

ArcGIS® 9

Spatial Analyst Руководство пользователя



Copyright © 1999-2001 ESRI.
All rights reserved.
Russian Translation by DATA+, Ltd.

The information contained in this document is the exclusive property of ESRI. This work is protected under United States copyright law and the copyright laws of the given countries of origin and applicable international laws, treaties, and/or conventions. No part of this work may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and recording, or by any information storage or retrieval system, except as expressly permitted in writing by ESRI. All requests should be sent to Attention: Contracts Manager, ESRI, 380 New York Street, Redlands, CA 92373-8100, USA.

The information contained in this document is subject to change without notice.

U.S. GOVERNMENT RESTRICTED/LIMITED RIGHTS

Any software, documentation, and/or data delivered hereunder is subject to the terms of the License Agreement. In no event shall the U.S. Government acquire greater than RESTRICTED/LIMITED RIGHTS. At a minimum, use, duplication, or disclosure by the U.S. Government is subject to restrictions as set forth in FAR §52.227-14 Alternates I, II, and III (JUN 1987); FAR §52.227-19 (JUN 1987) and/or FAR §12.211/12.212 (Commercial Technical Data/Computer Software); and DFARS §252.227-7015 (NOV 1995) (Technical Data) and/or DFARS §227.7202 (Computer Software), as applicable. Contractor/Manufacturer is ESRI, 380 New York Street, Redlands, CA 92373-8100, USA.

ESRI, Arc View, SDE, and the ESRI globe logo are trademarks of ESRI, registered in the United States and certain other countries; registration is pending in the European Community. ArcGIS, ArcInfo, ArcSDE, ArcCatalog, ArcEditor, ArcMap, ArcToolbox, ArcPress, ArcIMS, 3D Analyst, GIS by ESRI, and the ESRI Press logo are trademarks and ArcData, www.esri.com, www.geographynetwork.com, and www.gis.com are service marks of ESRI.

The names of other companies and products herein are trademarks or registered trademarks of their respective trademark owners.

Содержание

Начало работы

1 Введение в ArcGIS Spatial Analyst 3

- Получение новой информации 4
- Определение пространственных отношений 5
- Определение подходящих участков 6
- Вычисление стоимости пути 7
- Подсказки по изучению Spatial Analyst 8

2 Учебник для быстрого старта 11

- Упражнение 1: Отображение и изучение данных 13
- Упражнение 2: Поиск места для новой школы в г.Стоув, Вермонт, США 23
- Упражнение 3: Поиск альтернативной дороги к новой школе 39

3 Моделирование пространственных задач 55

- Моделирование пространственных задач 56
- Концептуальная модель решения пространственных задач 58
- Использование концептуальной модели для построения карты пригодности 61

Понятие растра и анализа

4 Растровые данные 73

- Понятие растрового набора данных 74
- Координатное пространство и растровый набор данных 78
- Дискретные и непрерывные данные 82
- Разрешение растрового набора данных 84
- Кодирование растров 85
- Представление объектов в растровом наборе данных 86
- Присвоение атрибутов растровому набору данных 88
- Использование векторных данных непосредственно в Spatial Analyst 89
- Получение растровых наборов данных из существующих карт 90

5 Моделирование на базе ячеек раstra 91

- Понятие анализа в Spatial Analyst 92
- Операторы и функции Spatial Analyst 93
- Значение “Нет данных” и как оно влияет на анализ 101
- Значения и что они представляют 102
- Среда анализа 104
- Размер ячейки и анализ 105
- Работа с проекциями в процессе анализа 106

Выполнение анализа

6 Установка среды анализа 109

- Создание временных и постоянных результатов 110
- Определение места хранения результатов на диске 112
- Использование маски анализа 113
- Выбор системы координат для результатов 115
- Выбор экстенда результатов 116
- Выбор размера ячейки результата 117

7 Выполнение пространственного анализа 119

- Карты расстояний 120
- Расстояние по прямой 121
- Распределение 124
- Расстояние с взвешенной стоимостью 126
- Кратчайший путь 131
- Карты плотности 133
- Создание раstra путем интерполяции 135
- Обратно взвешенные расстояния 136
- Сплайн 139
- Кригинг 141
- Выполнение анализа поверхностей 149
- Изолиния 151

Уклон	153
Экспозиция	155
Отмывка рельефа	157
Видимость	160
Насыпи/выемки	162
Статистика по ячейкам	164
Статистика по окрестности	166
Зональная статистика	170
Переклассификация	173
Калькулятор растров	179
Конвертация	186

Приложение 191

Компоненты языка Алгебры карт	192
Правила Алгебры карт	199

Приложение 203

Таблица поддерживаемых операторов и значений предшествования	204
О значениях приоритета	205

Приложение 207

О таблицах перекодировки	208
Функция Slice и таблицы перекодировки	212
Функция Reclass и таблицы перекодировки	215
Сравнение функций Slice и Reclass в отношении таблиц перекодировки	216

Начало работы

Раздел 1

Введение в ArcGIS Spatial Analyst

1

В ЭТОЙ ГЛАВЕ

- Извлечение информации из данных
- Определение пространственных отношений
- Поиск пригодных участков
- Вычисление стоимости пути
- Подсказки по изучению ArcGIS Spatial Analyst

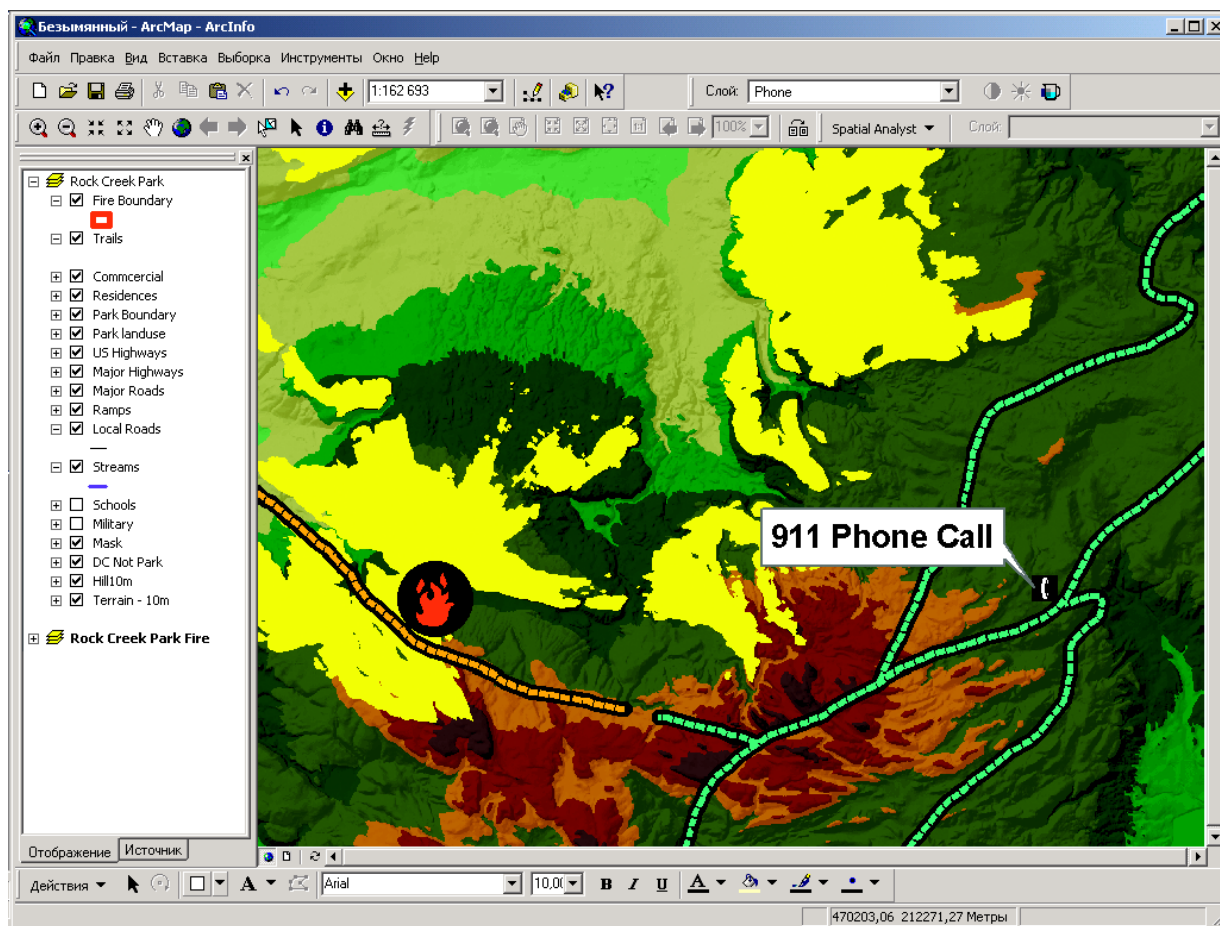
Одним из основных преимуществ ГИС является возможность применения к данным ГИС пространственных операторов для получения новой информации. Эти инструменты представляют основу для пространственного моделирования и геообработки. Из трех основных типов данных ГИС - растровых, векторных и TIN, именно растры дают богатейшую среду для пространственного анализа. Программный продукт ESRI® ArcGIS™ Spatial Analyst добавляет к ArcGIS ряд разнообразных ГИС операторов для работы с растром.

- **Получение новой информации.** С помощью ArcGIS Spatial Analyst вы можете вычислить новую информацию по вашим данным - рассчитать границу водоразделов, создать поверхность, классифицировать данные, вычислить плотность населения.
- **Определение пространственных отношений.** Вы можете исследовать отношения между слоями данных путем их наложения с весовыми коэффициентами и комбинирования. Spatial Analyst включает набор инструментов Алгебры Карт для растрового моделирования.
- **Поиск пригодных участков.** Комбинируя слои данных, вы можете найти области, наиболее пригодные для каких-либо целей (например, при размещении нового здания или анализе зоны риска наводнений или оползней)
- **Вычисление стоимости пути.** Вы можете создать стоимостную поверхность перемещения для определения оптимальных коридоров пути, при этом могут учитываться экономические, природные и другие факторы
- **Работа с данными ГИС в виде растровых сеток.** Независимо от формата растров Spatial Analyst позволяет комбинировать их для анализа.

Здесь вы можете решить эти и многие другие задачи. В этом модуле присутствуют все основные средства, которые вы будете использовать для анализа и моделирования. На следующих нескольких страницах вы познакомитесь с возможностями Spatial Analyst.

Получение новой информации

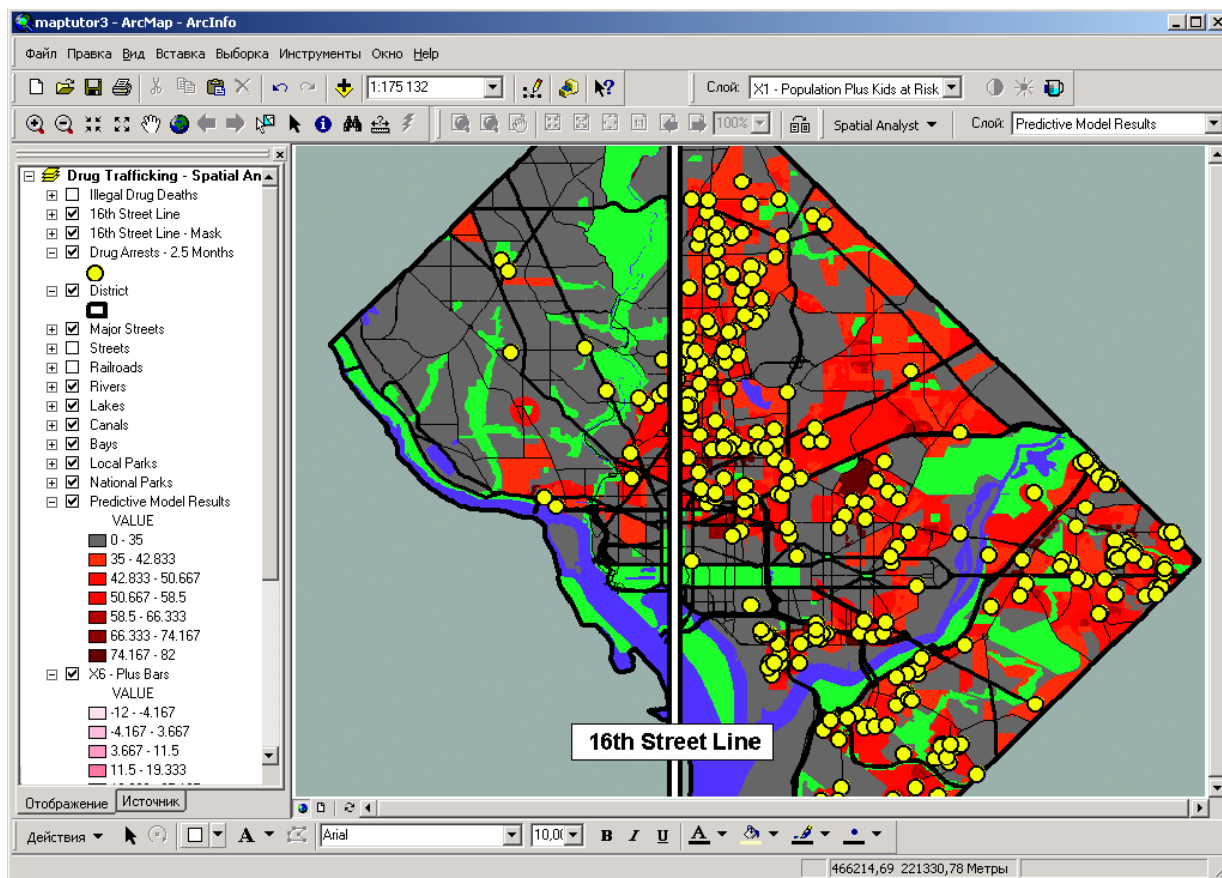
При помощи функций Spatial Analyst вы можете построить много видов информативных карт по вашим данным. Вы можете создать отмытку рельефа и использовать как основу для других слоев данных, а также рассчитать уклон, экспозицию склонов, изолинии, создать карту видимости. Используйте расчетные данные совместно, чтобы найти оптимальное решение.



Чтобы оспорить алиби подозреваемого, был проведен анализ зон видимости, показывающий, мог ли человек действительно видеть участок пожара с места, откуда он звонил, заявляя, что видит пламя. Желтые области указывают места, откуда был виден пожар. Анализ видимости показал, что подозреваемый не мог видеть пожар из телефонной будки.

Определение пространственных отношений

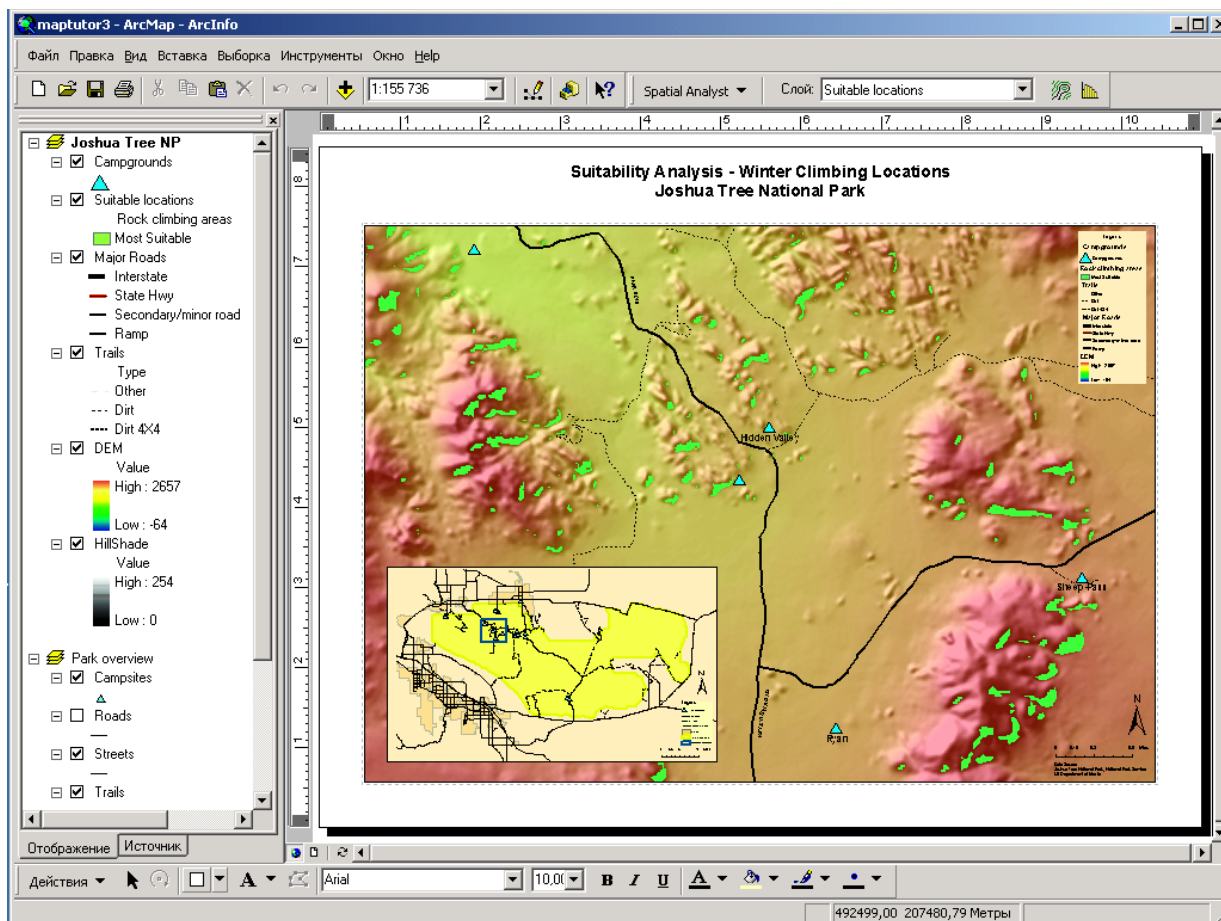
Spatial Analyst включает инструменты для моделирования пространственных отношений.



Модель помогает провести визуальный анализ. Темно-красные области показывают расчетные области с высоким уровнем торговли наркотиками, а желтые точки означают места арестов за трехмесячный период. Между этими данными есть высокая корреляция. Есть также значительная разница в числе арестов при движении к западу 16^{ой} Улицы.

Определение подходящих участков

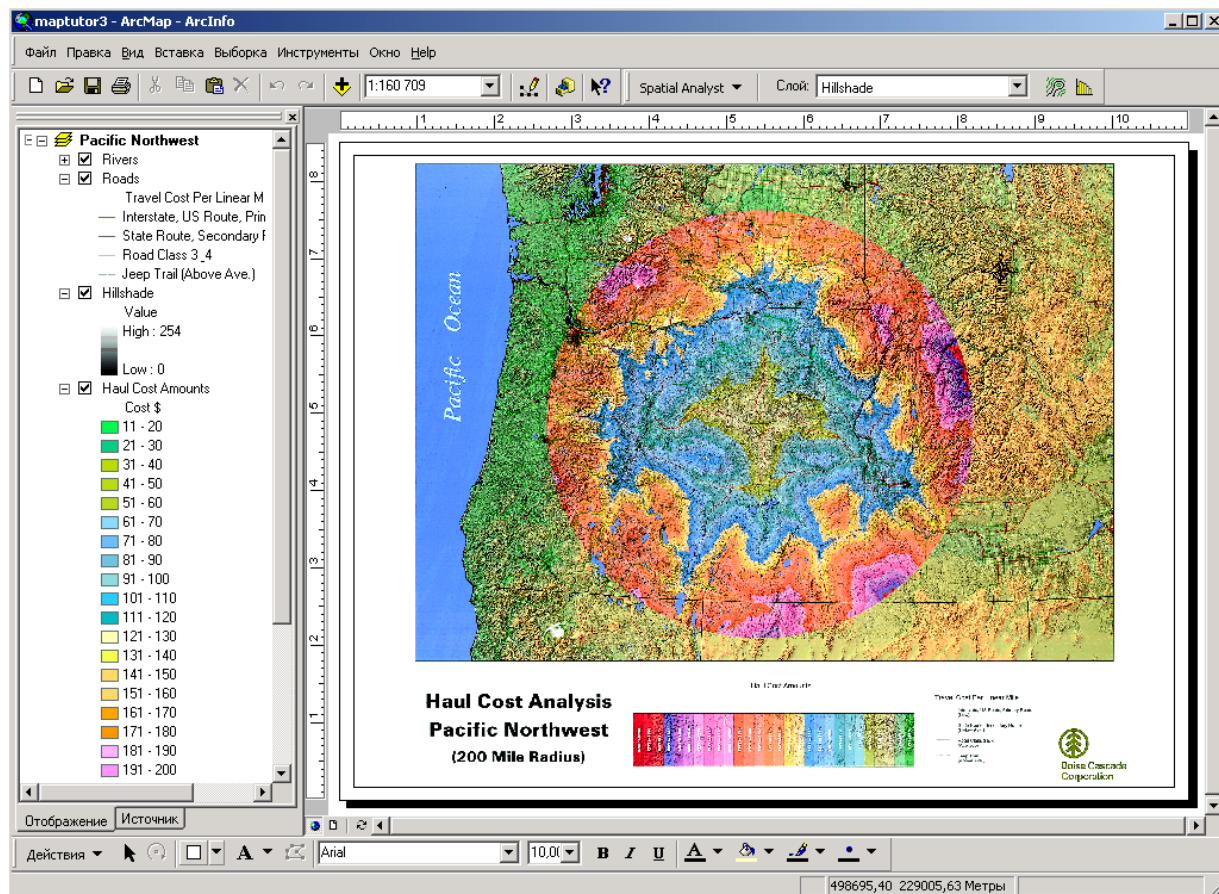
Вы можете применить Spatial Analyst для запроса по данным для определения местоположений, отвечающих набору условий, или построить карту пригодности, комбинируя различные наборы данных.



Подходящие участки для зимнего восхождения, найденные по критериям расстояния от лагеря, уклона и южной экспозиции склонов

Вычисление стоимости пути

Анализ стоимости пути включает моделирование для создания стоимостной поверхности, а затем вычисление по ней оптимальных коридоров. Расчет стоимости пути дает обширную информацию для принятия решений



Haul Cost Analysis
Boise Cascade Corporation,
Boise, Idaho
Brian Liberty, Nick Blacklock
Copyright © 1997

Карта отображает путь минимальной стоимости для перевозки леса в радиусе 200 миль для каждой лесопилки. Здесь учтены все препятствия для перевозки и оценена стоимость в долларах транспортировки леса от каждой точки до ближайшей лесопилки.

