость.

3.1.4. Алгоритм Маргалита - Кнотта.

Идея этого алгоритма в классификации реберных фрагментов оригинального многоугольника на нахождение внутри, снаружи или на границе другого многоугольника. Затем на основе этих фрагментов строятся результирующие многоугольники. Алгоритм относительно прост и практичен.

3.1.5. Триангуляционный алгоритм.

Идея этого алгоритма заключается в построении триангуляции с ограничениями, где в качестве структурных линий выступают стороны исходных многоугольников, а затем объединения некоторых треугольников в искомый многоугольник. Алгоритм обладает в среднем линейной трудоемкостью и на сложных многоугольниках существенно превосходит остальные алгоритмы.

3.1.6. Линейно - узловый алгоритм.

Основой линейно-узлового алгоритма построения оверлея многоугольников является построение линейно-узловой модели – планарного графа специального вида, ребра которого должны соответствовать отрезкам границ исходных полигонов. После построения графа производится классификация его ребер по признаку вхождения в результирующий полигон.

3.2. Алгоритм Вейлера - Азертонна. Его практическая реализация.

Одной из задач, выполненных в ходе данной дипломной работы, является реализация алгоритма Вейлера - Азертонна для нахождения оверлея двух многоугольников и сравнение его с алгоритмом, встроенным в ГИС ArcGIS. Этот алгоритм пригоден для обработки многосвязных областей с «дырами», и любых регулярных отсекаелей. К недостаткам данного алгоритма следует отнести, прежде всего, необходимость обработки многочисленных частных ситуаций. Заметим, что если мы используем данный алгоритм для нахождения пересечений СЗЗ, возникновение подобных ситуаций (таких, как совпадение части ребер многоугольников или касание одного многоугольника другим) является практически невозможным событием, то есть, алгоритм Вейлера - Азертонна, по сути, является одним из лучших для использования в данной ситуации.

Опишем подробно алгоритм Вейлера - Азертонна, реализованный в ходе данной дипломной работы. Координаты всех вершин умножаются, для усиления вычислительной устойчивости, на некоторое значение и округляются до целых значений. Наборы вершин

входных полигонов описываются замкнутыми списками элементов специализированного класса, так как в Visual Basic не существует указателей на области памяти. Каждый экземпляр этого класса содержит координаты точки, ссылку на экземпляр, содержащий следующую точку, ссылку на элемент из другого списка (для связи точек пересечения, общих для обоих полигонов), и переменную, указывающую на тип точки. Поддерживаются следующие типы вершин полигонов:

Public Const OrdinaryPoint = 0 Обычная точка, не помеченная нахождение внутри или снаружи другого полигона.

Public Const IntersectionPoint = 1 Точка пересечения ребер полигонов.

Public Const HeaderPoint = 2 Точка начала списка.

Public Const OrdinaryPointIn = 3 Обычная точка, находится внутри другого полигона.

Public Const OrdinaryPointOut = 4 Обычная точка, находится вне другого полигона.

Public Const BasePoint = 5 Точка, с которой мы начинаем обход для нахождения оверлея и в которой этот обход будет закончен.

Находим некоторым способом все точки пересечения и включаем их в соответствующие места списков вершин полигонов, указывая их тип точкой пересечения ребер полигонов и заполняя перекрестные ссылки. Для нахождения точек пересечения ребер используется специализированный класс, представляющий прямую в виде набора из трех значений a , b , c ($ax+by+c=0$) и имеющий методы для вычисления параметров прямой на основе координат ребра и для вычисления точки пересечения данной прямой с некоторой другой. В общем случае, точка пересечения вычисляется по формулам:

$$y = (((a1 * c2) / a2 - c1) / (b1 - (a1 / a2) * b2))$$

$$x = (((-1) * (b2 * y + c2)) / a2)$$

Все точки каждого полигона маркируются, как находящиеся снаружи либо внутри другого полигона. Для определения этого факта применяется следующий алгоритм: проводим луч вида $0x+by+c=0$ из бесконечности до маркируемой точки и находим все пересечения этого луча с ребрами полигона. Если количество пересечений четно, точка находится вне полигона, иначе она принадлежит этому полигону (рис.8.).