Подсказки по изучению Spatial Analyst

Если вы только начинаете знакомиться с *географическими информационными системами (ГИС)*, помните, что вам не нужно знать все о Spatial Analyst, чтобы получить результат. Начните изучение Spatial Analyst с Главы 2, ‘Вводный курс’. Эта глава познакомит вас с некоторыми задачами, которые можно выполнить с помощью Spatial Analyst и даст вам начальные знания, чтобы перейти к решению ваших собственных задач. Spatial Analyst поставляется в комплекте с данными для работы с учебником, поэтому вы можете выполнить задания шаг за шагом на вашем компьютере.

Если вы предпочитаете пропустить этот раздел и поработать самостоятельно, обратитесь к Главе 7, ‘Выполнение пространственного анализа’, содержащей руководство по основным понятиям и шагам для выполнения поставленной задачи.

Поиск ответов на вопросы

Как и у большинства людей, ваша цель - решить свои задачи, затратив минимум времени и усилий на изучение программного обеспечения. Вам нужны понятные, простые в использовании программные средства, позволяющие получить результат, не читая многотомной документации. Однако, когда возникает вопрос, вы хотели бы быстро получить на него ответ. Этому и посвящена данная книга - получение тех ответов, что вам нужны, тогда, когда они нужны.

В этой книге описаны задачи пространственного анализа—от базовых до сложных—решаемые с помощью Spatial Analyst. Вы можете прочитать эту книгу от начала до конца, но, скорее всего, вы будете пользоваться ей, как справочником. Когда вам нужно узнать, как решить конкретную задачу, например, найти кратчайший путь, просто найдите ее в оглавлении или в индексе. Вы найдете краткое пошаговое описание выполнения задачи. Некоторые главы также содержат подробную информацию, кото-

рую вы можете изучить, если хотите узнать больше о понятиях, лежащих в основе выполнения задач.

Эта книга призвана помогать вам при выполнении пространственного анализа, она предоставляет вам концептуальную информацию и учит процедурам решения пространственных задач. Содержание Главы 2, ‘Вводный курс’ предполагает, что вы знакомы с основными понятиями ГИС и имеете представление о работе с ArcGIS. Если вы не знакомы с ГИС или ArcMap™, рекомендуем вам сначала прочитать *Введение в ArcGIS* и *Руководство пользователя ArcMap*, книги, которые вы получили с пакетом ArcGIS. Это не является необходимым условием для изучения данной книги; вы можете использовать эти руководства для справок.

Глава 3, ‘Моделирование пространственных задач’, проводит вас через процесс пространственного моделирования, помогая разбить пространственную задачу на легко выполнимые части. Глава 4, ‘Растровые данные’, поможет вам понять растровые данные, а Глава 5, ‘Моделирование на регулярных сетках’, объясняет процесс моделирования, основанного на модели растровых ячеек. Глава 6, ‘Установка среды анализа’, рассказывает о том, как установить параметры анализа перед выполнением, а Глава 7, ‘Выполнение пространственного анализа’, предоставляет подробную информацию о выполнении каждой пространственной функции.

Приложения разделены на три части: в Приложении А рассказано о синтаксисе алгебры карт и правилах Калькулятора растров, Приложение В содержит таблицу поддерживаемых операторов и предваряющих значений, используемых в Калькуляторе растров, а в Приложении С объясняются таблицы перекодирования, используемые для переклассификации данных в Калькуляторе растров.

Получение справки на компьютере

В дополнение к этой книге используйте для изучения Spatial Analyst и ArcMap систему онлайн-справки (Help). Как пользоваться Справкой, вы можете узнать из *Руководства пользователя ArcMap*.

Как связаться с ESRI

Если вам нужно обратиться в ESRI, чтобы получить техническую поддержку, изучите карточку регистрации продукта и технической поддержки, которую вы получили с ArcGIS Spatial Analyst, или найдите ‘Получение технической поддержки’ в разделе ‘Получение дополнительной помощи’ в системе онлайн-справки ArcGIS Desktop Help. Для получения дополнительной информации о Spatial Analyst и ArcGIS вы можете также посетить сайт ESRI www.esri.com и www.arconline.esri.com.

Обучение в ESRI

ESRI предоставляет возможность обучения по программам, приложениям и технологиям ГИС. Вы можете выбрать курсы, проводимые преподавателями, курсы на базе Интернета или учебники для самостоятельного обучения в соответствии с предпочитаемым вами стилем обучения и возможностями. Более подробную информацию вы найдете на сайте www.esri.com/education.

Учебник для быстрого старта

2

В ЭТОЙ ГЛАВЕ

- Упражнение 1: Отображение и изучение данных
- Упражнение 2: Поиск места для новой школы
- Упражнение 3: Поиск альтернативного пути к новой школе

С помощью Spatial Analyst Вы можете легко выполнять пространственный анализ ваших данных. Вы можете получать ответы на простые вопросы, например: “Какова крутизна склона в этой точке?” или “В какую сторону направлен склон в этой точке?”, или ответы на более сложные вопросы, например: “Где лучше всего построить новое здание?” или “Каков наиболее удобный путь из пункта А в пункт Б?” Вместе с ArcMap Spatial Analyst предоставляет всеобъемлющий набор инструментов для исследования и анализа пространственных данных, позволяющих находить решения пространственных задач.

Учебный сценарий

В городе Стоув, штат Вермонт, США, значительно выросло население. Демографические данные показывают, что рост населения вызван переездом в данный регион семей с детьми, которых привлекает наличие многих зон отдыха в окрестностях. Было принято решение построить новую школу, чтобы уменьшить нагрузку существующих школ, и вы, как управляющий планами развития города, должны определить наилучшее место для строительства новой школы.

Spatial Analyst предоставляет инструменты для решения таких пространственных задач. Данный учебник покажет, как пользоваться некоторыми из этих инструментов и заложит твердую основу, которая поможет вам научиться решать собственные пространственные задачи.

Предполагается, что вы установили Spatial Analyst до начала работы с этим учебником. Учебные данные находятся на установочном диске Spatial Analyst (по умолчанию они будут записаны в папку ArcGIS\ArcTutor\Spatial, на том же диске, где установлен учебник). Наборы данных для этого учебника были любезно предоставлены управлением штата Вермонт. Учебный сценарий вымышлен, и исходные данные были адаптированы для учебных целей.

Используются следующие наборы данных:

Набор	Описание
Elevation	Растровые данные высот по району
Landuse	Растровые данные типов землепользования по району
Roads	Векторный набор данных, представляющий линейную сеть дорог
Rec_sites	Векторный набор данных, представляющий местоположения зон отдыха
Schools	Векторный набор данных, представляющий местоположения существующих школ
Destination	Векторный набор данных, представляющий точку назначения для задачи поиска кратчайшего пути

В этом учебнике вы сначала изучите данные, чтобы узнать больше о них и понять взаимосвязи. Затем вы найдете пригодные участки для новой школы, на основании близости к зонам отдыха, чтобы дети могли без труда дойти до них, а также на максимальном расстоянии от существующих школ, чтобы школы были равномерно распределены в городе. Также нужно исключить крутые склоны и определенные типы землепользования.

Когда вы найдете все пригодные участки, вы изучите их, чтобы выбрать из них наилучший. Затем вы изучите другие данные, чтобы проверить, не приведет ли строительство во школы в этом месте к каким-либо проблемам.

Этот учебник разделен на упражнения и построен так, чтобы вы могли изучать Spatial Analyst с удобной для вас скоростью.

- Упражнение 1 покажет вам, как можно отображать и изучать данные, используя средства ArcMap и Spatial Analyst. Вы добавите и отобразите на карте наборы данных, выделите значения на карте, узнаете значения в указанных точках, изучите диаграмму, и создадите отмывку рельефа.
- Упражнение 2 поможет вам найти оптимальный участок для школы путем создания карты пригодности. Вы получите наборы данных расстояния и уклона, переклассифицируете наборы данных по общей шкале, зададите вес для наиболее важных факторов и затем соедините наборы данных для поиска наилучших участков.
- Упражнение 3 покажет вам, как найти альтернативный путь (путь с наименьшей стоимостью, или кратчайший) для дороги к новой школе.

Копии результатов, полученных в каждом упражнении, записываются в папку Results на локальном диске, где установлены учебные данные (по умолчанию - в папке ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results).

Для выполнения упражнений учебника вам потребуется около часа сосредоточенной работы. Однако, вы можете выполнить упражнение с такой скоростью, какая для вас наиболее удобна, сохраняя промежуточные результаты, когда это рекомендуется.

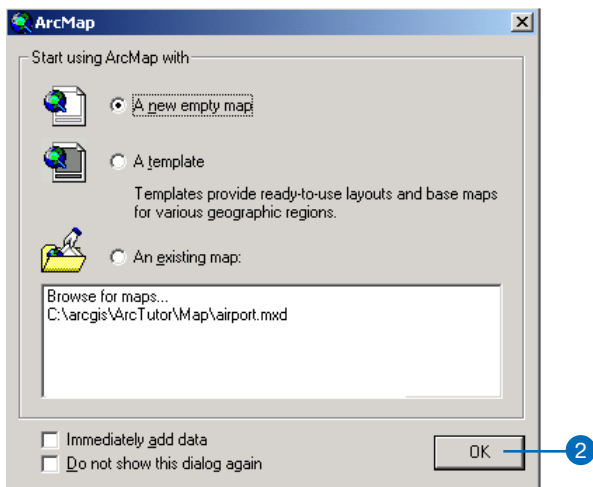
Упражнение 1: Отображение и изучение данных

Вам необходимо изучить данные, чтобы понять их и найти взаимосвязи. Понимание данных и знание взаимосвязей позволит лучше подготовить данные для анализа.

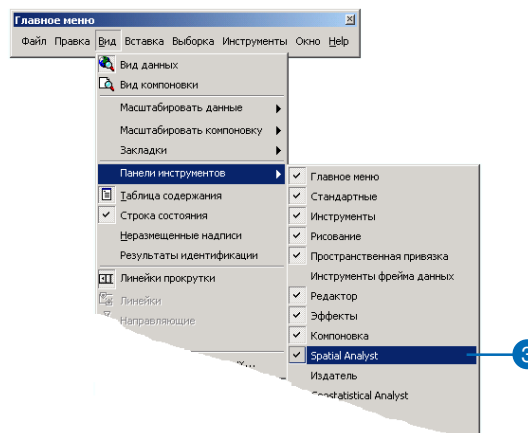
В этом упражнении вы откроете ArcMap и добавите строку инструментов Spatial Analyst в сеанс ArcMap. Затем вы изучите наборы данных с помощью средств ArcMap и Spatial Analyst.

Запуск ArcMap и Spatial Analyst

1. Запустите ArcMap либо двойным щелчком на соответствующем значке на экране либо через список Программы в меню Пуск.
2. Нажмите ОК, чтобы открыть новую пустую карту.



3. Из меню Вид выберите опцию Панели инструментов и щелкните на Spatial Analyst.



Панель инструментов Spatial Analyst будет добавлена в ваш сеанс ArcMap.



Активизация панели инструментов Spatial Analyst

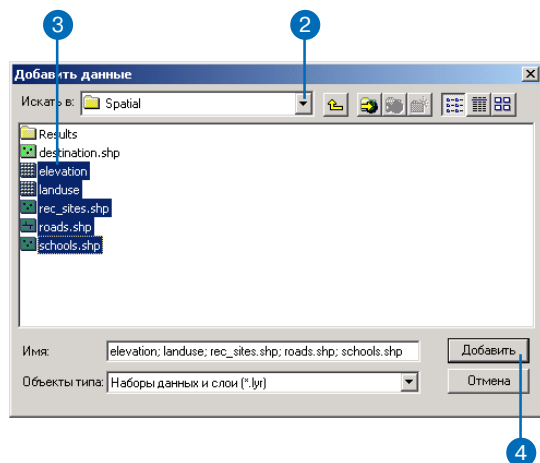
1. Откройте Инструменты в главном меню.
2. Выберите Дополнительные модули и поставьте отметку против Spatial Analyst.
3. Нажмите Заккрыть.

Добавление данных к сеансу ArcMap

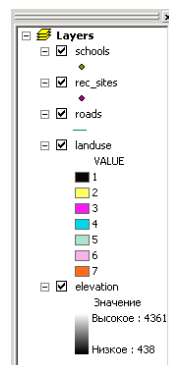
1. Щелкните на кнопке Добавить данные в панели инструментов Стандартные.



2. Перейдите в папку на локальном диске, где установлены учебные данные (по умолчанию - ArcGIS\ArcTutor\Spatial на диске, где установлены учебные данные).
3. Выделите elevation, затем, нажимая и удерживая клавишу Shift, выделите landuse, rec_sites, roads и schools.
4. Нажмите Добавить.



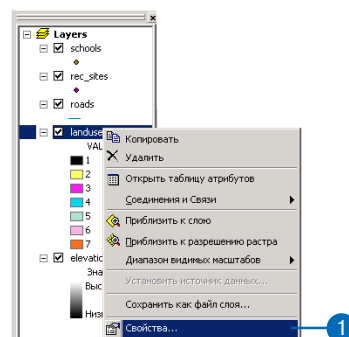
Все наборы данных будут добавлены в *таблицу содержания* ArcMap, как слои.



Отображение и изучение данных

Теперь вы изучите средства визуализации в ArcMap, изменяя обозначения в некоторых слоях.

1. Щелкните правой кнопкой на landuse в таблице содержания и выберите Свойства.



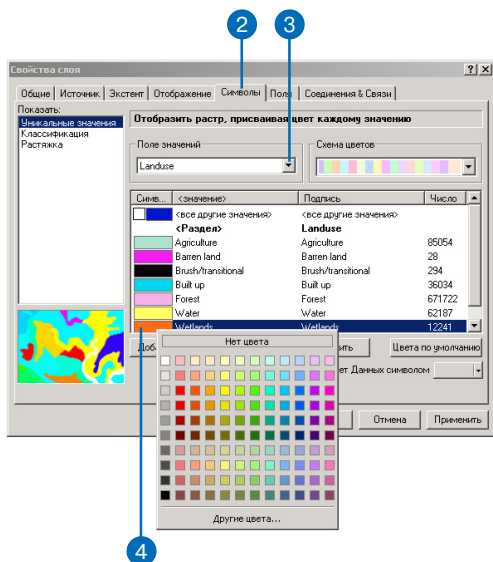
2. Щелкните на закладке Символы.

Все категории землепользования сейчас отображаются на основании значений *ячеек*, указанных в Поле значений, случайно выбранными цветами. Вы измените Поле значений на более значимое и измените цвет каждого *символа*, чтобы выбрать подходящий цвет для каждого вида землепользования на карте.

3. Щелкните на стрелке вниз в Поле значений и выберите Landuse.

4. Дважды щелкните на каждом символе и выберите подходящий цвет для каждого вида землепользования.

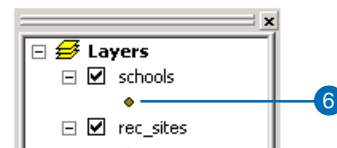
5. Нажмите ОК.



Ваши изменения отразятся в таблице содержания и на карте.

Вы можете также изменить цвет и свойства символов через таблицу содержания.

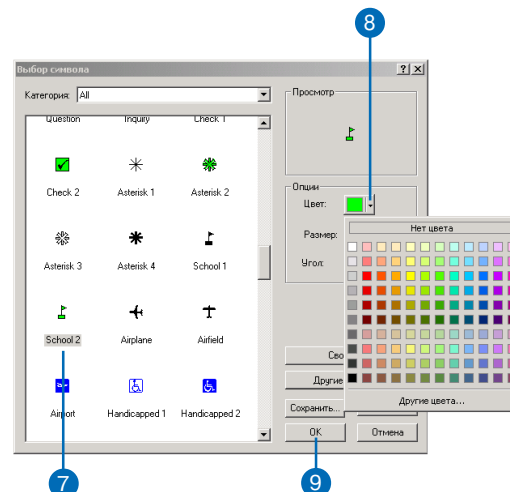
6. Щелкните на точечном символе школ в таблице содержания.



7. Прокрутите до символа School 2 и нажмите на него.

8. Щелкните на стрелке вниз в поле цвет и выберите цвет.

9. Нажмите ОК.

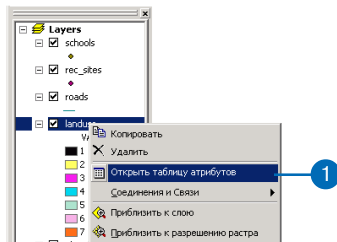


Ваши изменения отразятся в таблице содержания и на карте.

Выделение выборки на карте

Изучение таблицы атрибутов позволит вам узнать, сколько ячеек соответствует каждому значению атрибута.

1. Щелкните правой кнопкой на landuse в таблице содержания и выберите Открыть таблицу атрибутов .



Обратите внимание, что Леса/Forests (значение 6) занимают больше всего клеток, затем Сельское хозяйство/Agriculture (5), затем Вода/Water (2).

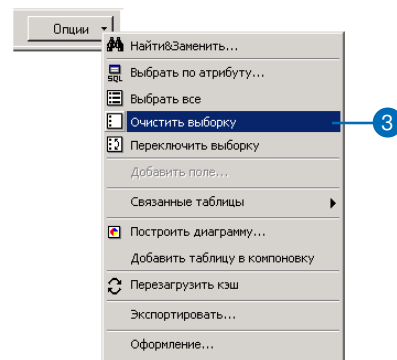
ObjectID	Value	Count	Landuse
0	1	294	Brush/transitional
1	2	62187	Water
2	3	28	Barren land
3	4	36034	Built up
4	5	85054	Agriculture
5	6	671722	Forest
6	7	12241	Wetlands

2. Щелкните на строке Болота/Wetlands (значение 7).

ObjectID	Value	Count	Landuse
0	1	294	Brush/transitional
1	2	62187	Water
2	3	28	Barren land
3	4	36034	Built up
4	5	85054	Agriculture
5	6	671722	Forest
6	7	12241	Wetlands

Этот выбранный набор, все территории болот, будет выделен на карте.

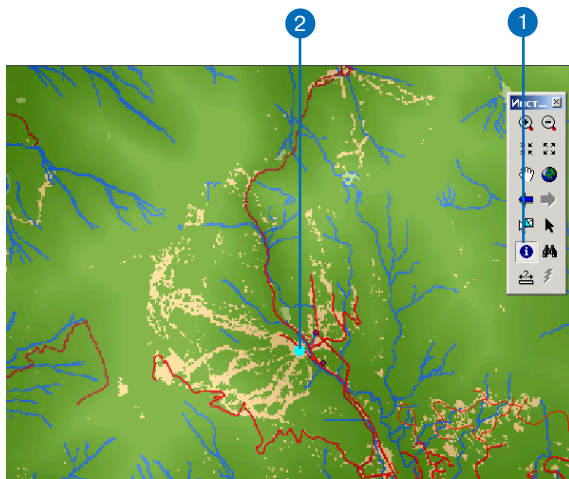
3. Щелкните на кнопке Опции в диалоге Открыть таблицу атрибутов, затем выберите Очистить выборку.



4. Щелкните на кнопке Закрыть, чтобы закрыть таблицу атрибутов землепользования.

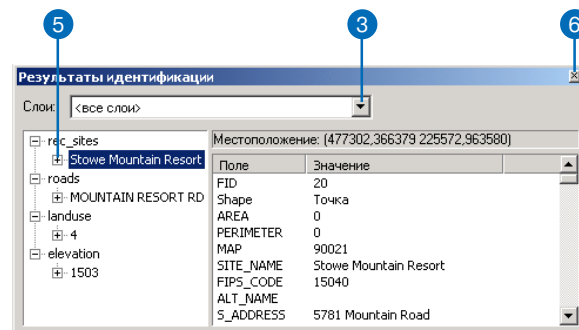
Идентификация объектов на карте

1. Щелкните на кнопке Идентифицировать в строке Инструменты.
2. Щелкните на Rec_site в нижней части карты, чтобы идентифицировать объекты в этой точке.



Примечание: Изображение не будет увеличено; вы только укажете и щелкнете на зоне отдыха.

3. Щелкните на стрелке вниз в окне Слои диалога Результаты идентификации и выберите Все слои.
4. Щелкните на Rec_site еще раз, чтобы идентифицировать объекты всех слоев в этой точке.
5. Раскройте дерево каждого слоя, чтобы узнать значение каждого слоя в этой точке.
6. Закройте диалоговое окно Результаты идентификации.



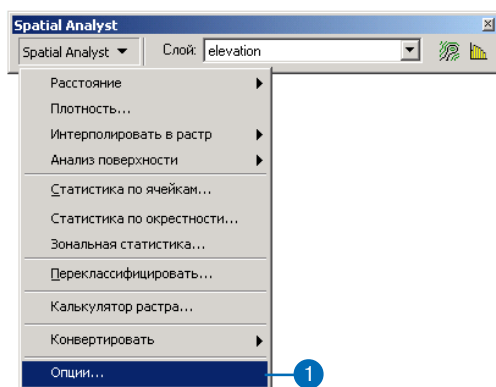
Использование Spatial Analyst для изучения данных

Сейчас вы создадите *гистограмму* из слоя землепользования и *отмывку рельефа* из слоя высот, чтобы лучше представить ландшафт

Установка параметров анализа

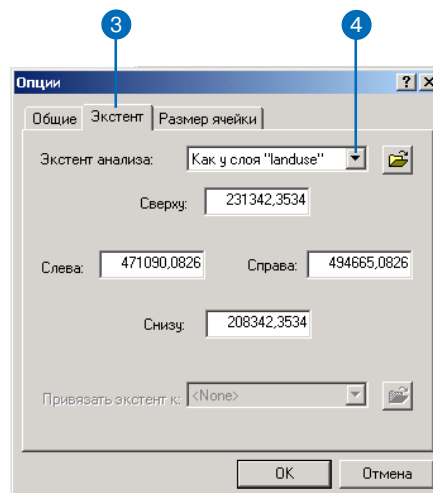
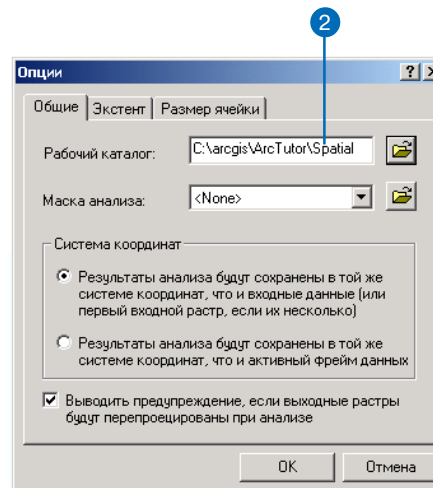
Прежде, чем использовать Spatial Analyst, вы должны установить параметры анализа, выбрав рабочую папку, задав экстенд карты и *размер ячейки* для результатов анализа. Эти параметры устанавливаются в диалоговом окне Опции.

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Опции



2. Задайте папку на локальном диске, в которую вы хотите поместить результаты анализа. Например, наберите c:\spatial, чтобы создать папку spatial на диске C:\, которую вы будете использовать во всех упражнениях.
3. Щелкните на закладке Экстент.
4. Щелкните на стрелке вниз в окне Экстент анализа и выберите Как у слоя "landuse".

Экстент всех создаваемых при анализе наборов данных будет соответствовать слою Landuse.



- Щелкните на закладке Размер ячейки.
- Щелкните на стрелке вниз в окне Размер ячейки анализа и выберите Как у слоя “elevation”.
- Нажмите ОК в диалоговом окне Опции.

Таким образом вы установите размер ячейки равным 30-метровому разрешению (это максимальный размер ячейки из всех наборов данных).

Изучение гистограммы

- Щелкните на стрелке вниз в окне Слой и выберите landuse.
- Щелкните на кнопке Гистограмма.



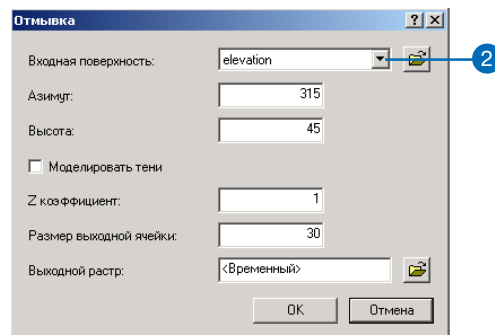
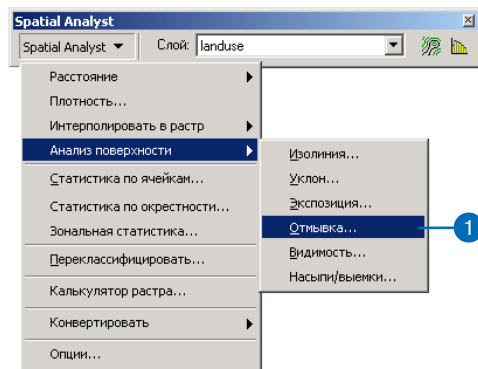
Гистограмма показывает количество ячеек для каждого типа землепользования

- Закройте гистограмму.

Создание отмывки рельефа

Создание отмывки рельефа из данных высот и добавление прозрачности предоставят вам хорошую картину рельефа и значительно улучшат внешний вид карты.

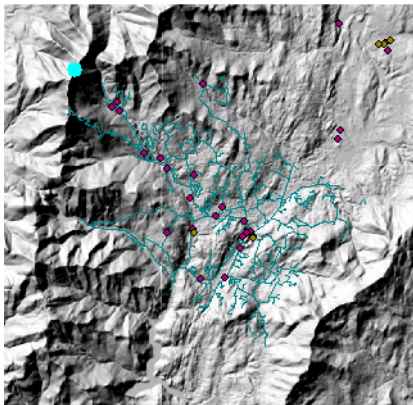
- Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Анализ поверхности, и щелкните Отмывка...



- Щелкните на стрелке вниз в окне Входная поверхность и выберите elevation. Оставьте значения по умолчанию для других параметров.

3. Нажмите ОК в окне Отмывка.

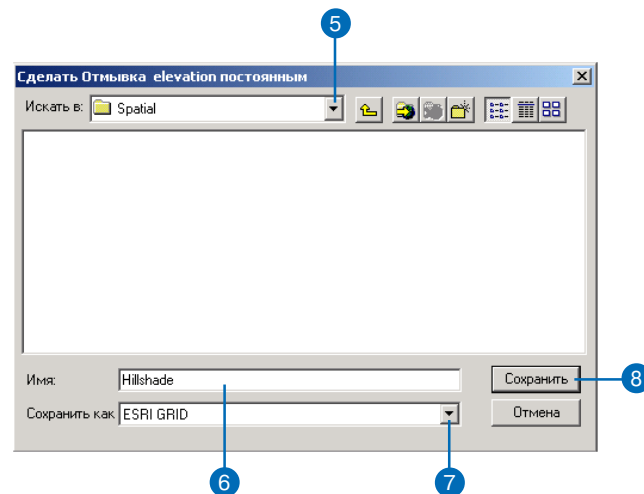
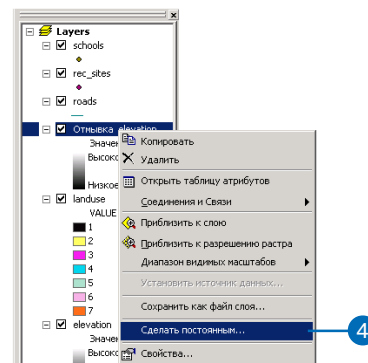
Результат функции отмывки рельефа будет добавлен к карте в качестве нового слоя.



Все результаты функций анализа - *временные*. Если вы хотите сохранить результат для дальнейшего использования, вы должны сделать набор данных *постоянным*.

4. Щелкните правой кнопкой на созданном слое Отмывка рельефа и выберите Сделать постоянным.
5. Перейдите в созданную на локальном диске рабочую папку (C:\Spatial).
6. Наберите “Hillshade” в текстовом окошке Имя.
7. Щелкните на стрелке вниз в окне Сохранить как и выберите ESRI GRID.
8. Нажмите Сохранить.

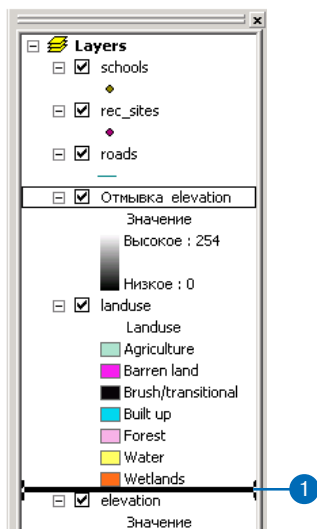
Примечание: Копия отмывки рельефа есть в ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex1\Hillshade на диске с учебными данными.



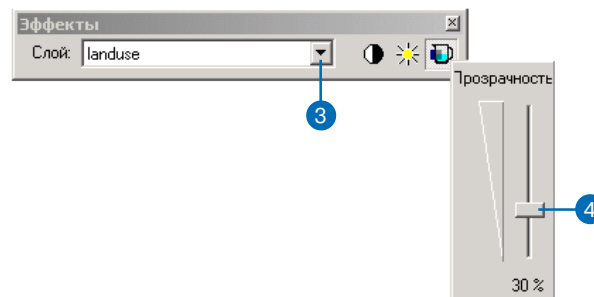
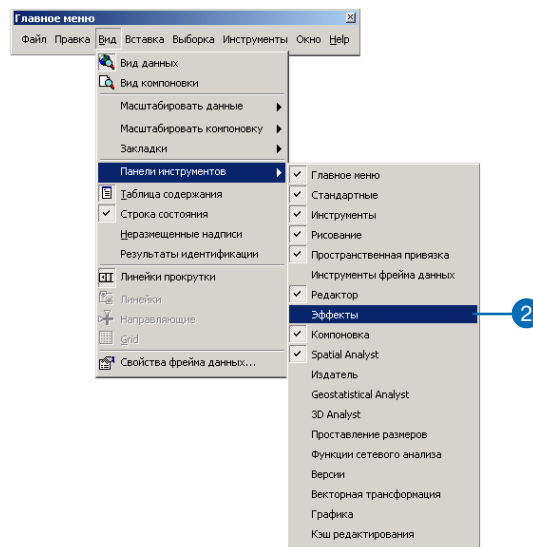
Прозрачность

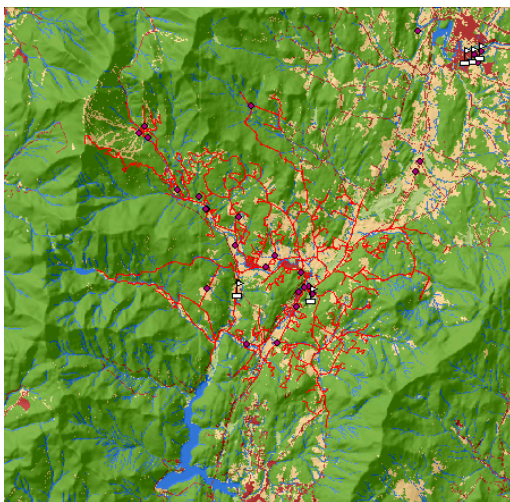
Теперь вы сделаете слой Landuse прозрачным, чтобы сквозь него была видна отмывка рельефа.

1. Щелкните на слое Отмывка рельефа в таблице содержания и перетащите его под слой землепользования.



2. Из меню Вид выберите Панели инструментов и щелкните на Эффекты.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Слоя и выберите landuse.
4. Щелкните на кнопке Настроить прозрачность и передвиньте указатель на 30 процентов прозрачности.
Слой Отмывка теперь виден под слоем landuse, отражая реальную картину рельефа территории.



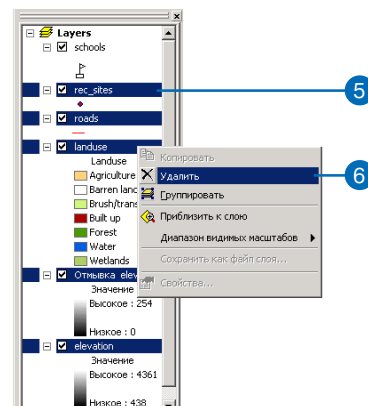


Изучение данных - важная информационная основа для выполнения анализа. Например, вам нужно знать, какие имеются типы землепользования и как они распределены, а также их сравнительную значимость, чтобы определить их вес в *модели пригодности*. С другой стороны, нужно знать пересеченность местности, чтобы включить *уклон* в факторы определения *пути с наименьшей стоимостью*.

После изучения данных вы готовы начать поиск оптимального места для новой школы.

Сначала нужно удалить все слои, использованные в этом упражнении.

5. Щелкните на верхнем слое в таблице содержания, чтобы выделить его. Нажимая и удерживая клавишу Shift, выделите все остальные слои.
6. Щелкните правой кнопкой на одном из слоев в таблице содержания и выберите Удалить.



Все слои будут удалены из фрейма данных ArcMap.

Это упражнение показало, как отображать и изучать данные. В следующем упражнении вы используете функции Spatial Analyst для поиска оптимального места для новой школы. Вы можете продолжить обучение или закрыть ArcMap, чтобы возобновить работу позднее. Сейчас нет необходимости сохранять документ карты.

Примечание: Для сохранения результатов работы в любой момент времени выберите из меню Файл опцию Сохранить как. Перейдите в созданную рабочую папку (C:\Spatial), задайте имя файла для *документа карты* (Spatial_Tutorial), и нажмите Сохранить. Когда вы захотите продолжить работу с учебником, просто нажмите на Spatial_Tutorial.mxd. По мере выполнения упражнений, когда потребуется сохранить карту, вы получите соответствующее напоминание.

Упражнение 2: Поиск места для новой школы в г.Стоув, Вермонт, США

В этом упражнении вы найдете подходящие места для новой школы. Карта пригодности создается с помощью следующих четырех шагов:

Шаг 1:
Ввод данных

Шаг 2:
Получение данных

Шаг 3:
Переклассификация
данных

Шаг 4:
Вес и соедине-
ние наборов
данных

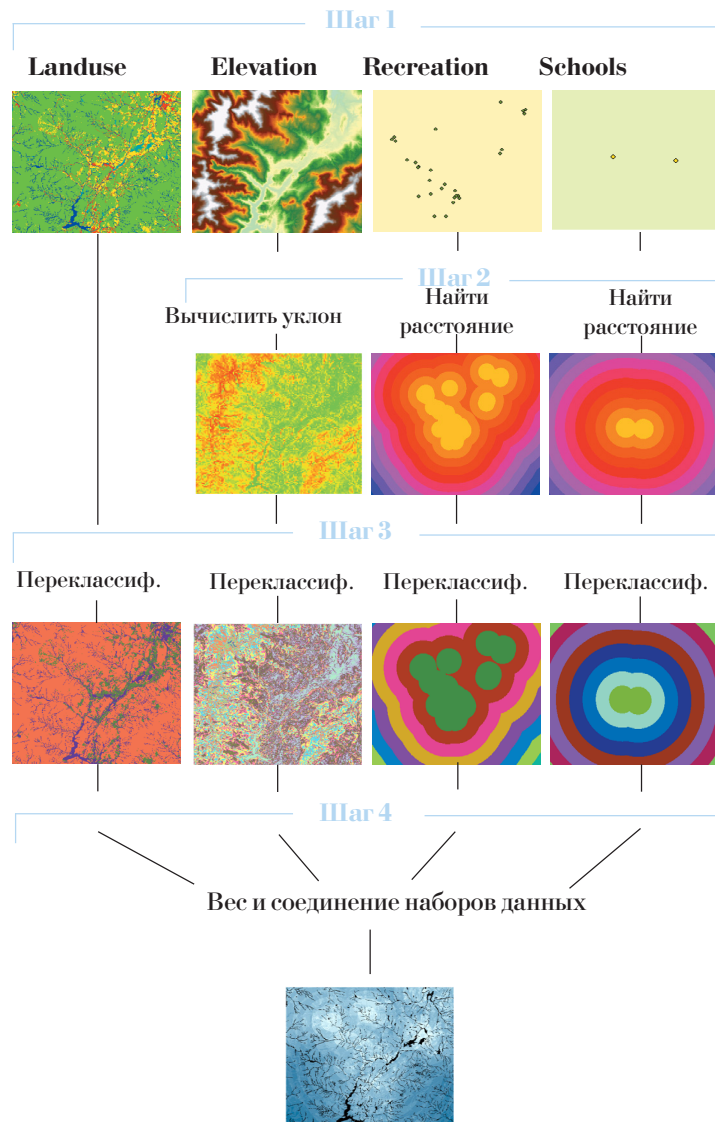
Решите, какие наборы данных вам нужны. Справа показаны наборы данных, которые вы будете использовать.

Получите данные из наборов данных. Создайте из существующих данных новые, чтобы получить новую информацию.

Переклассифицируйте каждый набор по общей шкале (например, 1–10), задав более высокие значения для более пригодных атрибутов.

Задайте вес наборов данных, которые более важны в модели пригодности, затем **объедините** наборы, чтобы найти пригодные участки.

В этом упражнении исходные наборы данных - Landuse, Elevation, Recreation Sites и Existing Schools. Вы получите уклон, расстояние до мест отдыха и до школ, затем *переклассифицируете* новые наборы по общей шкале 1–10. Затем зададите вес по проценту влияния на результат и соедините наборы в карту пригодности для новой школы. Этот процесс показан на диаграмме справа.

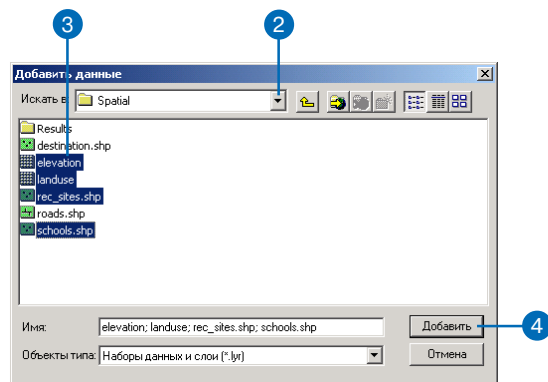


Шаг 1: Ввод наборов данных

1. Щелкните на кнопке Добавить данные в панели инструментов Стандартные.



2. Перейдите в папку, где установлены учебные данные (по умолчанию - ArcGIS\ArcTutor\Spatial, на диске, где установлены учебные данные).
3. Выделите elevation, затем, нажимая и удерживая клавишу Ctrl, выделите landuse, rec_sites и schools.
4. Нажмите Добавить.



Все наборы данных будут добавлены в таблицу содержания ArcMap, как *слои*.

Установка параметров анализа

Установите параметры анализа, как вы это делали в Упражнении 1.

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Опции.
2. Задайте папку на локальном диске, в которую вы хотите поместить результаты анализа. Например, наберите c:\spatial, чтобы создать папку spatial на диске C:\, которую вы будете использовать во всех упражнениях.
3. Щелкните на закладке Экстент.
4. Щелкните на стрелке вниз в окне Экстент анализа и выберите Как у слоя "landuse".

Экстент всех создаваемых при анализе наборов данных будет соответствовать слою Landuse.
5. Щелкните на закладке Размер ячейки.
6. Щелкните на стрелке вниз в окне Размер ячейки анализа и выберите Как у слоя "elevation".
7. Нажмите ОК в диалоговом окне Опции.

Шаг 2: Получение новых наборов данных

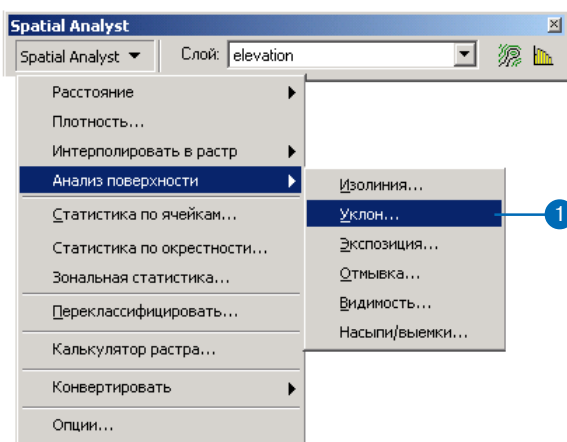
Следующий шаг модели пригодности - получение новых данных из имеющихся наборов данных. Вы получите:

- Уклон из высот
- Расстояние из зон отдыха
- Расстояние из набора существующих школ

Получение уклона

Поскольку местность - гористая, вам нужно найти относительно ровные участки, поэтому вам потребуются данные уклона территории.

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst. Выберите Анализ поверхностей и щелкните на Уклон...



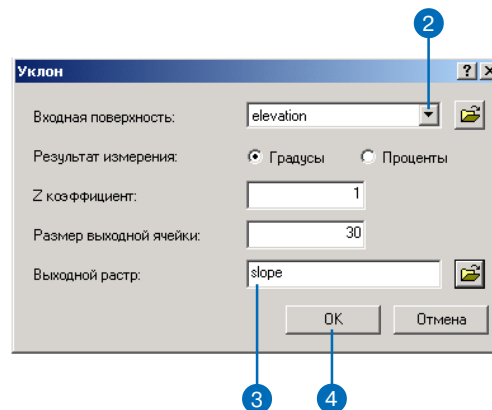
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входящая поверхность и выберите elevation.

3. Наберите slope в текстовом окне Выходной растр, чтобы сохранить выходной набор данных уклона, как постоянный, в рабочей папке (c:\spatial).

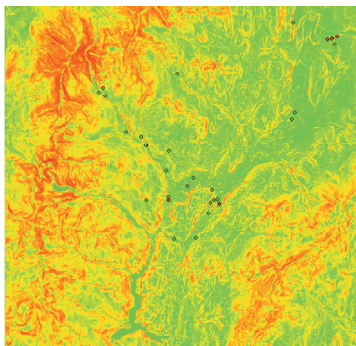
Вы снова используете этот набор в Упражнении 3.

Примечание: Копия набора данных уклона есть в ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex2\Slope.

4. Нажмите OK.



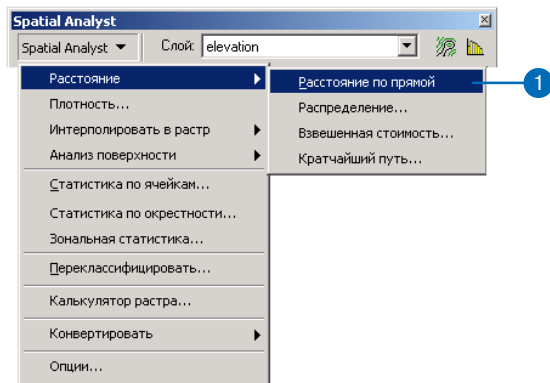
Выходной набор данных уклона будет добавлен к сеансу ArcMap, как новый слой. Большие значения (красные участки) означают крутые склоны.



Получение расстояния из зон отдыха

В этой модели предпочтительно строить школу вблизи зон отдыха, поэтому вы вычислите расстояние по прямой до зон отдыха.

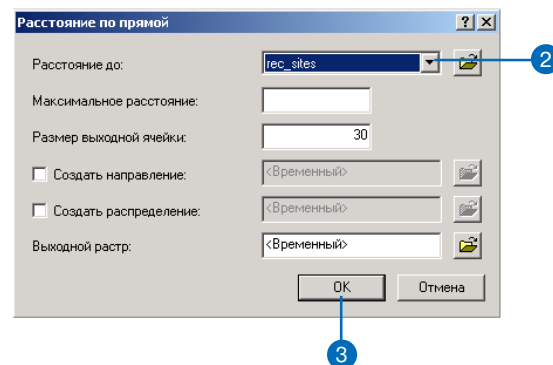
1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Расстояние, и щелкните на Расстояние по прямой.



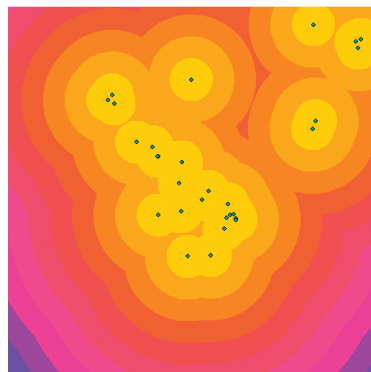
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Расстояние до и выберите rec_sites.

Оставьте значения по умолчанию для всех остальных параметров.

3. Нажмите ОК.



Выходной набор данных расстояний до зон отдыха будет добавлен к сеансу ArcMap, как новый слой. Нулевые значения соответствуют зонам отдыха, значения (расстояния) увеличиваются по мере удаления от них.



Примечание: Копия набора данных расстояний до зон отдыха есть в ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex2\recD.

4. Уберите отметку в окне против слоя Schools , чтобы отключить этот слой и видеть только зоны отдыха и расстояния до них.

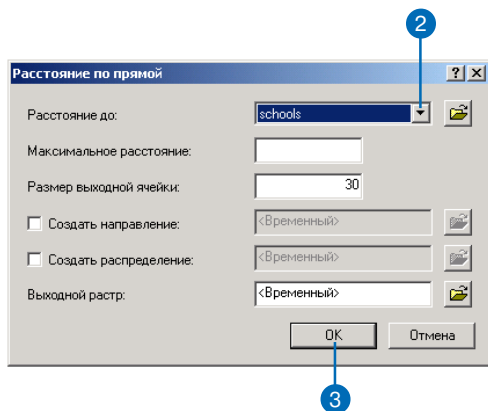
Получение расстояния из набора школ

Теперь вы получите набор данных расстояния до существующих школ. Предпочтительнее строить новую школу в удалении от существующих, чтобы равномерно распределить школы по городу.

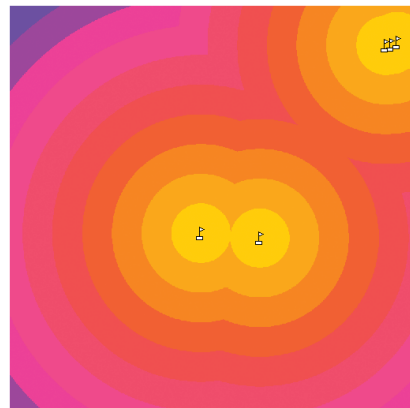
1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Расстояние, и щелкните на Расстояние по прямой.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Расстояние до и выберите schools.