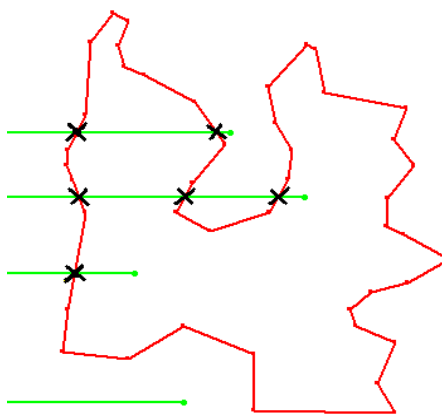


Рис.8. Нахождение точек внутри или снаружи полигона.

Нахождения результирующего полигона оверлейной операции в алгоритме Вейлера - Азертон происходит следующим образом: двигаемся по списку до первой точки пересечения и запоминаем ее. Затем мы идем поочередно по спискам, складывая их вершины в наш результирующий список, каждый раз переключаясь между списками в точке пересечения ребер и меняя ее значение типа точки на «обычная точка». То, какую из оверлейных операций мы выполняем, зависит от выбора положения начальных точек в каждом списке относительно их нахождения внутри или снаружи от другого полигона. Например, в данной работе рассматривается нахождение пересечения двух полигонов. Для выполнения этой операции, начальная точка полигона-1 должна быть вне полигона-2, а начальная точка полигона-2 должна лежать внутри полигона-1. Этого легко достичь программно, поскольку наши списки замкнуты, мы просто переадресуем соответствующие указатели на начала списков на другие их элементы, помеченные, как лежащие внутри или снаружи полигона.

4. Заключение.

В рамках дипломной работы была разработана функция расчета налогооблагаемой базы земель СЗЗ предприятий. Данная функция является частью приложения ГИС ArcGIS, созданного для ввода и управления информацией о реестре предприятий города и их санитарно-защитных зонах. Данная функция базируется на оверлейном анализе векторных ГИС. В ходе реализации функции был реализован алгоритма Вейлера - Азертонна для нахождения пересечения полигонов.

Таким образом, данная работа содержит как исследование, представляющее чисто теоретический интерес, так и составляющую, имеющую высокую практическую ценность.

В ходе реализации системы было выполнено следующее:

- Изучены возможности объектов ArcObjects для создания удобных пользовательских интерфейсов работы с пространственной информацией и визуализации.
- Реализована функция расчета свободных участков санитарно-защитных зон предприятия, подлежащих налогообложению
- Реализован алгоритм наложения (Overlay) двух слоев площадных данных в ГИС ArcGIS.
- Реализована визуализация полученного результата в основном приложении ArcGIS - ArcMap.
- Реализован алгоритм Вейлера - Азертонна для вычисления наложения полигонов и произведено его сравнение с алгоритмом наложения, встроенным в ArcGIS.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.

1. Мамедов Э. – База Геоданных – Теория ГИС, с. 3-4.
2. Modeling Our World – The ESRI Guide to Geodatabase Design – 180 с.
3. Постановление от 10 апреля 2003 г. N 38 о введении в действие САНПИН 2.2.1/2.1.1.1200-03
4. Руководство по проектированию санитарно-защитных зон промышленных предприятий – М.: стройиздат – 1984 – 37 с.
5. О.В. Ченцов, А.В. Скворцов – Обзор алгоритмов построения оверлеев многоугольников.

Приложение 1. Руководство пользователя.

Функция разбиения СЗЗ на участки монотонности земельного налога вызывается в приложении следующим образом:

1. Указываем слои, содержащие данные, вычитаемые из налогооблагаемой части СЗЗ т.е. об объектах гидрографии, землях общего пользования и т.п. Слой промышленных площадок предприятий автоматически попадает в этот список.