Оставьте значения по умолчанию для всех остальных параметров.

3. Нажмите OK.



Выходной набор данных расстояний до школ будет добавлен к сеансу ArcMap, как новый слой.



4. Поставьте отметку в окне против слоя schools, чтобы снова включить его, и уберите отметку против rec_sites, чтобы отключить его, так что вы будете видеть только школы и расстояние до них.

Примечание: Копия набора данных расстояний до школ есть в ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex2\schD.

Шаг 3: Переклассификация наборов данных

Теперь у вас есть все необходимые наборы данных для поиска пригодных мест для новой школы. Следующим шагом будет комбинирование наборов для выполнения поиска.

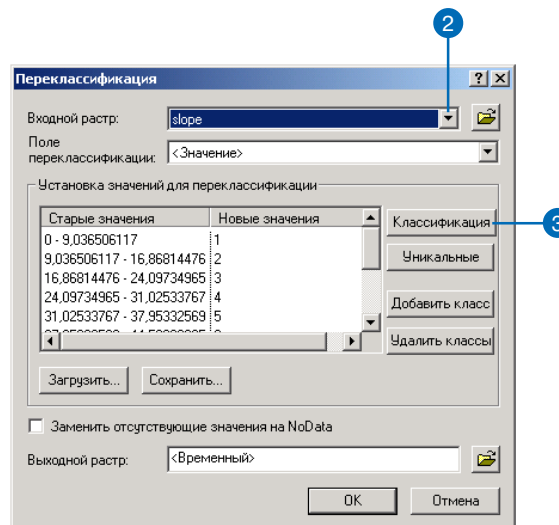
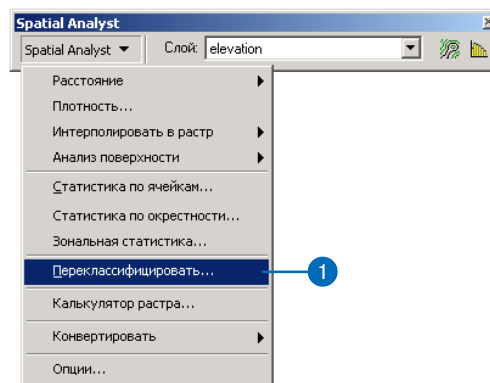
Чтобы наборы можно было комбинировать, они должны быть классифицированы по одной шкале. Такая общая шкала - это пригодность каждого места (каждой ячейки) для строительства новой школы. Вы переклассифицируете каждый набор данных по общей шкале с диапазоном значений 1–10, задавая более высокие значения атрибутам каждого набора, соответствующим большей пригодности:

- Переклассифицируйте уклон
- Переклассифицируйте расстояние до зон отдыха
- Переклассифицируйте расстояние до школ
- Переклассифицируйте землепользование

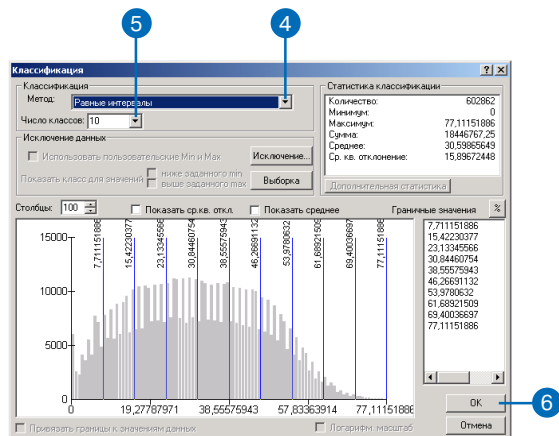
Переклассификация уклона

Новую школу предпочтительно строить на относительно ровном участке. Вы переклассифицируете слой уклона (Slope) задав значение 10 наиболее пригодным ячейкам (с минимальным углом уклона), а 1 - наименее пригодным ячейкам (с максимальным углом уклона).

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Переклассифицировать.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входный растр и выберите Slope.
3. Нажмите Классифицировать.

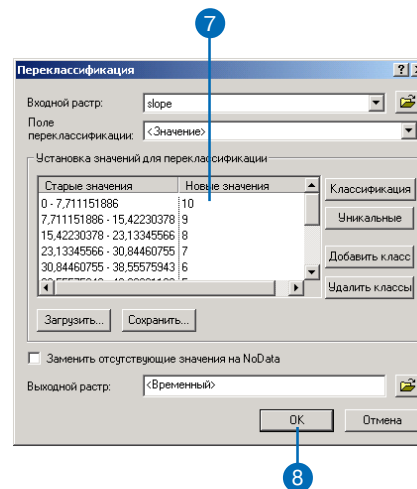


- Щелкните на стрелке вниз в окне Метод и выберите Равные интервалы.
- Щелкните на стрелке вниз в окне Число классов и выберите 10.
- Нажмите ОК.

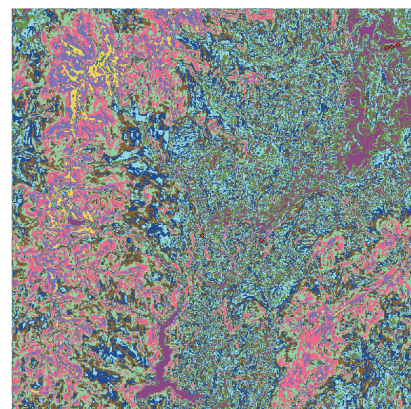


Вы хотите преклассифицировать слой Slope, присвоив низкие значений крутым склонам, т.к. они наименее пригодны для строительства.

- Выделите первую запись Нового значения в диалоге Установка значений для переклассификации и измените его на 10. Задайте значение 9 следующему Новому значению, затем 8 и т.д. NoData оставьте, как есть.
- Нажмите ОК.



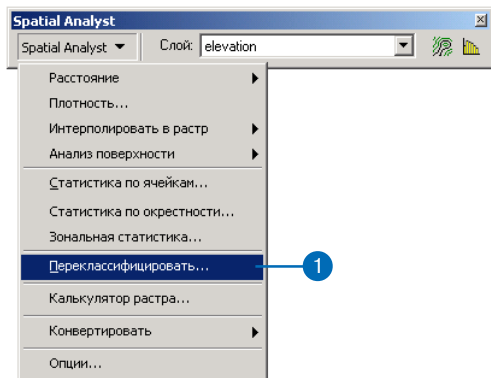
Выходной переклассифицированный набор уклонов будет добавлен к сеансу ArcMap, как новый слой. Ячейки с большими значениями (пологие) - более пригодные, чем ячейки с низкими значениями (крутые склоны).



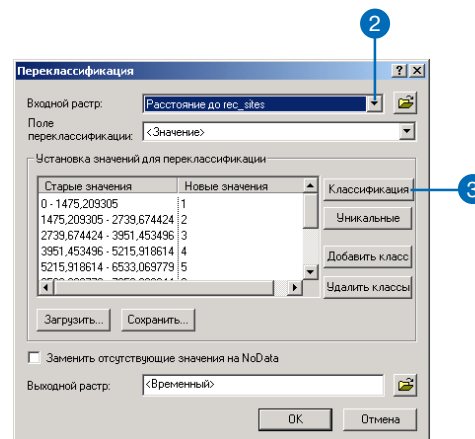
Переклассификация расстояния до зон отдыха

Новую школу предпочтительно строить вблизи зон отдыха. Вы переклассифицируете этот набор данных, задав значение 10 ячейкам, ближайшим к зонам отдыха (наиболее пригодным), а значение 1 - наиболее удаленным от зон отдыха ячейкам (наименее пригодным), и распределив остальные значения между ними. Таким образом вы определите области вблизи и в удалении от зон отдыха.

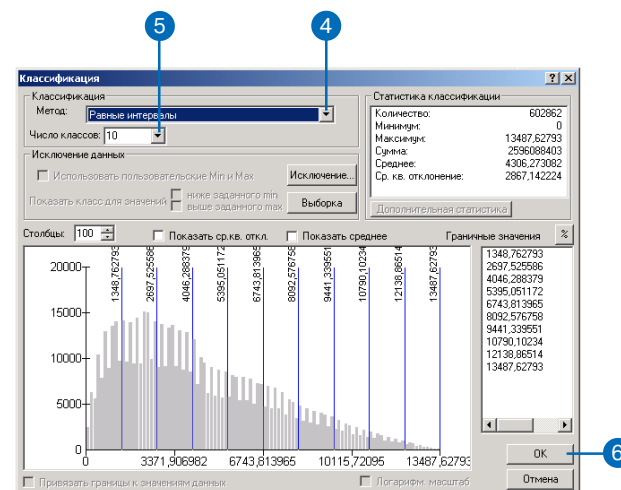
1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Переклассифицировать.



2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входной растр и выберите Расстояние до rec_sites.
3. Нажмите Классифицировать.

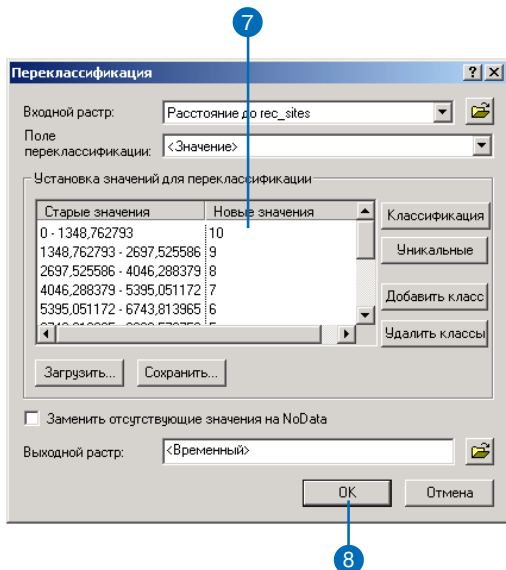


4. Щелкните на стрелке вниз в окне Метод и выберите Равные интервалы.
5. Щелкните на стрелке вниз в окне Число классов и выберите 10.
6. Нажмите ОК.

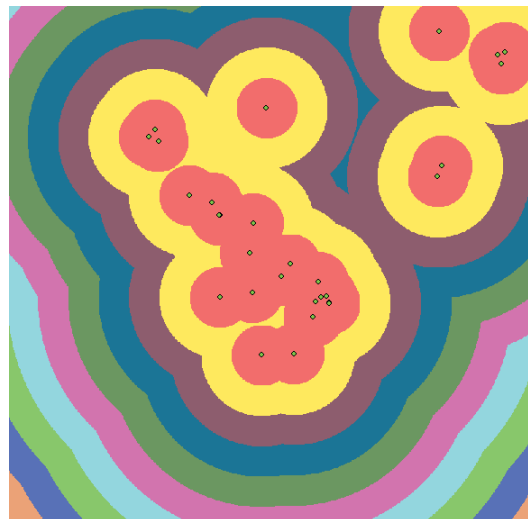


Вам нужно построить новую школу вблизи зон отдыха, поэтому вы присвоите более высокие значения ячейкам, расположенным ближе к зонам отдыха, как наиболее пригодным.

7. Как и при переклассификации слоя Slope, выделите первую запись Нового значения в диалоге Установка значений для переклассификации и измените его на 10. Следующее новое значение будет 9, затем 8 и т.д. NoData оставьте, как есть.
8. Нажмите ОК.



Выходной переклассифицированный набор данных расстояния до зон отдыха будет добавлен к сеансу ArcMap, как новый слой. Он показывает, какие точки более пригодны для строительства новой школы. Ячейки с большими значениями - более пригодные.

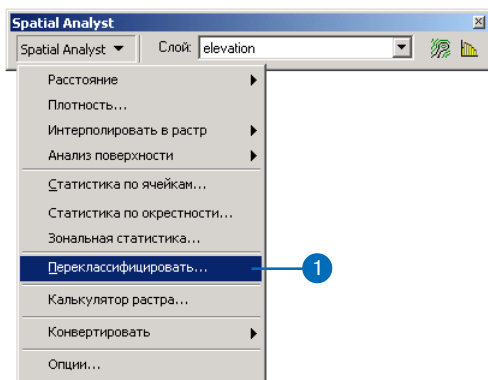


Примечание: Копия переклассифицированного набора данных расстояний до зон отдыха есть в ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex2\recR.

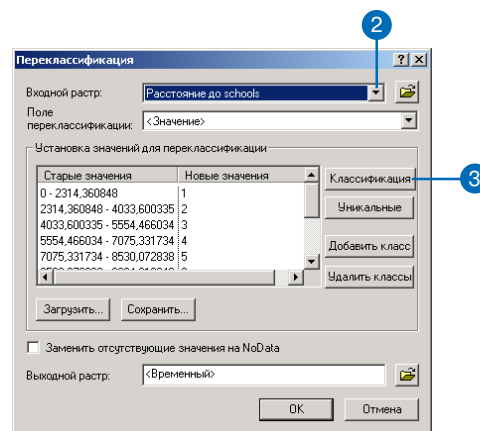
Переклассификация расстояния до школ

Новую школу предпочтительно строить в удалении от существующих школ, чтобы избежать наложения их зон охвата. Вы переклассифицируете слой расстояние до школ, задав значение 10 наиболее удаленным от школ ячейкам (наиболее пригодным), а значение 1 - ячейкам, ближайшим к школам (наименее пригодным), и распределите остальные значения между ними. Таким образом вы определите области вблизи и в удалении от существующих школ.

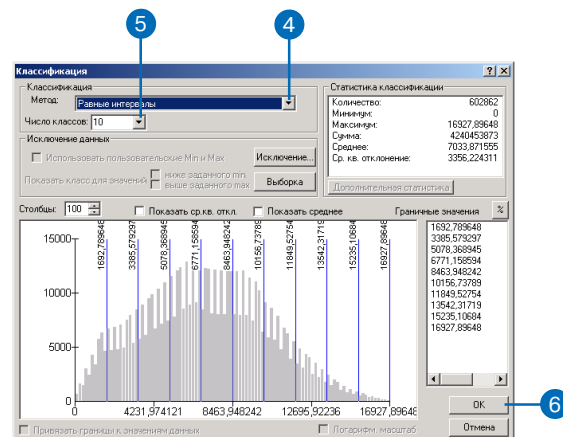
1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Переклассифицировать...



2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входной растр и выберите Расстояние до schools.
3. Нажмите Классифицировать.

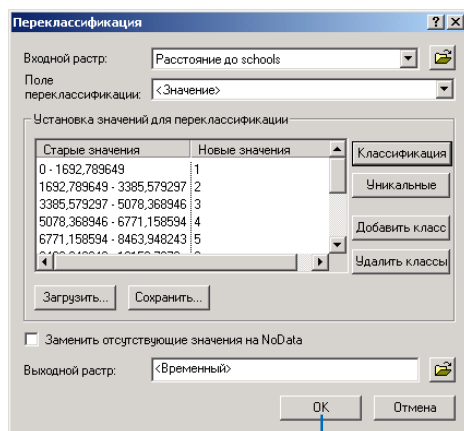


4. Щелкните на стрелке вниз в окне Метод и выберите Равные интервалы.
5. Щелкните на стрелке вниз в окне Число классов и выберите 10.
6. Нажмите ОК.

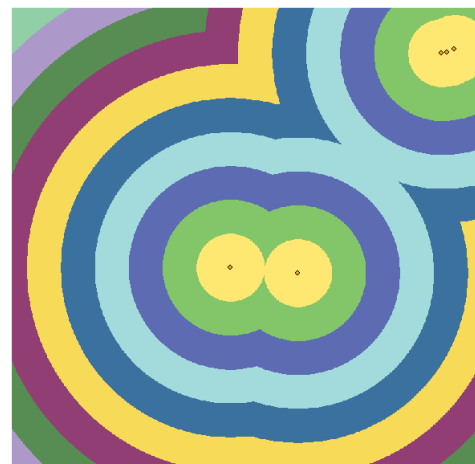


Вам нужно построить новую школу вдали от существующих школ, поэтому вы присвоите более высокие значения ячейкам, расположенным дальше от школ, как наиболее пригодным. Так как по умолчанию более высокие новые значения (большая пригодность) присваиваются более высоким старым значениям (точки вдали от школ), вам не нужно на этот раз менять значения.

7. Нажмите ОК.



Выходной переклассифицированный набор данных расстояния до школ будет добавлен к сеансу ArcMap, как новый слой. Он показывает, какие точки более пригодны для строительства новой школы. Ячейки с большими значениями - более пригодные.



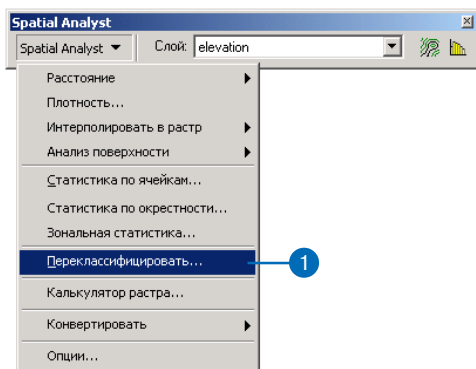
Примечание: Копия переклассифицированного набора данных расстояний до школ есть в ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex2\schr.

Переклассификация землепользования

На собрании по планированию строительства было определено, что некоторые типы землепользования лучше для строительства новой школы, чем другие, с точки зрения стоимости строительства.

Вы переклассифицируете типы землепользования. Меньшие значения будут показывать менее пригодное землепользование. Вода и Болота получают значение “No Data”, поскольку они совсем непригодны, их нужно исключить.

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Переклассифицировать.



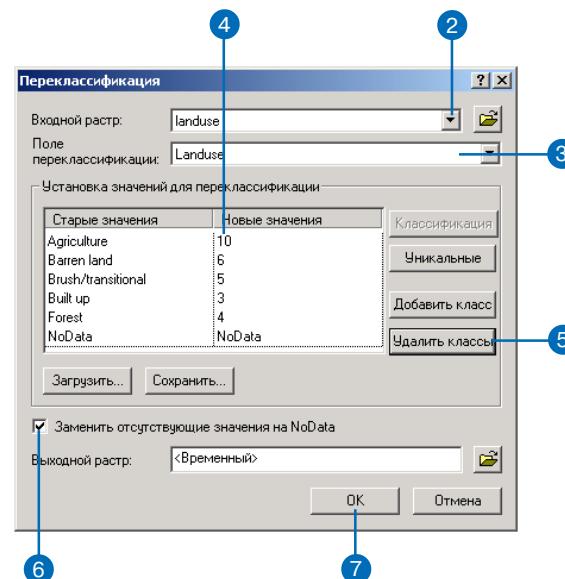
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входной растр и выберите Landuse.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Поле переклассификации и выберите Landuse.
4. Наберите следующие значения в столбце Новые значения:
Agriculture (С/х)—10 Built up (Постройки)—3
Barren land (Пустые)—6 Forest (Леса)—4
Brush/Transitional (Переходные)—5

Теперь вы удалите значения Вода и Болота и замените их на “No Data”.

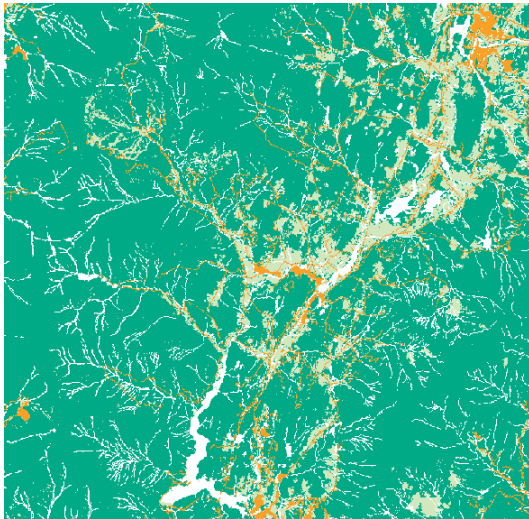
5. Щелкните на строке Water (Вода), нажимая и удерживая Shift, щелкните на Wetland (Болота), затем нажмите Удалить классы.
6. Поставьте отметку против Заменять отсутствующие значения на “NoData”.

Все значения Воды и Болот будут заменены на “NoData”.

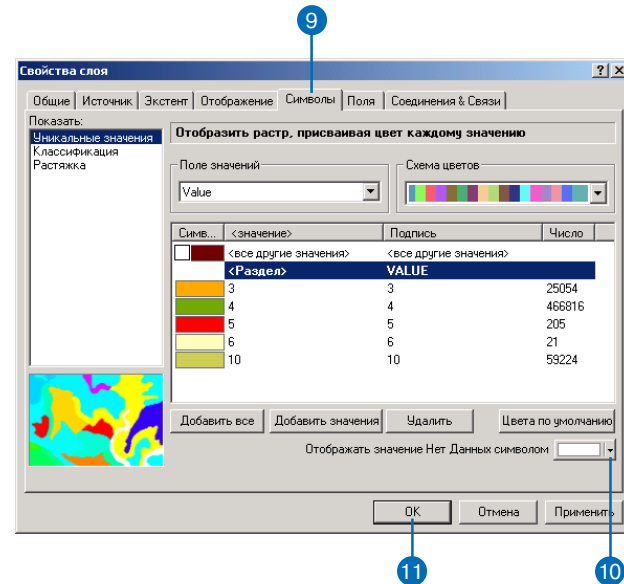
7. Нажмите ОК.



Выходной переклассифицированный набор данных землепользования будет добавлен к сеансу ArcMap, как новый слой. Он показывает, какие точки более пригодны для строительства новой школы. Ячейки с большими значениями - более пригодны.



8. Щелкните правой кнопкой на Переклассификация landuse в таблице содержания и выберите Свойства..
9. Щелкните на закладке Символы.
10. Щелкните на стрелке вниз в окне “Отображать значение Нет данных символом” и выберите цвет Arctic White, чтобы области, для которых данные отсутствуют (вода и болота) отображались этим цветом.
11. Нажмите ОК.



Примечание: Копия переклассифицированного набора землепользования есть в
ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex2\landuseR.

Шаг 4: Назначение веса и комбинирование наборов данных

После применения к вашим наборам данных общей шкалы, в которой более высокие значения соответствуют более пригодным позициям, вы можете приступить к комбинированию наборов данных для поиска наилучших мест для новой школы.

Если все наборы данных одинаково важны, вы можете скомбинировать их уже сейчас. Однако, вам сообщили, что важнее всего разместить школу вблизи зоны отдыха и в удалении от других школ. Вы присвоите наборам данных вес - процент их влияния. Чем выше вес, тем большее влияние окажет этот набор на модель пригодности.

Вы назначите слоям следующие веса:

(Каждый процент делится на 100 для *нормализации* значений.)

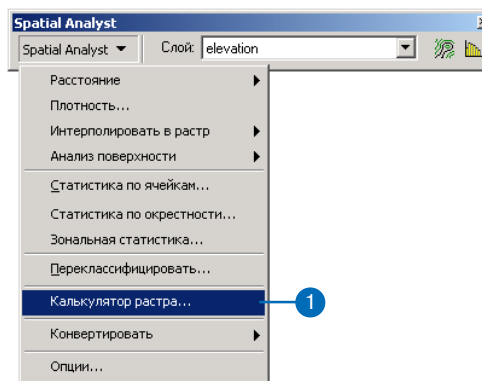
Переклассификация расстояния до зон отдыха: 0.5 (50%)

Переклассификация расстояния до школ: 0.25 (25%)

Переклассификация землепользования: 0.125 (12.5%)

Переклассификация уклона: 0.125 (12.5%)

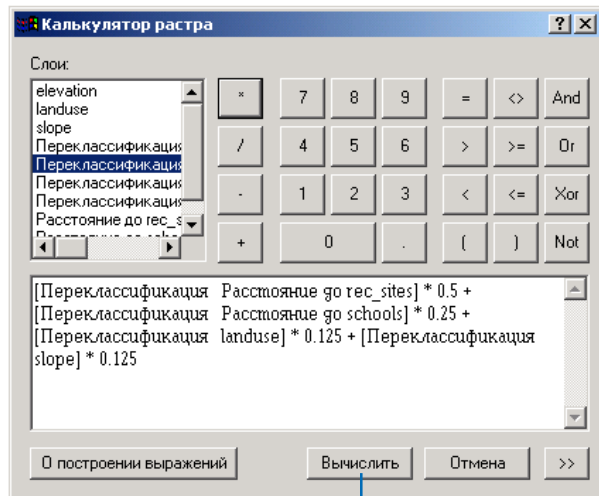
1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите *Калькулятор растра*.



2. Дважды щелкните на Переклассификация расстояния до rec_sites в списке слоев, чтобы добавить его в окно выражения.
3. Щелкните на значке “Умножить”.
4. Наберите 0.5 в окне выражения.
5. Щелкните на значке “Плюс”.
6. Дважды щелкните на Переклассификация расстояния до schools.
7. Щелкните на значке “Умножить”.
8. Наберите 0.25.
9. Щелкните на значке “Плюс”.
10. Дважды щелкните на Переклассификация landuse.
11. Щелкните на значке “Умножить”.
12. Наберите 0.25.
13. Щелкните на значке “Плюс”.
14. Дважды щелкните на Переклассификация slope.
15. Щелкните на значке “Умножить”.

16. Наберите 0.125.

17. Нажмите Вычислить, чтобы выполнить присвоение весов и комбинирование наборов данных.



Набор данных выходного растра показывает, какие участки более пригодны для новой школы, в соответствии с критерием, который вы установили для модели пригодности. Более высокие значения соответствуют более пригодным участкам.

Пригодные места находятся близко к зонам отдыха, далеко от существующих школ, на относительно пологих участках, с подходящим типом землепользования. Расстояния до школ и до зон отдыха, которым был присвоен более высокий вес, оказали наиболее сильное влияние на решение того, какие ячейки получают значение большей пригодности.

18. Щелкните правой кнопкой на новом созданном слое в таблице содержания и выберите Свойства.

19. Щелкните на закладке Символы.

20. Выберите Классификация в списке Показать.

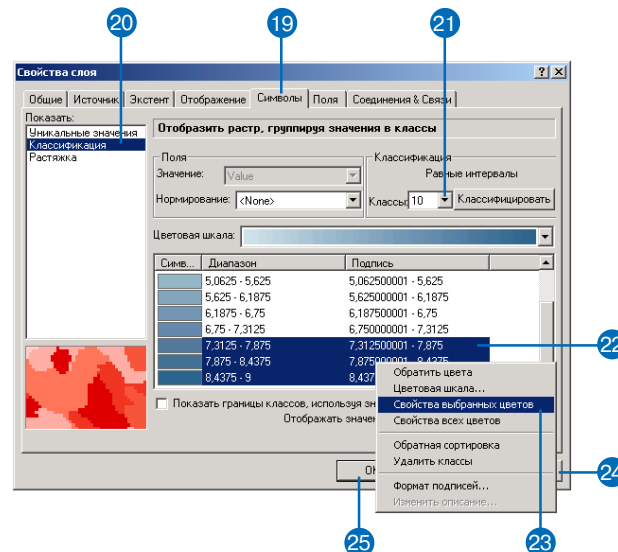
21. Щелкните на стрелке вниз в окне Классы и выберите 10.

22. Прокрутите список до последних трех классов, выделите один, затем, нажимая и удерживая Shift, выделите остальные два.

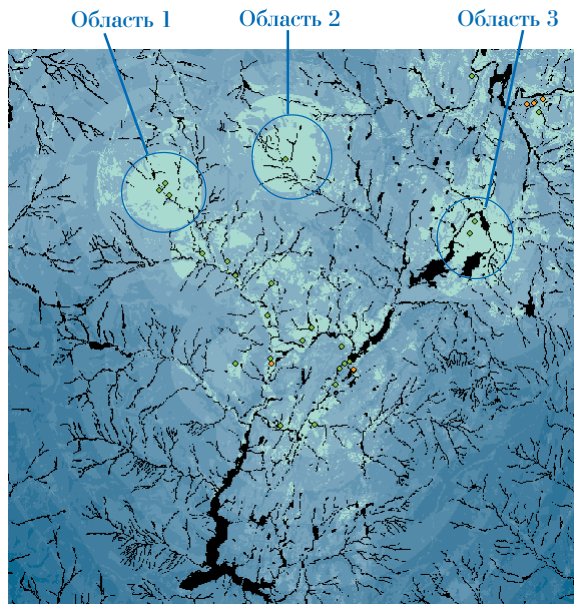
23. Щелкните правой кнопкой на выделенных классах, выберите Свойства выбранных цветов, и нажмите на более яркий цвет.

24. Щелкните на стрелке вниз в окне Отображать значения Нет данных символом и выберите черный цвет. Участки, представляющие воду и болота, будут отображаться этим цветом.

25. Нажмите OK.



Вы увидели, что для размещения новой школы есть три возможных района. Они помечены на рисунке ниже.



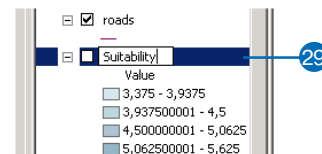
Теперь нужно изучить эти участки, чтобы выбрать оптимальный. Это нужно сделать на месте, изучив также имеющиеся данные по каждому участку.

26. Щелкните правой кнопкой на выходном слое в таблице содержания и выберите Сделать постоянным.
27. Перейдите в рабочую папку на локальном диске (c:\spatial).
28. Наберите Suitability и нажмите Сохранить.

Созданный временный набор данных теперь будет сохранен на диске, как постоянный.

Примечание: Копия набора данных пригодности есть в ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex2\Suitability.

29. Щелкните на выходном растре дважды (медленно). Переименуйте слой в Suitability (Пригодность).



Вы решили, что наилучшее место находится где-то на области 1, поскольку рядом есть три зоны отдыха, включая лыжную трассу. Кроме того, поскольку существующую дорогу к этому району использует множество транспортных средств, вы решили построить альтернативный подъезд к новой школе, чтобы разгрузить существующую дорогу.

30. Щелкните на слое Schools в таблице содержания, затем, нажимая и удерживая клавишу Ctrl, выделите все остальные слои, кроме Suitability (для перемещения по таблице содержания используйте стрелки).

31. Щелкните правой кнопкой на одном из выделенных слоев и выберите Удалить.

Вы закончили Упражнение 2. Вы можете перейти к Упражнению 3, или остановиться и продолжить позднее. В любом случае сейчас сохраните вашу карту. Из меню Файл выберите Сохранить как. Перейдите в локальную рабочую папку (c:\spatial), укажите имя файла для документа карты (Spatial_Tutorial) и щелкните Сохранить.

Упражнение 3: Поиск альтернативной дороги к новой школе

В этом упражнении вы найдете оптимальный участок для новой дороги. Шаги, необходимые для создания такого участка перечислены ниже, а шаги данного упражнения показаны на рисунке справа.

Шаг 1: Создание наборов данных Источника и Стоимости

Создайте набор данных источника, если нужно. В нашем упражнении Источник - новая школа.

Создайте набор данных стоимости, определив нужные наборы данных, переклассифицировав их, назначив веса и скомбинировав.

Шаг 2: Вычисление расстояния с взвешенной стоимостью

Вычислите расстояние с взвешенной стоимостью входных наборов источника и стоимости. Полученный набор данных Расстояния - это растр, значение каждой ячейки которого - это суммарная стоимость пути до источника.

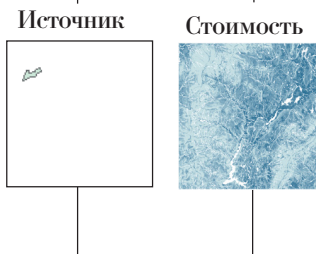
Чтобы найти *кратчайший путь*, вам нужен набор данных Направления, который можно создать, как дополнительный набор при помощи функции с взвешенной стоимостью. Вы получите растр направления пути с наименьшей стоимостью из ячейки обратно к источнику в этом упражнении - к школе).

Шаг 3: Вычисление кратчайшего пути

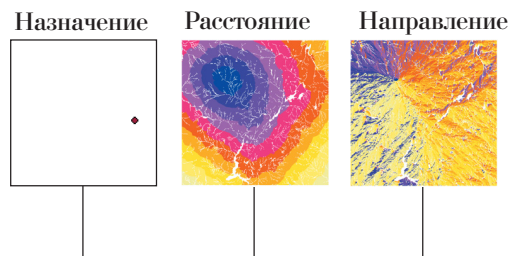
Создайте набор данных точки назначения, если нужно. В нашем упражнении Точка назначения - перекресток.

Вычислите кратчайший путь из наборов Расстояния и Направления, полученных из функции с взвешенной стоимостью.

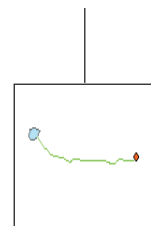
Шаг 1: Наборы данных источника и стоимости



Шаг 2: Расстояние с взвешенной стоимостью



Шаг 3: Кратчайший путь



Шаг 1: Создание наборов данных источника и стоимости

Чтобы найти оптимальный маршрут к месту строительства новой школы, вы сначала должны создать набор данных Источника (т.е. места школы) из карты пригодности и набор данных Стоимость, а затем использовать эти два набора, как входные данные для функции с взвешенной стоимостью.

Создание набора данных источника

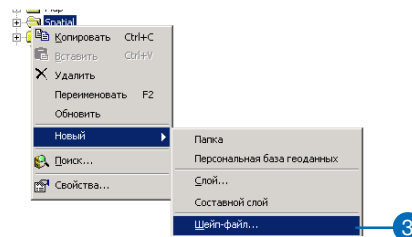
Если вы хотите узнать, как создать набор данных источника, выполните следующие 29 шагов. В противном случае щелкните на кнопку Добавить данные и перейдите в папку, где установлены учебные данные (ArcGIS\ArcTutor\Spatial). Выделите Roads, затем щелкните на Добавить. Затем снова щелкните на кнопку Добавить данные и перейдите в ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex3. Выделите School_site, затем щелкните на Добавить и пропустите следующие 29 шагов.

Сначала нужно создать в ArcCatalog пустой шейп-файл, а затем оцифровать место размещения школы с помощью инструментов редактирования в ArcMap.

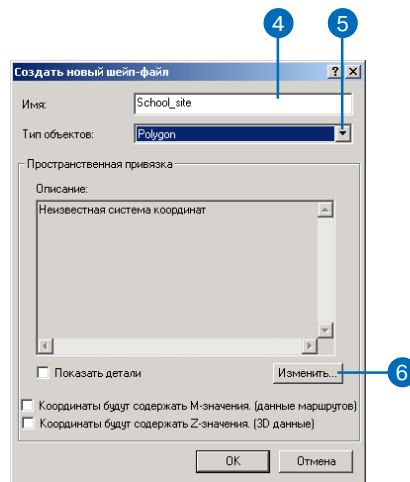
1. Щелкните на кнопке ArcCatalog в панели инструментов Стандартные.



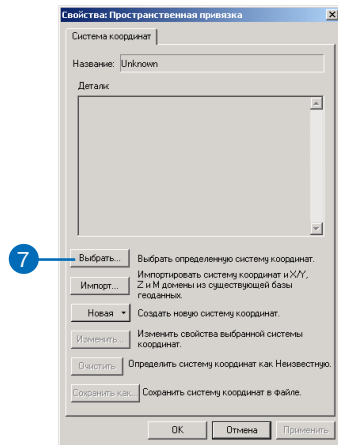
2. Перейдите в *дерево каталога* в созданную вами рабочую папку на локальном диске (c:\spatial).
3. Щелкните правой кнопкой на папке Spatial, выберите Новый, и щелкните на Шейп-файл.



4. Наберите имя нового шейп-файла - “School_site” (место школы).
5. Щелкните на стрелке вниз в окне *Тип объектов* и выберите Полигон, чтобы задать тип объекта, который вы создадите.
6. Нажмите Изменить, чтобы добавить в файл *пространственную привязку*.

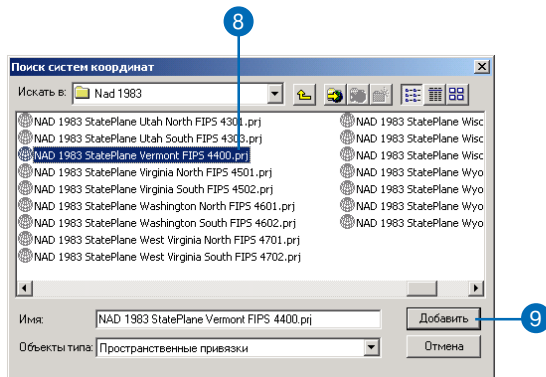


7. Щелкните на кнопке **Выбрать**, чтобы использовать типовую *систему координат*.



8. Откройте папку **Projected Coordinate Systems**, выберите **State Plane**, затем **NAD 1983** и прокрутите до **NAD 1983 StatePlane Vermont FIPS 4400.prj**.

9. Нажмите **Добавить**.



10. Нажмите **ОК** в диалоговом окне **Свойства пространственной привязки**.

11. Нажмите **ОК** в диалоговом окне **Создать новый шейп-файл**.

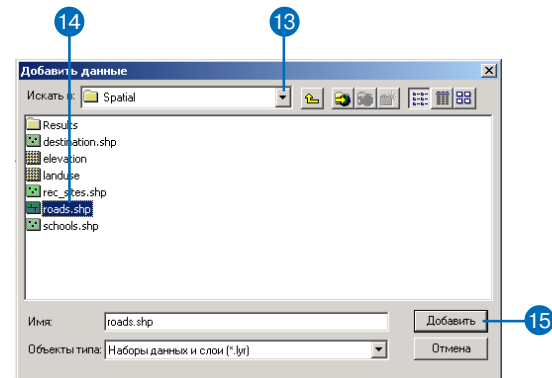
Будет создан новый шейп-файл с именем **School_site** и добавлен в дерево каталога.

12. Из меню **Файл**, выберите **Выход**, чтобы закрыть **ArcCatalog**, и вернитесь в **ArcMap**.

13. Щелкните на кнопке **Добавить данные** и перейдите в папку на локальном диске, где установлены учебные данные (путь по умолчанию: **ArcGIS\ArcTutor\Spatial**).

14. Щелкните на **roads.shp**.

15. Нажмите **Добавить**.

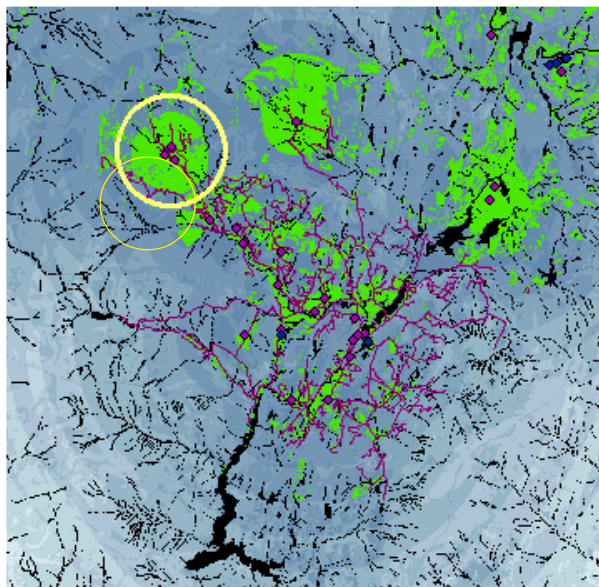


16. Щелкните на кнопку **Добавить данные** и перейдите в созданную вами рабочую папку на локальном диске (**c:\spatial**).

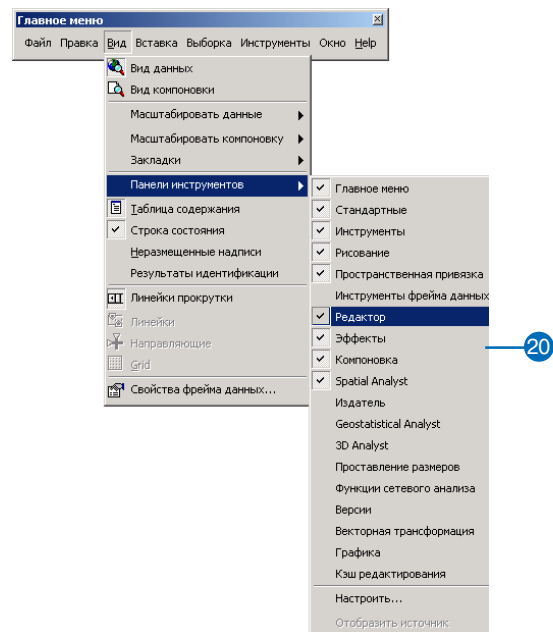
17. Щелкните на **School_site**.

18. Щелкните на **Добавить**.

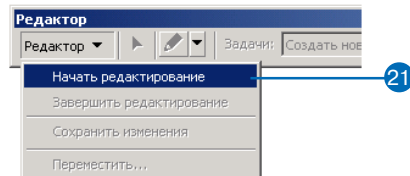
19. Щелкните на инструменте Увеличить в строке Инструменты, чтобы увеличить участок, который был определен, как наиболее пригодный (область 1, обведенная ниже желтым цветом).



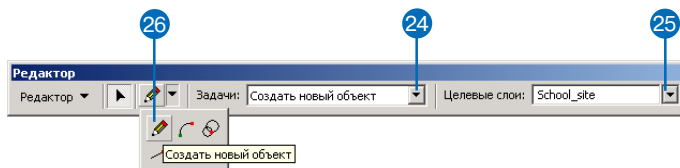
20. Из меню Вид выберите Панели инструментов, и щелкните на Редактор.



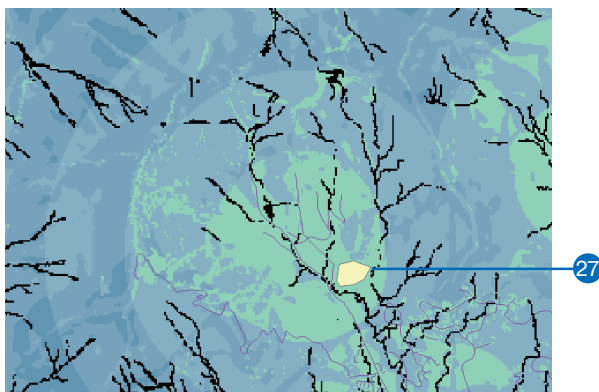
21. Щелкните на стрелке вниз в панели Редактор и выберите Начать редактирование.



22. Щелкните на c:\spatial (или созданную вами рабочую папку), из которой вы возьмете данные для редактирования.
23. Нажмите ОК.
24. Щелкните на стрелке вниз в окне Задачи и выберите Создать новый объект.
25. Щелкните на стрелке вниз в поле Целевые слои и выберите School_site.
26. Щелкните на стрелке вниз в панели Создать новый объект и выберите инструмент Создать новый объект.



27. Нарисуйте на экране полигон на области, показанной на рисунке. Нажмите и удерживайте, чтобы добавить вершину полигона, переместите курсор и добавьте следующую вершину. Продолжайте, пока не закончите полигон. Дважды щелкните, чтобы завершить полигон.



28. Щелкните на стрелке вниз в окне Редактор и выберите Завершить редактирование.

29. Нажмите Да на предложение сохранить изменения.

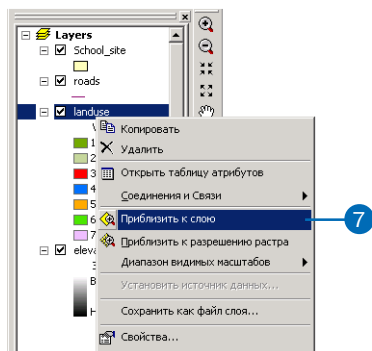
Примечание: Копия этого набора данных - school_site - есть в ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex3\source.shp.

Создание набора данных стоимости

Теперь вы создадите набор данных стоимости перемещения по ландшафту на основании того факта, что стоимость перемещения по крутому склону больше, а также стоимость строительства дороги выше на определенных типах землепользования

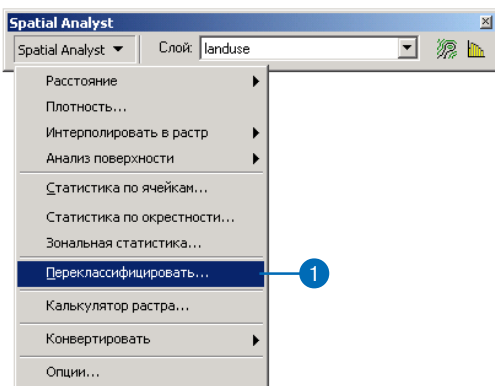
1. Щелкните правой кнопкой на слое Suitability и выберите Удалить.
2. Щелкните на кнопке Добавить данные и перейдите в созданную вами рабочую папку на локальном диске (c:\spatial).
3. Выберите slope (набор данных, созданных в упражнении 2).
4. Нажмите Добавить.
5. Снова щелкните на кнопке Добавить данные и перейдите в папку, где установлены учебные данные (путь по умолчанию - ArcGIS\ArcTutor\Spatial).
6. Выберите Landuse и нажмите Добавить.

- Щелкните правой кнопкой на Landuse и выберите Приблизить к слою.