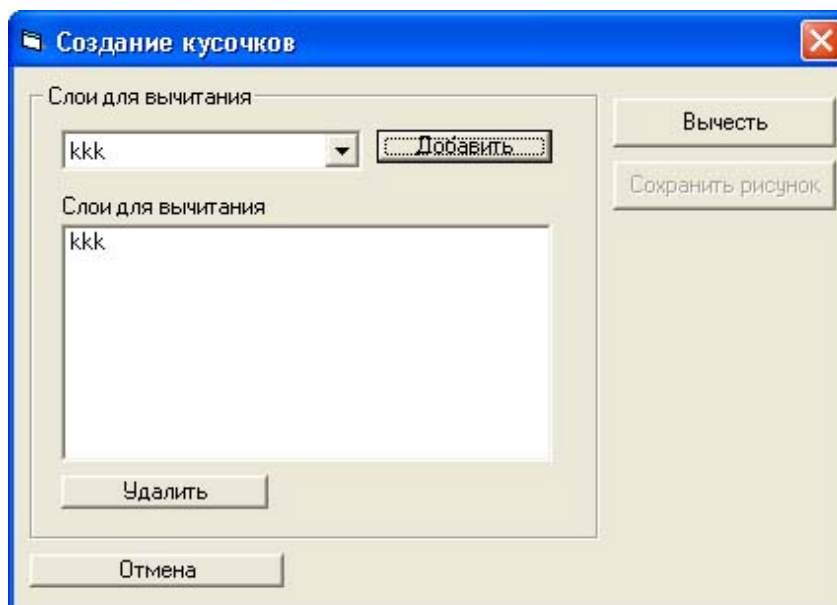


Рис.9. Форма для указания слоев данных площадных объектов, не подлежащих налогообложению.

2. Указываем участок, для СЗЗ которого мы произведем разбиение.

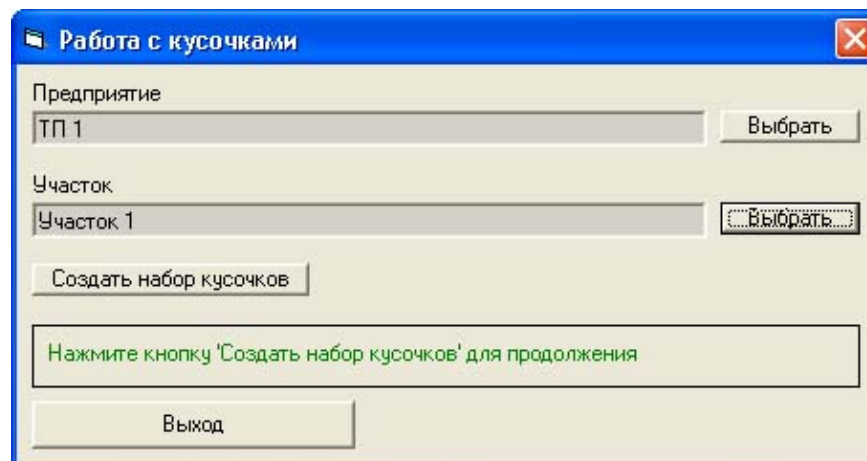


Рис.10. Форма для указания участка, для СЗЗ которого производится разбиение.

3. Для запуска алгоритма нажимаем «Создать набор кусочков». До начала работы имеем:

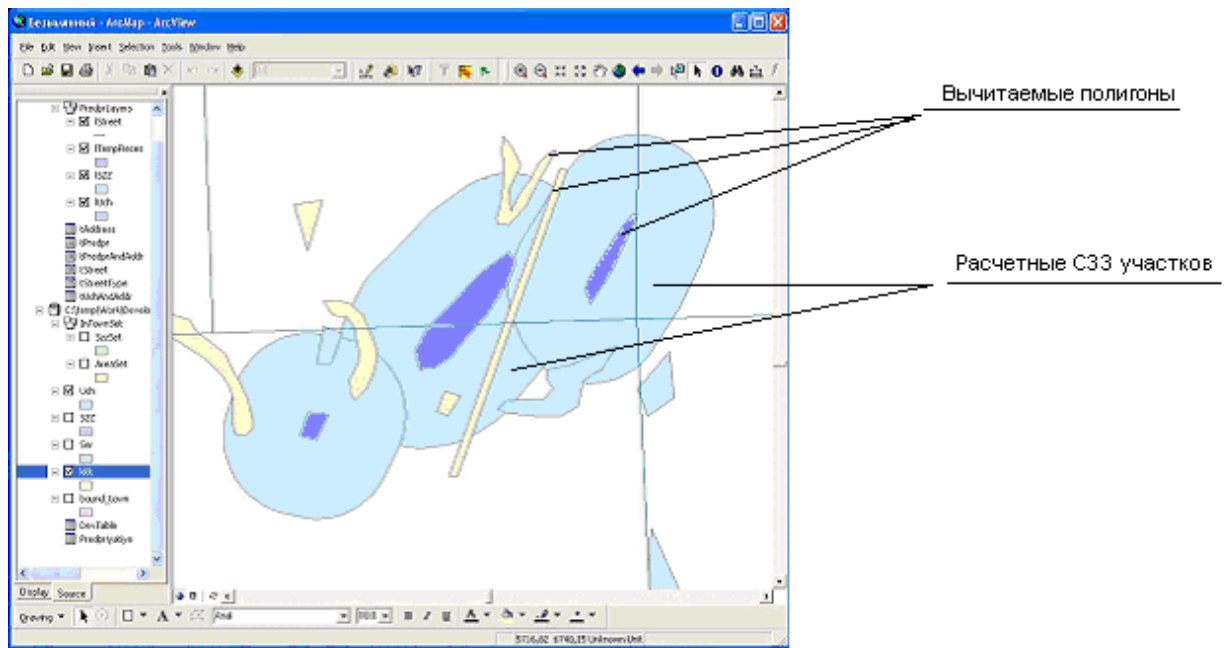


Рис.11. Так выглядит набор участков и их СЗЗ до начала работы алгоритма разбиения.

4. Результат работы алгоритма (участки монотонности земельного налога):

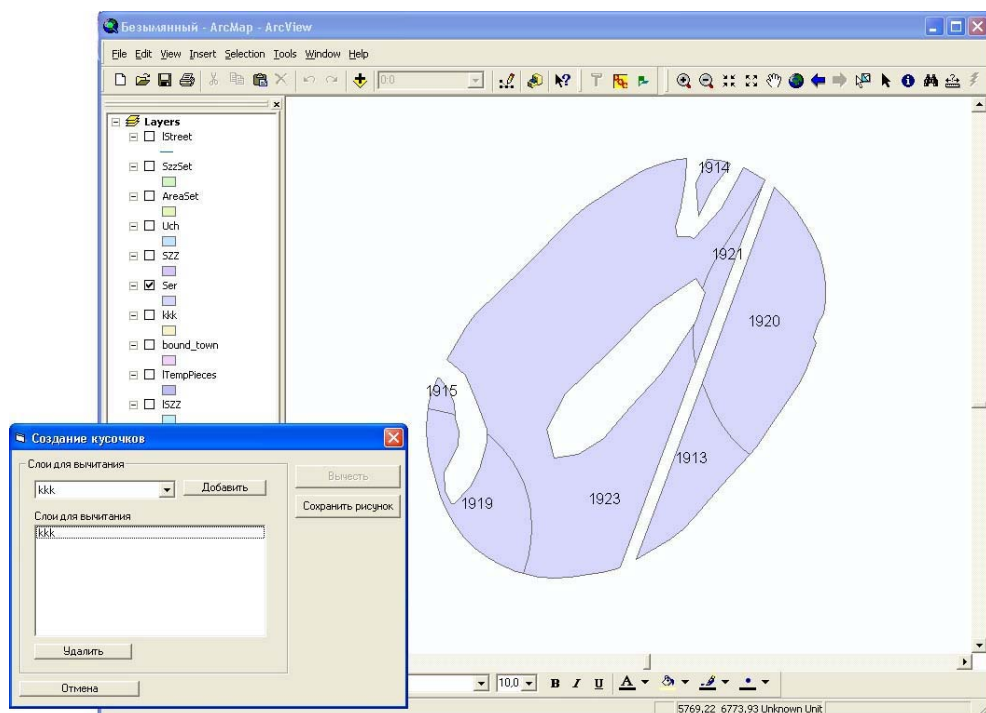


Рис.12. Результат работы функции определения налогооблагаемой базы земель СЗЗ.

Приложение 2. Руководство программиста.