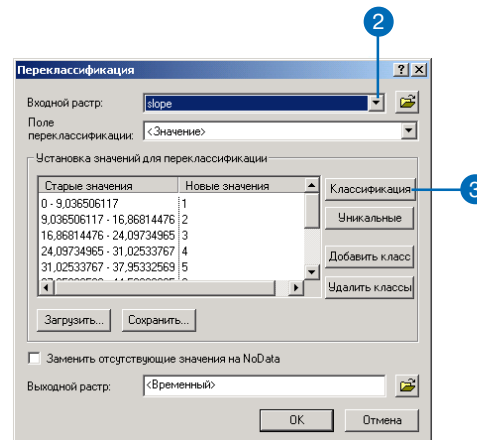


Переклассификация уклона

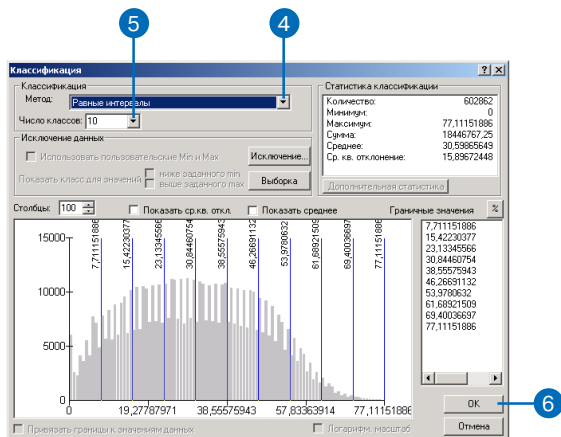
- Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Переклассифицировать.



- Щелкните на стрелке вниз в окне Входной растр и выберите slope.
- Нажмите Классифицировать.



- Щелкните на стрелке вниз в окне Метод и выберите Равные интервалы.
- Щелкните на стрелке вниз в окне Число Классов и нажмите на 10.
- Нажмите ОК.

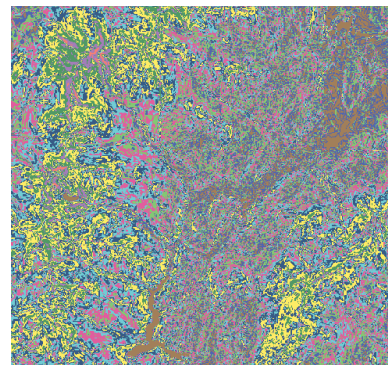


Вы хотите избежать крутых склонов при строительстве дороги, поэтому задайте более крутым склонам более высокие значения.

Поскольку по умолчанию большие значения присваиваются крутым склонам, вам не нужно менять новые значения

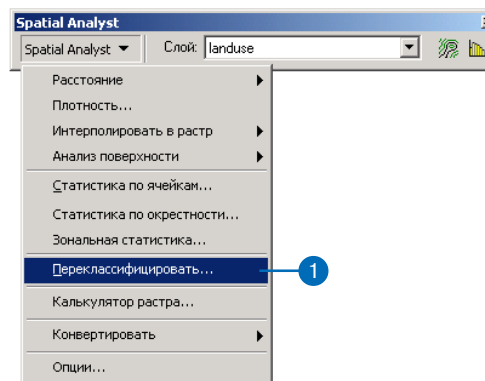
7. Нажмите ОК в диалоговом окне Переклассификация.

В таблицу содержания будет добавлен слой переклассификации уклона. Он показывает, где строительство дороги будет более дорогостоящим (высокие значения указывают области с высокой стоимостью, которые следует избегать).

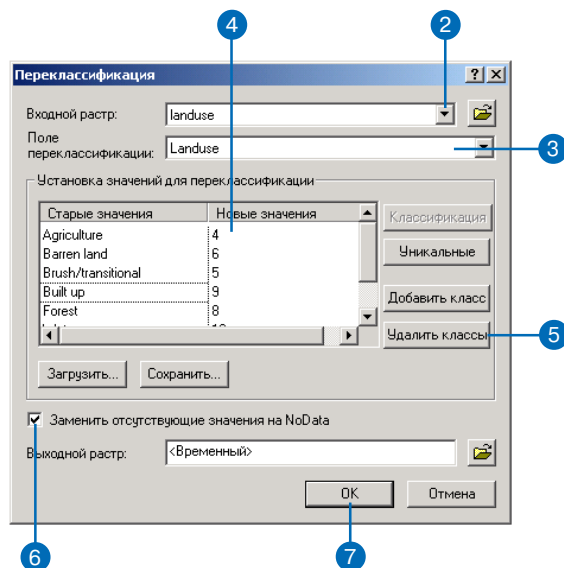


Переклассификация землепользования

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Переклассифицировать.



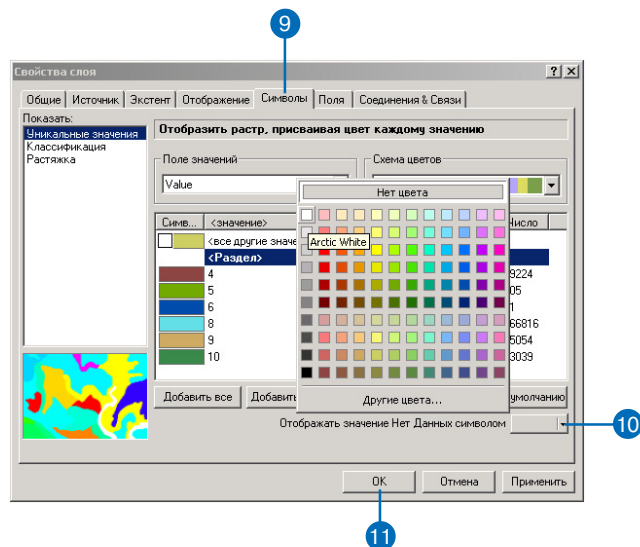
- Щелкните на стрелке вниз в окне Входной растр и выберите Landuse.
- Щелкните на стрелке вниз в окне Поле переклассификации и выберите Landuse.
- Выделите первое Новое значение, чтобы изменить значения, и наберите следующие значения:
 Agriculture (C/x)—4 Built up (Постройки)—9
 Barren land (Пустые)—6 Forest (Леса)—8
 Brush/Transitional (Переходн.)—5 Water (Вода)—10
 Высокие значения означают высокую стоимость строительства дороги.
- Щелкните на Wetlands (Болота), и щелкните на Удалить классы.
- Поставьте значок в окне против Заменить отсутствующие значения на NoData.
- Нажмите ОК.

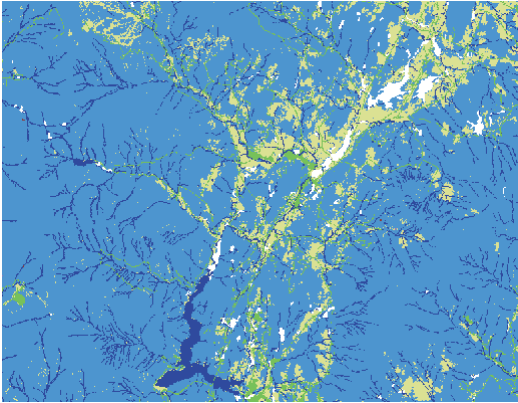


В таблицу содержания будет добавлен слой переклассификации землепользования. Он показывает, где строительство дороги будет более дорогостоящим в зависимости от типа землепользования.

Значение Нет данных - болота (Wetlands) сейчас отображается прозрачно, и вы видите нижние слои. Чтобы сделать его непрозрачным, выберите для него белый цвет.

- Щелкните правой кнопкой на Переклассификация landuse и выберите Свойства.
- Щелкните на закладке Символы.
- Щелкните на стрелке вниз в окне Отображать значения нет данных символом и выберите цвет Arctic White.
- Нажмите ОК.

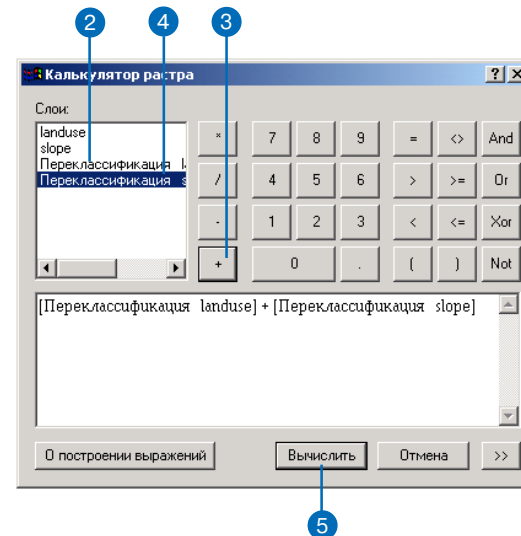
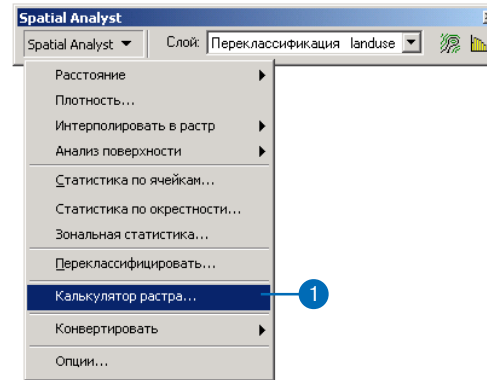




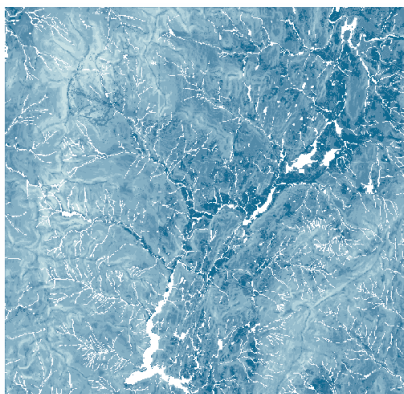
Комбинирование наборов данных

Теперь вы скомбинируете переклассификации уклона и землепользования, чтобы создать набор данных стоимости строительства дороги в каждой точке ландшафта с точки зрения крутизны склона и типа землепользования. В этой модели оба набора имеют одинаковый вес, поэтому не нужно задавать веса, как мы делали при поиске места для школы.

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Калькулятор растров.
2. Дважды щелкните на Переклассифицировать landuse, чтобы добавить его в окно выражения.
3. Нажмите Добавить.
4. Дважды щелкните на Переклассифицировать slope, чтобы добавить его в окно выражения.
5. Нажмите Вычислить.



Результат будет добавлен к вашему сеансу ArcMap. Ячейки с низкими значениями показывают те места, где стоимость строительства дороги будет минимальной. На рисунке внизу они показаны темно-синим цветом.



6. Щелкните в таблице содержания на выходном слое, чтобы выделить его, щелкните еще раз и переименуйте в Cost (Стоимость).

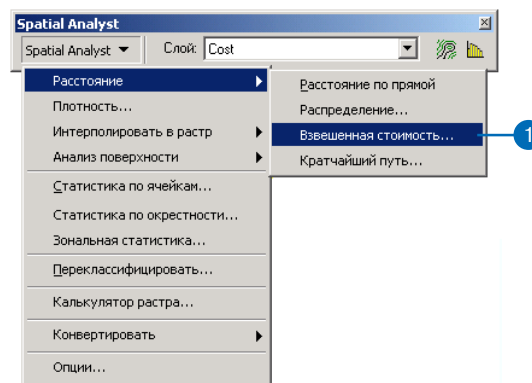
Теперь удалите все слои, кроме Cost, School_site и Roads.

- Щелкните на Переклассификация landuse, затем, нажимая и удерживая Ctrl, выделите Переклассификация slope, slope и landuse.
- Щелкните правой кнопкой на одном из слоев и выберите Удалить.

Шаг 2: Вычисление расстояния с взвешенной стоимостью

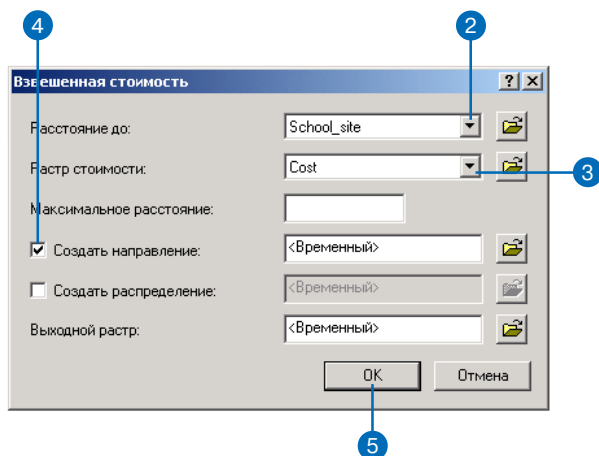
Вы вычислите расстояние с взвешенной стоимостью, используя созданный набор данных стоимости (Cost) и слой School_site (источник). С помощью этой функции вы создадите набор данных Расстояния, каждая ячейка которого будет содержать значение, представляющее минимальную суммарную стоимость перемещения от этой ячейки до школы и набор данных Направления, показывающий направление пути с наименьшей стоимостью от ячейки к школе. Суть этого процесса более подробно описана в Главе 7, “Выполнение пространственного анализа”.

- Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Расстояние и щелкните на Взвешенная стоимость.

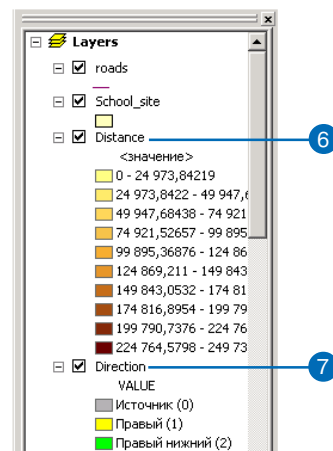


- Щелкните на стрелке вниз в окне Расстояние до и выберите School_site.
- Щелкните на стрелке вниз в окне Растр стоимости и выберите Cost.
- Поставьте отметку против Создать направление.
- Нажмите ОК.

Наборы данных расстояния и направления будут добавлены к сеансу ArcMap, как слой.



- Щелкните в таблице содержания на выходном слое расстояния, щелкните еще раз и переименуйте его в Distance.
- Щелкните в таблице содержания на выходном слое направления, щелкните еще раз и переименуйте его в Direction.



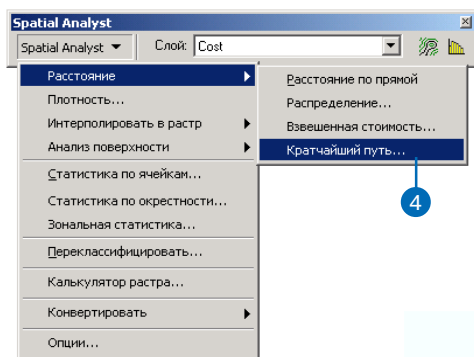
Шаг 3: Вычисление кратчайшего пути

Теперь вы почти готовы к поиску кратчайшего пути от школы. Вы вычислили расстояние с взвешенной стоимостью, создав наборы данных Distance (расстояние) и Direction (направление), используя в качестве источника место новой школы. Однако, вам еще нужно выбрать и затем создать точку назначения. Поскольку вы уже научились создавать новые шейп-файлы, шейп-файл точки назначения был для вас создан.

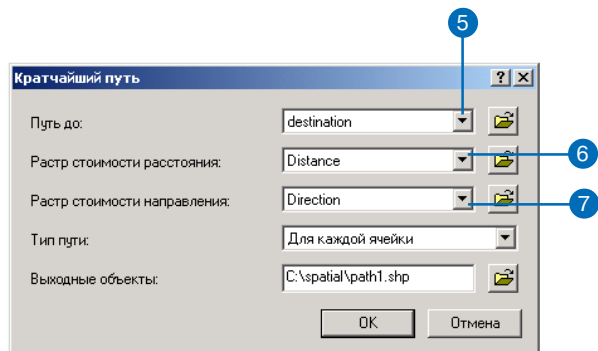
- Щелкните на кнопке Добавить данные.
- Перейдите в папку, где установлены учебные данные (путь по умолчанию - ArcGIS\ArcTutor\Spatial).
- Выделите Destination и нажмите Добавить.

Такой выбор точки назначения, какой сделан в шейп-файле Destination, позволит удалить значительную часть транспорта с существующей дороги и предоставить “обратный путь” к выбранному району для школьных автобусов и других машин.

4. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Расстояние, и щелкните на Кратчайший путь.

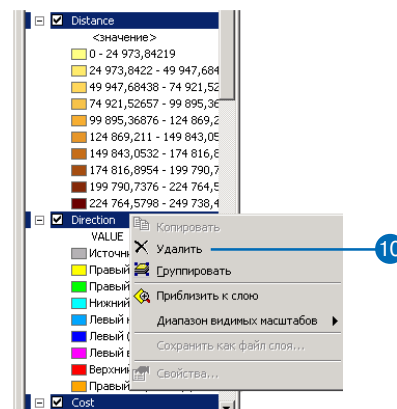


5. Щелкните на стрелке вниз в окне Путь до и выберите Destination.
6. Щелкните на стрелке вниз в окне Растр стоимости расстояния и выберите Distance.
7. Щелкните на стрелке вниз в окне Растр стоимости направления и выберите Direction.
- Оставьте значения по умолчанию для других параметров.
8. Нажмите ОК.



Кратчайший путь будет вычислен, и результат добавлен к вашему сеансу ArcMap. Он показывает путь с наименьшей стоимостью (наименьшая стоимость означает выбор более пологих склонов и тех типов землепользования, на которых строительство дороги дешевле) от школы до заданного перекрестка.

9. Щелкните в таблице содержания на Distance, затем, нажав Ctrl, выделите Direction и Cost.
10. Щелкните правой кнопкой на Cost и выберите Удалить, чтобы удалить эти слои.



Отображение результатов

Чтобы лучше рассмотреть, где должна быть построена дорога, вы создадите более подробную карту.

Добавление новых наборов данных

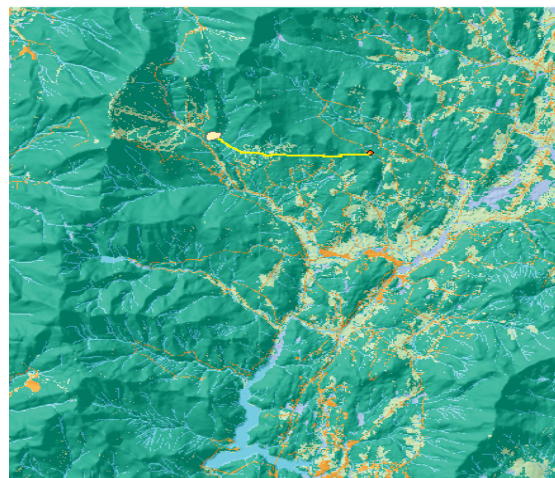
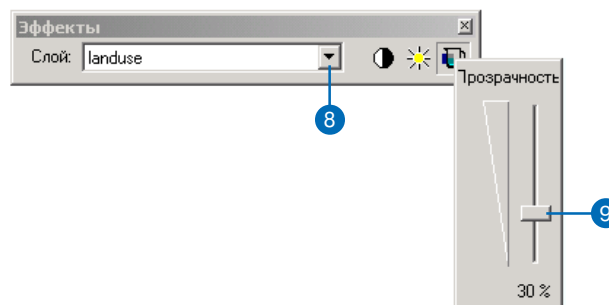
1. Щелкните на кнопке **Добавить данные** в панели инструментов **Стандартные**.
2. Перейдите в созданную вами рабочую папку на локальном диске (с:\spatial).
3. Выберите **Hillshade** и нажмите **Добавить**.

Примечание: Копия этого набора данных отмывки рельефа есть в ArcGIS\ArcTutor\Spatial\Results\Ex1\Hillshade.

4. Щелкните на кнопке **Добавить данные** в панели инструментов **Стандартные**.
5. Перейдите в папку, где установлены учебные данные (путь по умолчанию - ArcGIS\ArcTutor\Spatial).
6. Выберите **Landuse** и нажмите **Добавить**.

Добавление прозрачности

7. Если панель инструментов **Эффекты** отсутствует, из меню **Вид**, выберите **Панели инструментов** и щелкните на **Эффекты**.
8. Щелкните на стрелке вниз в окне **Слой** панели инструментов **Эффекты** и выберите **landuse**.
9. Щелкните на кнопке **Настроить прозрачность** и передвиньте указатель на 30 процентов.



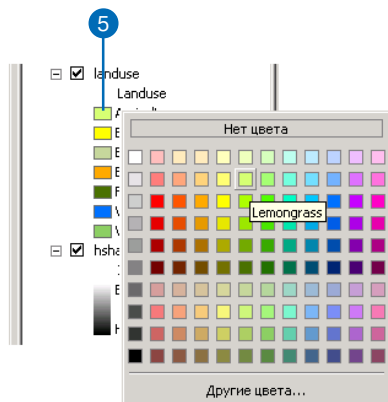
Изменение поля значений для Землепользования

Теперь вы измените поле значений в слое Landuse, вместо установленного по умолчанию, чтобы яснее видеть каждый тип землепользования.

1. Щелкните правой кнопкой на Landuse в таблице содержания и выберите Свойства.
2. Щелкните на закладке Символы.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Поле Значений и выберите landuse.
4. Нажмите ОК.

Измените цвет значков в таблице содержания, чтобы выбрать для типов землепользования более наглядные цвета.

5. Щелкните правой кнопкой на значках типов землепользования в таблице содержания и выберите подходящий цвет для каждого типа.

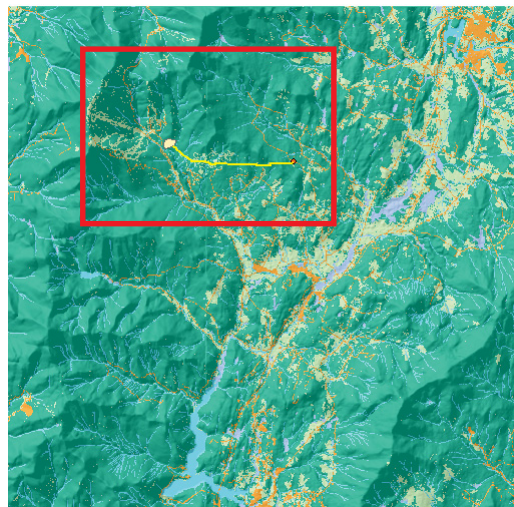


Увеличение исследуемого района

1. Щелкните на инструменте Увеличить в строке Инструменты.



2. Щелкните на карте и очертите прямоугольник, включающий новую дорогу, чтобы увеличить изображение (область, которую нужно увеличить, выделена красным на карте внизу).



6. Из меню Файл выберите опцию Сохранить.

Если сейчас вы сохраняете документ в первый раз, перейдите в созданную вами рабочую папку на локальном диске (c:\spatial), задайте имя файла для документа карты (Spatial_Tutorial), и нажмите Сохранить.

Итак, вы закончили этот учебник. Вы познакомились с некоторыми функциями Spatial Analyst, например, научились исследовать ваши данные, создавать карту пригодности и находить путь с наименьшей стоимостью.

Вы многое узнали, но вам предстоит узнать еще намного больше. Остальная часть данной книги послужит вам руководством при решении ваших собственных пространственных задач.

Моделирование пространственных задач

3

В ЭТОЙ ГЛАВЕ

- Моделирование пространственных задач
- Концептуальная модель решения пространственных задач
- Использование концептуальной модели для построения карты пригодности

Spatial Analyst может помочь вам выполнять аналитические задачи, но он не может решать задачи сам. Чтобы получить результаты, которые вам требуются, вы должны правильно поставить вопросы и предоставить необходимую информацию. В этой главе мы познакомим вас с концепцией пространственного моделирования, которая поможет вам определить принципиальные шаги процесса выполнения пространственного анализа.