Приложение, созданное в ходе дипломной работы, создано в виде ActiveX DLL, написанной на языке Visual Basic. Оно имеет внешнее представление в виде форм, вызываемых через панель инструментов, встраиваемую в ArcMap. Внутреннее представление программы – программа на VB, информации - база геоданных, основными таблицами которой являются следующие: предприятия, земельные участки и СЗЗ. Ниже рассмотрены классы, процедуры и функции VB, имеющие отношение к теме данной дипломной работы.

Классы.

Класс clsPolygon

Используется для сохранения набора точек в неизменном виде и перекладки его в PointCollection при многократном запуске алгоритмов нахождения наложения двух полигонов при тестировании их производительности:

Private aPoints() As TPoint – динамический массив, содержащий набор точек

Private iPointCount As Integer – количество точек в массиве

Public Sub AddPoint(pPtx As Long, pPty As Long) – добавление одной точки в массив

Public Sub AddPointCollection(pPtColl As IPointCollection) – добавление PointCollection в массив

Public Sub GetPointCollection(ByRef pPtColl As IPointCollection) – выборка массива в PointCollection

Класс MyLine

Используется для представления прямой уравнением $ax+by+c=0$ и вычисления точки пересечения данной прямой с некоторой другой. Если прямые параллельны, выдает несуществующую точку.

Класс MyListHeader

Содержит указатель на вершину списка, представляющего из себя вершины полигона, и методы для работы с полигоном, как с единым целым.

Public Sub ListFromCollection(ByRef pPC As IPointCollection) – генерация списка на основе IPointCollection

Public Sub CollectionFromList(ByRef pPC As IPointCollection) – обратная предыдущей операция

Public Function IsPointIn(ByRef ptTested As IPoint) As Boolean – проверка, попадает ли точка-параметр в область, ограниченную данным полигоном.

Public Sub MarkInnerAndOuterPoints(ByRef MatchHead As MyListHeader) – маркировка вершин полигона, как находящихся внутри или снаружи полигона.

Public Sub SetInnerOrOuterHead(InnerOrOuter As Boolean) – установка указателя на вершину списка в позицию, соответствующую точке, лежащей внутри или снаружи полигона.

Класс MyListClass

Экземпляры этого класса представляют собой элементы списка, содержащие координаты точек, их тип и перекрестные ссылки между списками.

Модули.

VarModule

Модуль, содержащий объявления некоторых констант и переменных, а также некоторые функции, не имеющие прямого отношения к данной работе.

SZZWork

Модуль для разбиения СЗЗ на участки монотонности земельного налога (УМ).

Public Sub ButchCreate() – процедура, вызывающая процесс разбиения СЗЗ на УМ. В качестве входных данных берется выделенная на карте СЗЗ.

Private Function OneSZZSelected() As Boolean – функция проверки, корректно ли заданы входные данные.

Private Function CutLayersFromSelectedSZZ() – функция вычитания из СЗЗ слоев данных, вычитаемые из налогооблагаемой части СЗЗ и слоя промышленных площадок.

Private Function PurgeServerLayer() – очистка слоя УМ.

Private Function GeomCut(ByVal temp As IPolygon, ByVal num As Integer) As IPolygon – копирует полигон и выделяет из него односвязную компоненту.

Private Sub OverLayAlgorithm() – собственно алгоритм оверлея слоев для нахождения всех УМ.

Private Sub visualize() – визуализация полученного разбиения урезанной СЗЗ на УМ путем приведения ArcMap к необходимому экстенду.

VisualizationModule

Модуль, содержащий процедуры для подписи объектов на карте.

Public Sub AddLabel(ByRef pGraphicsContainer As IGraphicsContainer, ByVal x As Long, ByVal y As Long, ByVal toOut As String) – создает в заданном географическими координатами месте подпись с задаваемым параметром содержанием.

Public Sub LabelTheFeature(ByRef pGraphicsContainer As IGraphicsContainer, pGc As IGeometryCollection) – нумерация и подпись всех вершин задаваемого полигона.

VeylerAzertonModule

Модуль, реализующий функциональность алгоритма Вейлера-Азертонна. На вход подаются 2 экземпляра класса clsPolygon, на выходе получаем PointCollection, соответствующий результату оверлейной операции.