В этой главе рассматривается:

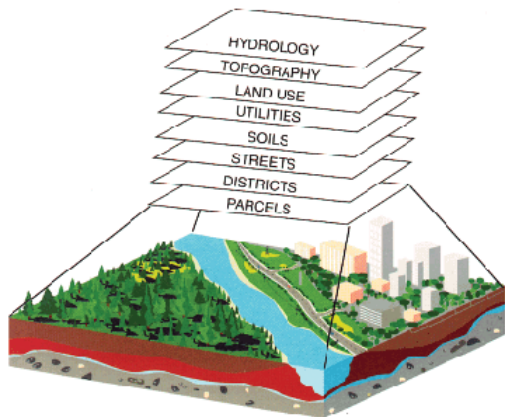
- Моделирование пространственных задач.
- Концепция процесса моделирования:
 - Постановка задачи
 - Деление задачи на логические части
 - Изучение входных наборов данных
 - Выполнение анализа
 - Проверка результатов модели
 - Реализация результата
- Реализация концепции процесса моделирования на примере построения модели пригодности. Модель пригодности из Упражнения 2 “Учебника для быстрого старта”, “Поиск места для новой школы в Стоув, Вермонт, США”, была разделена на концептуальные компоненты для разъяснения каждого из шагов моделирования.

Моделирование пространственных задач

В общем понимании модель - это представление реальности. Из-за сложности мира и взаимосвязей в нем создаются модели - упрощенные, управляемые представления реальности. Модели помогают понять, описать и предсказать события в реальном мире. Есть два основных вида моделей: те, которые представляют объекты ландшафта (модели представления) и те, которые имитируют процессы на ландшафте (модели процессов).

Модели представления

Модели представления описывают объекты ландшафта, такие как здания, реки или леса. В ГИС модели создаются в виде наборов слоев данных. В Spatial Analyst эти данные могут быть растровыми или векторными. Растровые слои представляют собой сетки из прямоугольных ячеек, и каждая точка в каждом слое представлена ячейкой грида, т.е. ее значением. Ячейки разных слоев накладываются друг на друга, описывая множество атрибутов в каждой точке.



Модели представления пытаются отразить пространственные отношения внутри объекта (форма здания) и между объектами на ландшафте (распределение зданий). Наряду с установлением пространственных отношений, модели представления в ГИС могут также моделировать атрибуты объектов (владелец каждого здания). Модели представления часто называют моделями данных, они считаются описательными моделями.

Модели процессов

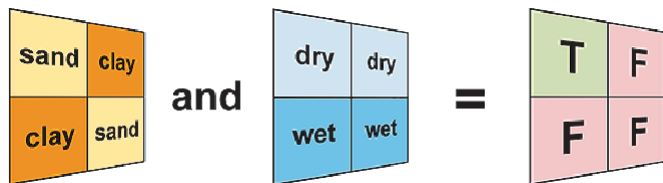
Модели процессов описывают взаимоотношения объектов, смоделированных в моделях представления. Отношения моделируются с помощью инструментов пространственного анализа. Поскольку между объектами существует множество отношений различного типа, ArcGIS и Spatial Analyst предлагают широкий спектр инструментов для описания отношений. Моделирование процессов иногда называют картографическим моделированием. Модели процессов используются не только для описания процессов, но и чтобы оценить, что произойдет, если будет выполнено определенное действие.

Каждая операция и функция Spatial Analyst может считаться моделью процесса. Некоторые модели процессов просты, другие - более сложны. Можно повышать сложность за счет добавления логики, комбинирования нескольких моделей процессов и использования объектной модели Spatial Analyst и Microsoft® Visual Basic®.

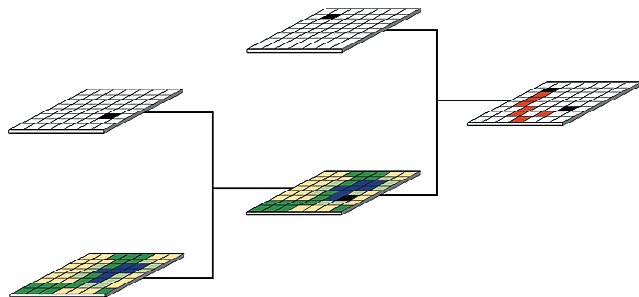
Одна из базовых операций Spatial Analyst - сложение двух растров:



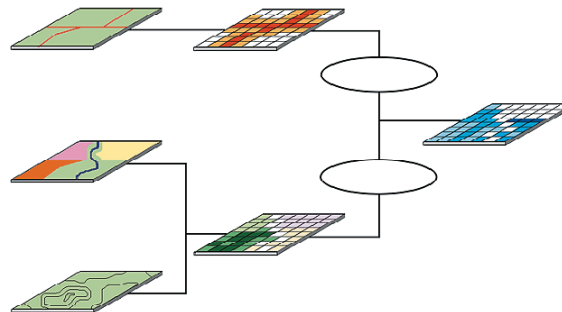
Сложность можно увеличить за счет добавления логики:



Дополнительная сложность задается специальными функциями:



Еще большая сложность достигается за счет комбинирования функций и логики:



Модель процесса должна быть возможно более простой, но достаточной для решения поставленной задачи. Иногда требуется только одна операция или функция, но иногда - сотни операций и функций.

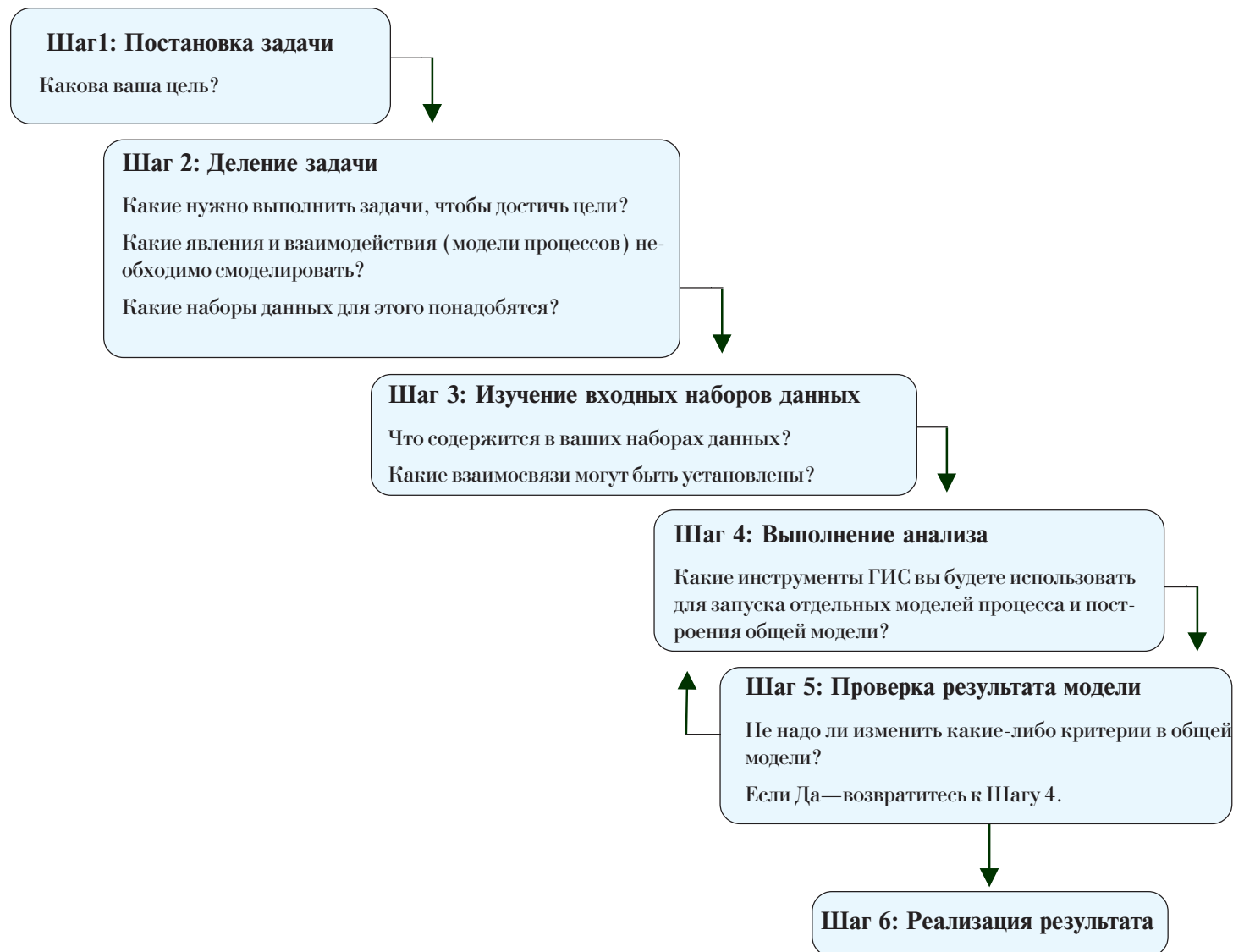
Типы моделей процессов

Существует множество типов моделей процессов для решения различных задач. Например:

- **Моделирование пригодности:** Большинство пространственных моделей включают поиск оптимальных местоположений, например, поиск наилучшего места для новой школы, свалки или переселения.
- **Моделирование расстояния:** Какова дальность полета от Лос-Анджелеса до Сан-Франциско?
- **Моделирование гидрологии:** Куда потечет вода?
- **Моделирование поверхностей:** Каков уровень загрязнения в разных районах страны?

Для построения модели нужно выполнить последовательность концептуальных шагов. В следующей части этой главы будут рассмотрены такие шаги.

Концептуальная модель решения пространственных задач



Шаг 1: Постановка задачи

Для решения пространственной задачи вам необходимо начать с четкой формулировки этой задачи. Какова ваша цель? Следование перечисленным ниже шагам поможет вам достигнуть вашей цели.

Шаг 2: Деление задачи на логические части

После того, как цель определена, вы должны разделить задачу на последовательность логических частей (подзадач), выявить элементы и отношения, необходимые для решения на уровне этих частей, и создать необходимые наборы данных для формирования модели представления.

При делении задачи на подзадачи, вы определите шаги, необходимые для их выполнения, что поможет вам решить всю задачу. Если ваша задача состоит в поиске наиболее вероятных мест обитания американского лося, она будет включать определение предыдущих мест его обитания, типов растительности для его питания и т.д. Упорядочивая задачи, вы начинаете строить общую картину того, что вам предстоит сделать.

После того, как вы определили подзадачи, вам необходимо выявить элементы и их отношения, которые отвечают вашим целям. Элементы будут моделироваться с помощью моделей представления, а их отношения - с помощью моделей процессов. Лоси и типы растительности - это несколько элементов из тех, что необходимы для определения возможных мест обитания лосей. Территории, занятые людьми, и существующая сеть дорог также повлияют на возможность обитания лося. Отношения между элементами состоят в том, что лоси предпочитают определенные виды растительности и избегают людей, которые могут проникнуть на разные участки территории с помощью дорог. Для определения наиболее вероятных мест обитания лося может потребоваться создание последовательности моделей процессов.

На этом шаге вы должны также определить совокупность необходимых наборов данных. Входные наборы данных должны включать данные о том, где видели лосей за последнюю неделю, типы растительности, места поселения человека и дороги. После определения наборов данных, их нужно представить в виде набора слоев (модели представления). Для этого вам нужно знать о представлении растровых данных в Spatial Analyst. В Главе 4, 'Понимание растровых данных', рассказано о концепции представления растровых данных.

Полная модель (составленная из последовательности подзадач, моделей процессов и наборов данных) дает вам представление реального мира, которое вы можете использовать для принятия решений.

Шаг 3: Изучение наборов данных

Необходимо понять пространственные и атрибутивные свойства объектов ландшафта и отношения между ними (модель представления). Для понимания этих отношений вы должны изучить данные. В ArcGIS и Spatial Analyst имеется широкий спектр инструментов для изучения данных, эти инструменты описаны в руководствах, поставляемых с ArcGIS.

Шаг 4: Выполнение анализа

На этом этапе вам нужно определить инструменты для построения полной модели. Spatial Analyst предоставляет широкий диапазон инструментов для этой цели. В примере с местами обитания лося вам потребуются инструменты для выборки и присвоения весовых коэффициентов определенным типам растительности, буферизации зданий и дорог и присвоения им весов. Глава 5, 'Понятие растрового моделирования', описывает принципы выполнения моделирования на основе ячеек растров и те аспекты, которые нужно при этом учитывать. Глава 6, 'Установка среды анализа', и Глава 7, 'Выполнение пространственного анализа', показывают, как эти принципы реализованы в Spatial Analyst.

Шаг 5: Проверка результатов моделирования

На этом этапе проверьте результаты моделирования. Нужно ли изменить какие-то параметры, чтобы получить лучший результат?

Если вы создали несколько моделей, определите, какую модель вы будете использовать. Вам нужно выбрать наилучшую модель. Есть ли модель, которая явно лучше других дает необходимый результат?

Шаг 6: Реализация результата

После того, как вы решили пространственную задачу и выбрали модель, которая наилучшим образом позволяет достигнуть цели, поставленной на шаге 1, реализуйте поставленную цель. Когда вы посетите наиболее вероятные места обитания лосей, увидите ли вы их там?

Использование концептуальной модели для построения карты пригодности

Шаг 1: Постановка задачи

Для решения пространственной задачи вам нужно сначала поставить задачу. Какова ваша цель? Начните с понятия желаемого результата; типа карты, которую вы хотите создать.

Чтобы понять пошаговый процесс, далее вы будете работать с примером задачи. Ваша задача - найти наилучшее место для новой школы. Вы хотите получить карту пригодности участков (с ранжированием от лучших до худших), где можно построить новую школу. Это называется картой ранжированной пригодности, поскольку она показывает набор относительных значений, указывающих на карте степень пригодности каждого участка на основании заданного вами критерия.

Лучшее место для новой школы

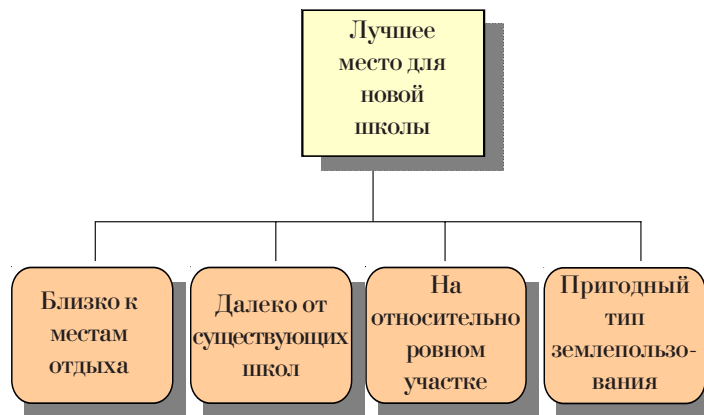
Чтобы помочь себе в моделировании задачи, нарисуйте диаграмму шагов моделирования:

Начните с постановки задачи. По мере работы с задачей вы расширите схему, показав на ней цели, модели процессов, и необходимые входные наборы для каждого процесса.

Шаг 2: Деление задачи на логические части

После того, как задача поставлена, делите ее на более мелкие подзадачи, пока вы не поймете, какие шаги необходимы для решения каждой из них. Эти шаги - задачи, которые вы решаете.

Определяя подзадачи, решите, что будет мерой для каждой. Как вы измерите, какое место будет оптимальным для новой школы? Желательно, чтобы она находилась вблизи зон отдыха, поскольку многие семьи с детьми, переселившиеся в город, заинтересованы в том, чтобы их дети могли посещать места отдыха. Также важно, чтобы она находилась в удалении от других школ, чтобы школы были равномерно распределены по городу. Школу также необходимо строить на ровном участке с подходящим типом землепользования.



На рисунке ниже перечислены подзадачи:

Вы хотите знать следующее: “Где находятся достаточно ровные участки? Подходящий ли там тип землепользования? Достаточно ли они близки к зонам отдыха? Достаточно ли они удалены от других школ?”

Вы знаете, что желательно расположить новую школу недалеко от зон отдыха, поэтому вам потребуется набор данных расстояния до зон отдыха, чтобы поместить школу ближе к ним. Модель процесса будет включать расчет расстояний до зон отдыха.

Необходимый входной набор данных: расположение зон отдыха

Достаточно ли они удалены от других школ?

Вы хотите поместить школу в удалении от существующих школ, чтобы их зоны охвата не пересекались. Вам нужно создать карту расстояний до школ. Здесь модель процесса будет включать вычисление расстояния до школ.

Необходимый входной набор данных: расположение существующих школ.

Находятся ли эти участки на ровной местности ?

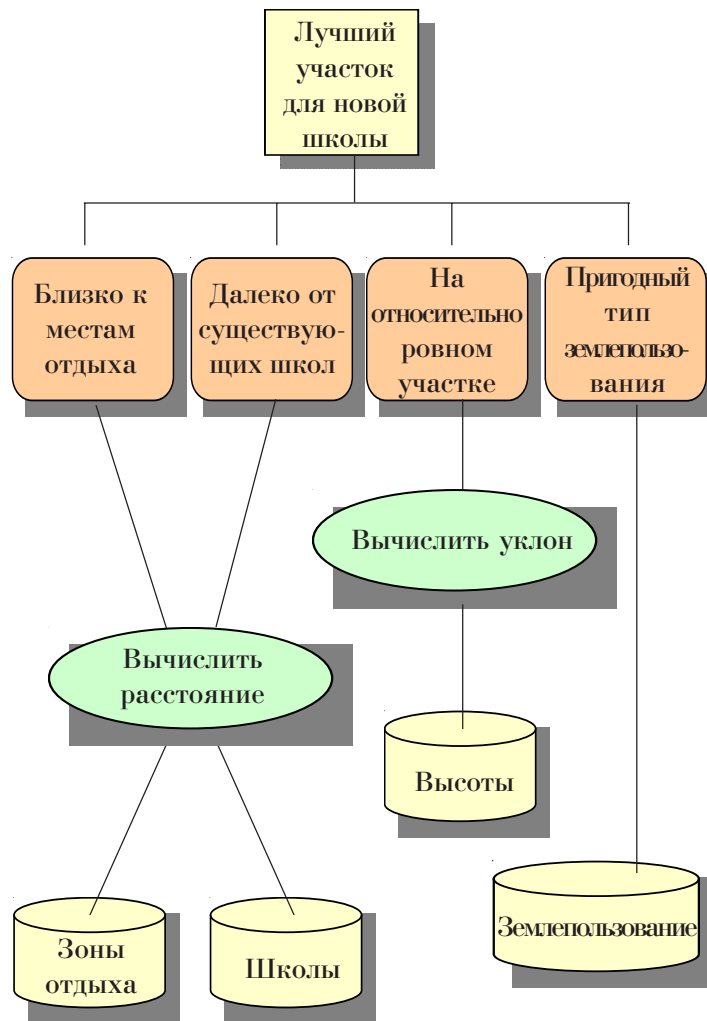
Чтобы найти пологие участки, вам потребуется карта уклона земной поверхности. Модель процесса будет включать вычисление уклона.

Необходимый входной набор данных: высоты

Подходящий ли тип землепользования на этих участках?

Вам нужно решить, какие типы землепользования подходят для строительства. Это субъективный процесс, зависящий от вашей задачи. В данном случае наиболее дешевыми для строительства оказались сельскохозяйственные земли, следовательно они наиболее пригодны. Далее следуют пустые земли, затем переходный тип земель, лес и, наконец, существующие постройки. Здесь не требуется процесс моделирования, нужно только определить, какие земли более пригодны.

Необходимый входной набор данных: землепользование



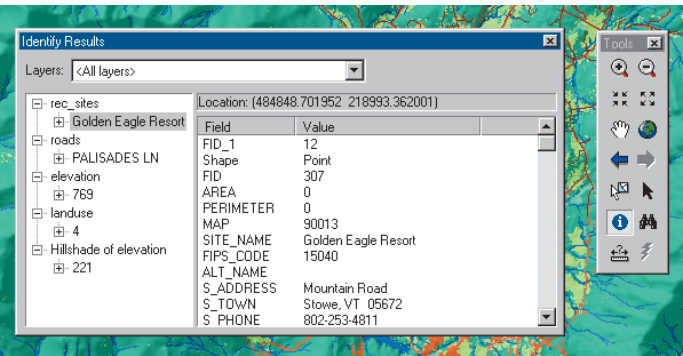
Шаг 3: Изучение входных наборов данных

После того, как вы разделили вашу задачу на последовательные подзадачи и модели процессов, определили необходимые наборы данных, вам нужно изучить входные наборы данных, чтобы понять их содержание. Вам нужно понять, какие атрибуты наборов данных потребуются для решения задачи, и выявить закономерности в данных.

Изучение данных поможет лучше представить области, где желательно разместить школу, определить влияние (вес) атрибутов и варианты моделирования. Вы можете рассмотреть имеющиеся школы и зоны отдыха, определить по набору данных высот, где расположены возвышенности. Набор данных по типам землепользования покажет, какие типы есть в исследуемой области, и как они расположены относительно других данных.

Использование некоторых инструментов ArcMap и Spatial Analyst для исследования данных описано в Разделе 1 главы “Вводный курс”.

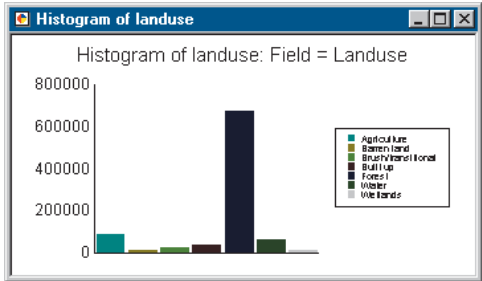
Идентифицируйте объекты, получая информацию о слое.



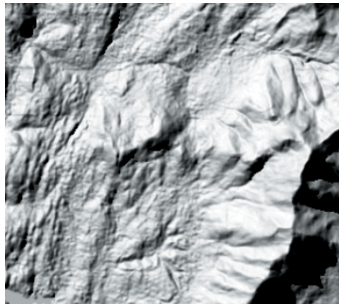
Изучите таблицу атрибутов каждого слоя.

Attributes of landuse				
ObjectID*	Value	Count	Landuse	
1	1	294	Brush/transitional	
2	2	62187	Water	
3	3	28	Barren land	
4	4	36034	Built up	
5	5	85054	Agriculture	
6	6	671722	Forest	
7	7	12241	Wetlands	

Создайте и изучите гистограммы по каждому слою.



Вычислите отмытку рельефа, чтобы увидеть рельеф.



Шаг4: Выполнение анализа

Вы определили подзадачи, элементы и их отношения, модели процессов и необходимые входные данные. Теперь вы готовы выполнить анализ.

В книге *Руководство ESRI по ГИС анализу* подробно описаны многие задачи, которые можно решить с помощью ArcGIS.

При поиске оптимального места для новой школы есть два способа выполнения анализа. Вы можете создать карту пригодности, определяющую степень пригодности в каждой точке карты, или просто построить запрос к созданным наборам данных, чтобы получить результат виде булева значения (истина или ложь).

Создание карты пригодности

Создание карты пригодности позволяет вам получить значение пригодности в каждой точке карты.

После того, как вы создали необходимые слои, их нужно скомбинировать, чтобы получить единую карту ранжирования пригодности места для новой школы. Вам нужен способ сравнения значений или классов в слоях. Один из способов - присвоить численные значения классам каждой карты

Каждый слой ранжируется по степени пригодности участка для новой школы. Вы можете, например, присвоить классам значения по шкале 1–10, где 10 соответствует наилучшему значению. Это называется шкалой пригодности.

Значение “нет данных” можно использовать для исключения некоторых областей из рассмотрения. Ранжирование всех численных значений по одной шкале обеспечивает им равный вклад при определении пригодности. Обычно модель вначале строится таким способом, а в дальнейших сценариях слоям присваиваются различные значения веса, более точно отражающие свойства данных и отношения между ними.

Создание шкал пригодности

Как и в нашем примере, многие шкалы создаются искусственно. Это, как правило, ранжирование по пригодности, или предпочтительности, от лучшего до худшего. Оно основано на каком-либо измеряемом значении, например, - на расстоянии до школ, но, на самом деле, это субъективная мера того, насколько пригодно определенное расстояние от школы для размещения другой школы.

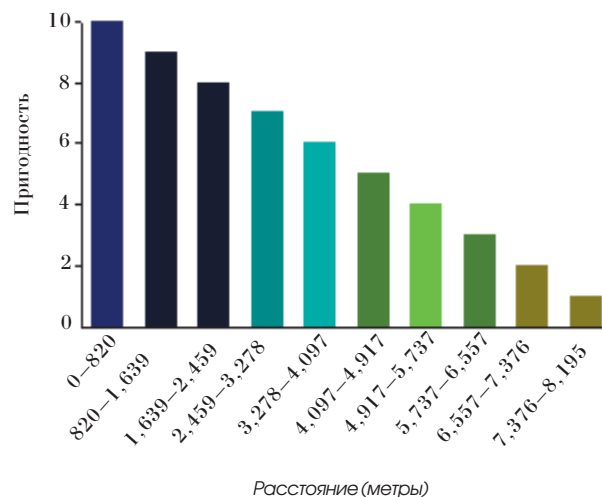
Существуют естественные шкалы, обычно связанные с определенными целями. Хороший пример - стоимость, но она должна быть точно определена. При исследовании пригодности для строительства задача минимизации стоимости недвижимости требует измерения по шкале стоимости в долларах. Убедитесь, что вы определили шкалу точно. Могут использоваться другие единицы, например, австралийские доллары, иногда с коэффициентом обмена валют.

Многие шкалы являются нелинейными, хотя часто они бывают представлены так для простоты или если учитываются не все данные. Например, при создании шкалы при передвижении пешком, расстояниям 1, 5 и 10 километров могут соответствовать значения пригодности 10, 5 и 1. Некоторые считают, что 5 км пешком - это только в 2 раза хуже, а другие считают, что это в 10 раз хуже.

При построении шкалы пригодности обратитесь к экспертам, чтобы определить наилучший и наихудший сценарий и количество промежуточных значений. Эксперты должны быть компетентны в исследуемом вопросе. Например, будет полезнее опросить пассажиров об их представлении о ранжировании предпочтительного времени проезда, чем спрашивать об этом у чиновника городского управления.

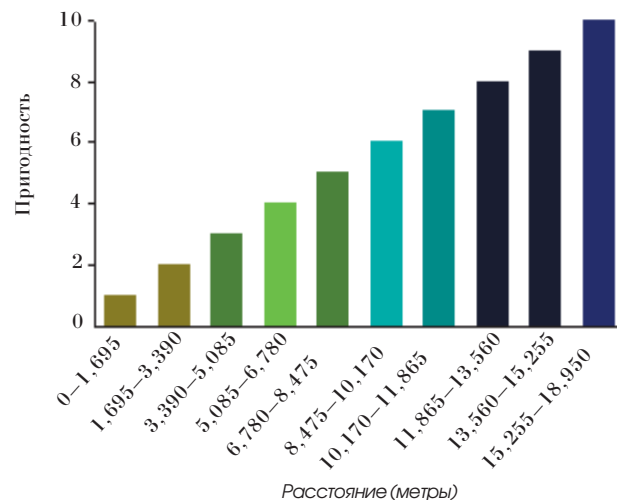
Ранжирование участков по близости к зонам отдыха

Чтобы разместить школу вблизи зон отдыха, вам нужно знать расстояние до них. Функция Spatial Analyst Расстояние по прямой создает карту, отражающую расстояние по прямой от каждой точки до ближайшей зоны отдыха. Результатом будет растровый набор данных, в котором каждая ячейка содержит значение расстояния от нее до ближайшей зоны отдыха. Для ранжирования этой карты просто используйте функцию Переклассифицировать. Поскольку желательно разместить школу вблизи зоны отдыха, присвойте значение 1 максимальным расстояниям, а 10 - минимальным, а затем линейно распределите промежуточные расстояния, как показано на схеме внизу.



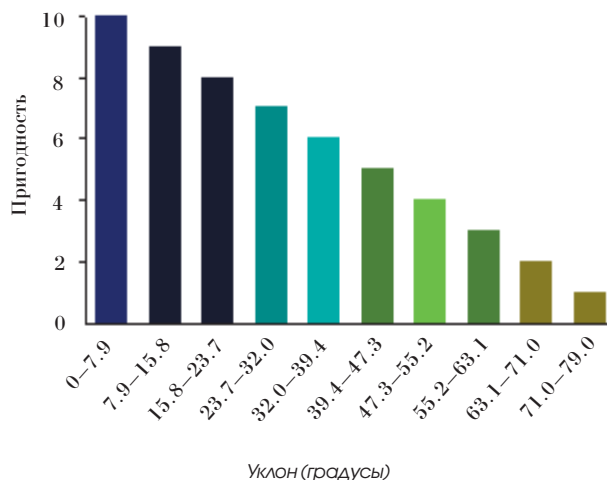
Ранжирование участков по удаленности от школ

Чтобы избежать наложения областей обслуживания для новой и существующих школ, вам нужно знать расстояние до них. Функция Spatial Analyst Расстояние по прямой создает карту, отражающую расстояние по прямой от каждой точки до ближайшей школы. Для ранжирования этой карты просто используйте функцию Переклассифицировать. Поскольку желательно разместить школу в удалении от других школ, присвойте значение 1 минимальным расстояниям, а 10 - максимальным, а затем линейно распределите промежуточные расстояния, как показано на схеме внизу.



Ранжирование областей по рельефу

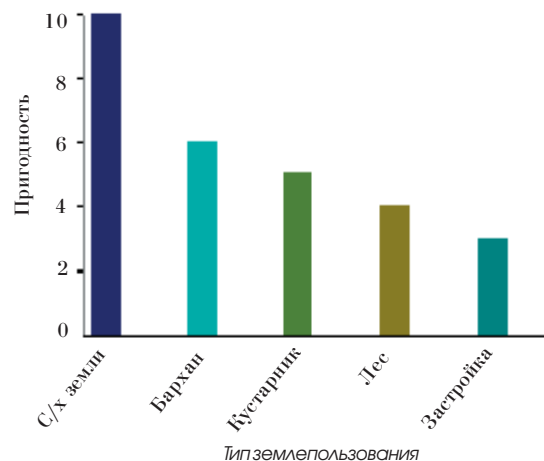
Чтобы избежать крутых склонов и найти относительно ровные участки, вам необходимо знать уклон. Функция Spatial Analyst Уклон создает карту, где каждая ячейка содержит максимальную скорость изменения значения от этой ячейки к соседним. Для ранжирования этой карты просто используйте функцию Переклассифицировать. Поскольку желательно разместить школу на относительно ровном участке, присвойте значение 1 максимальным уклонам, а 10 - минимальным, а затем линейно распределите промежуточные расстояния, как показано на схеме внизу.



Ранжирование областей по пригодности землепользования

Для ранжирования карты типов землепользования используйте функцию Переклассифицировать. Поскольку желательно разместить школу на участке с определенным типом землепользования с точки зрения стоимости строительства, вам нужно определить предпочтительные типы землепользования.

Ранжирование расстояний или уклонов - достаточно простое действие. Вам нужно решить, что предпочтительнее - большое или малое расстояние, крутой или пологий участок, затем линейно распределить остальные значения или указать предельно допустимое значение. Здесь вам нужно определить предпочтительный тип землепользования. Этот вопрос вам нужно исследовать. Простейший способ определить предпочтительность землепользования для строительства - сначала выбрать наиболее и наименее пригодный. Затем, отбросив эти два типа, снова выбрать лучший и худший из оставшихся. И так далее, пока вы не распределите все значения. Типы "Вода" и "Болота" следует совсем исключить из рассмотрения, т.к. строить школу на воде невозможно, а на болотах - запрещено. На схеме внизу показано ранжирование типов землепользования.



Комбинирование карт пригодности

Последний шаг построения модели пригодности - это комбинирование карт расстояния до школ, до зон отдыха, карт уклона и землепользования.

Если все факторы имеют равный вес, можно сразу выполнить комбинирование с помощью Калькулятора растров. Однако, при делении задачи на компоненты, вы определили, что наиболее важным условием является близость к зонам отдыха, следующим - удаленность от других школ.

Чтобы включить в модель пригодности фактор разной значимости критериев, вы можете назначить значения веса для наборов данных, указав для более значимых наборов более высокое значение процента влияния (веса).

Картам пригодности будут присвоены следующие значения процента влияния. Цифры в скобках равны значению в процентах, деленному на 100 для нормализации. Каждой карте пригодности будет присвоено нормализованное значение:

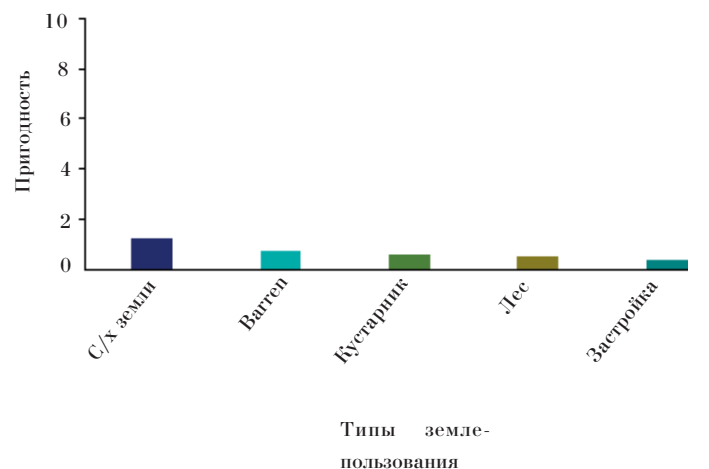
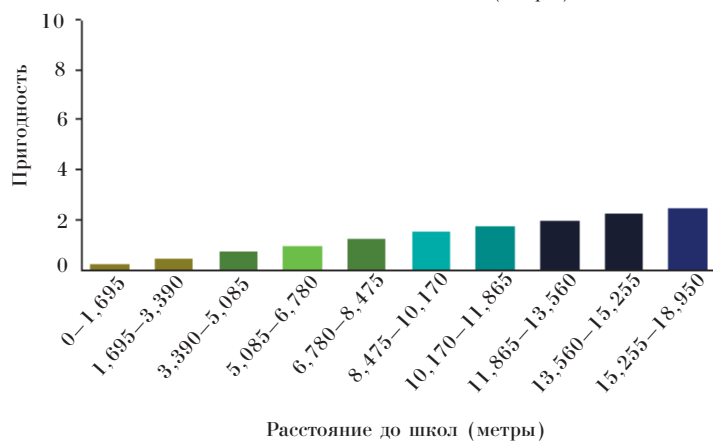
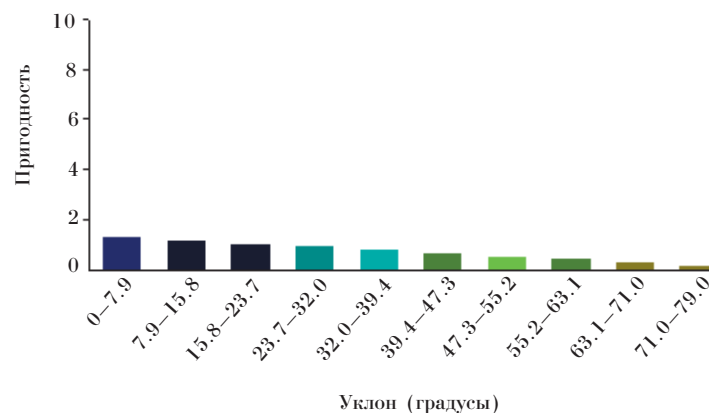
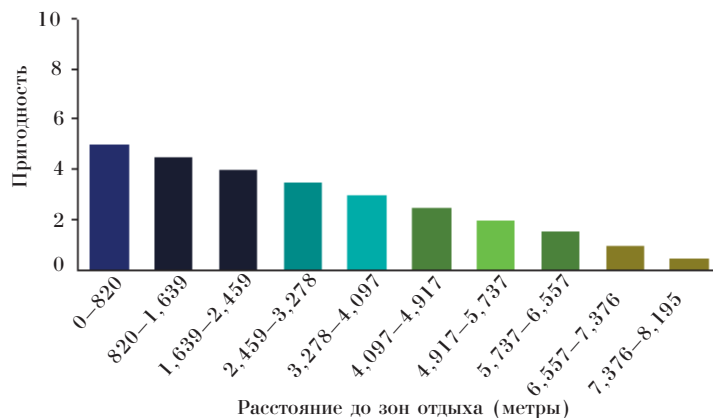
Расстояние до зон отдыха:	50%	(0.5)
Расстояние до школ:	25%	(0.25)
Уклон:	12.5%	(0.125)
Типы землепользования:	12.5%	(0.125)

Итак, карта расстояния до зон отдыха получает 50% (0.5) влияния на итоговую карту, расстояние до школ - 25% (0.25). Уклон и землепользование получают оба по 12.5% (0.125) влияния. Как и создание шкалы пригодности, назначение веса - субъективный процесс, он зависит от того, какие критерии более важны в вашем конкретном исследовании.

На следующих диаграммах показан результат применения значений веса к каждой карте.

Присвоение веса каждой карте пригодности

Посмотрите, как изменились значения пригодности после назначения весов. Например, пригодность с/х земель (Agriculture) на исходной карте была 10. После назначения веса 0.125 (или 12.5% влияния), их пригодность стала только 1.25. При комбинировании этих четырех карт с назначенными весами, их значения будут также влиять на пригодность участка для школы. Близость к зонам отдыха окажет наиболее значительное влияние на итоговую карту пригодности.



Финальная карта пригодности получается в результате объединения всех наборов данных. Значения весов можно назначить в Калькуляторе растров одновременно с комбинированием карт пригодности:

Например:

Расстояние до зон отдыха * 0.5 + Расстояние до школ * 0.25 +
Уклон * 0.125 + Землепользование * 0.125

Результатом будет карта пригодности для размещения новой школы. Более высокие значения соответствуют большей пригодности.

См. Упражнение 2 Главы “Вводный курс”, чтобы узнать, как использовать Spatial Analyst для поиска оптимального места для новой школы.

См. Упражнение 3 Главы “Вводный курс”, чтобы узнать, как использовать Spatial Analyst для построения альтернативного пути к новой школе.

Запрос к данным

Другой способ поиска подходящего места для новой школы (вместо карты пригодности) - это запрос к данным. После того, как вы создали все необходимые наборы данных (уклона, землепользования и расстояния до школ и до зон отдыха), вы можете просто составить запрос к данным для поиска пригодных районов. По такому запросу будут найдены все участки на сельскохозяйственных землях с уклоном менее 20 градусов, для которых расстояние до зоны отдыха меньше 1000м, а расстояние до ближайшей школы - более 4000м.

Так будет выглядеть этот запрос в Калькуляторе растров:

[землепольз.] == 5 & [Уклон] < 20 & [Расстояние до Зон отдыха] < 1000 & [Расстояние до школ] > 4000

В результате вы получите карту булевых значений (ложь или истина), указывающую, какие области удовлетворяют заданному критерию.

Шаг 5: Проверка результатов моделирования

После того, как вы получили результаты пространственного анализа, их нужно проверить. Для этого желательно посетить выбранные участки. Часто при получении результата вы могли не учесть какой-то важный фактор, например, с наветренной от участка стороны может находиться коровник, от которого идет неприятный запах, или, например, при изучении записей в архиве города вы можете узнать о запрещении строительства на этом участке, о чем вам не было известно. В таком случае, вам нужно будет повторить анализ с учетом новой информации.

Шаг 6: Реализация результата

Последний шаг моделирования - это воплощение результата в жизнь, то есть строительство школы в выбранном месте.

Понятие раstra и анализа

Раздел 2

Растровые данные

4

В ЭТОЙ ГЛАВЕ

- Понятие растрового набора данных
- Координатное пространство и растровый набор данных
- Дискретные и непрерывные данные
- Разрешение растрового набора данных
- Кодирование растров
- Представление объектов в растровом наборе данных
- Присвоение атрибутов растровому набору данных
- Использование векторных данных в Spatial Analyst
- Получение растровых наборов данных из существующих карт

При использовании Spatial Analyst для задач обработки данных, вы будете использовать или создавать растровые наборы данных. В этой главе вы узнаете, как растровые данные представлены в Spatial Analyst, и о чем вам нужно знать для использования и создания растров. В этой главе мы сосредоточим внимание на вопросах растрового представления данных, а в Главе 5 “Моделирование на базе ячеек растра”, связанной с данной главой, мы расскажем о тех вопросах, которым необходимо уделить внимание при выполнении анализа.

В этой главе вы узнаете:

- О структуре растровых наборов данных
- О понятии координатного пространства для растровых наборов данных
- О разнице между дискретным и непрерывным типом растровых данных
- О роли разрешения или размера ячейки при создании растровых наборов данных
- Как кодируются растровые наборы данных, и как могут быть представлены точки, линии и полигоны в растровых наборах данных
- О других важных вопросах, например о добавлении новых атрибутов в растровые наборы данных и о создании растровых наборов данных из существующих карт.

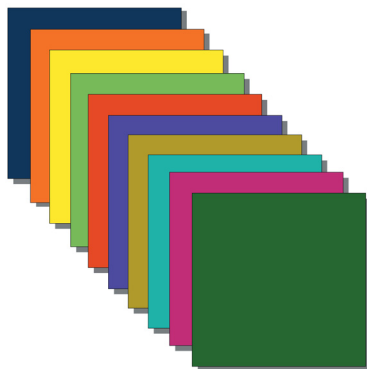
Понятие растрового набора данных

Растровые данные делятся на две основные категории: тематические данные и изображения. Значения тематического растра представляют определенные измеренные количественные значения или классификацию какой-либо характеристики (высоты земной поверхности, уровня загрязнения или плотности населения). Так, на карте ландшафта значение 5 может означать лес, а 7 - воду. Значения ячеек изображения представляют отражение или излучение света или энергии, примером могут служить данные аэро- или спутниковой съемки или сканированные фотографии. Инструменты анализа в Spatial Analyst в первую очередь предназначены для тематических растровых данных.

Все функции Spatial Analyst оперируют с первым диапазоном любого растра. В данном разделе представлен обзор растровых данных и способов их создания.

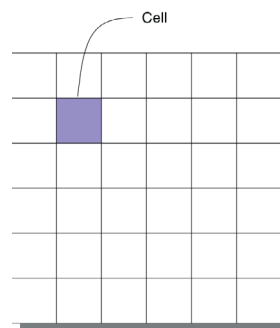
Композиция растрового набора данных

Растровый набор данных, как и карта, описывает положение и характеристики областей и их относительное расположение в пространстве. Поскольку обычно один растр представляет одну тему, например, тип землепользования, почвы, дороги, реки или высоты, для полного представления территории может требоваться несколько растров.



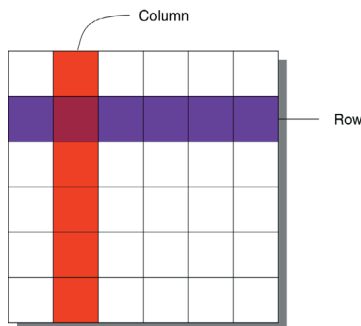
Ячейка

Растровый набор данных состоит из ячеек. Каждая *ячейка*, или пиксель, - это квадрат, представляющий определенную часть территории. Все ячейки растра должны быть одного размера. Ячейки растрового набора данных могут быть любого размера, но они должны быть достаточно малы, чтобы отразить все детали, необходимые для анализа данных. Ячейка может представлять квадратный километр, метр или даже сантиметр.



Строки и столбцы

Ячейки организованы в виде строк и столбцов, составляя Декартову матрицу. Строки матрицы параллельны оси x декартовой системы координат, столбцы - оси y. Для каждой ячейки существует уникальный адрес, состоящий из номера строки и номера столбца. Все точки исследуемой области покрываются ячейками растра.



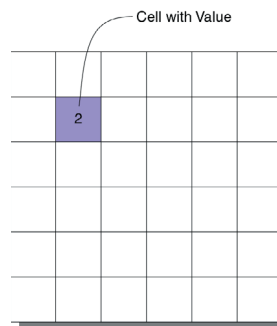
Значения

Каждой ячейке присваивается определенное значение, служащее для идентификации или описания класса, категории, группы, к которым относится ячейка, либо для задания количественной характеристики свойства, которое описывает данный растр. Значение может представлять такие характеристики, как тип или структура почв, класс землепользования, тип водного объекта, класс дороги или тип здания.

Значение может также представлять величину, расстояние или отношение в непрерывной поверхности данных. Высота, величина и направление уклона, уровень шума от аэропорта, величина pH почвы - примеры непрерывных поверхностей.

В растрах, представляющих изображения, значения могут указывать цвет или спектральную отражающую способность.

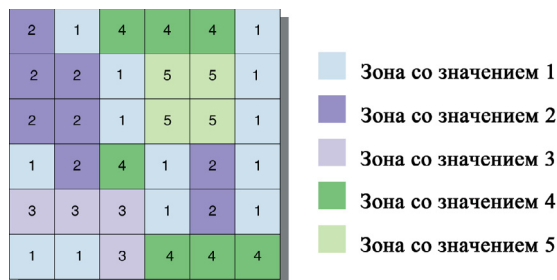
В Spatial Analyst поддерживаются как *целые*, так и значения с *плавающей запятой*. Целочисленные значения удобны для представления значений *категорийных* данных, а значения с плавающей запятой - для представления *непрерывных* поверхностей.



Зоны

Любые две или более ячейки с одинаковым значением принадлежат к одной *зоне*. Зона может состоять из соединенных ячеек, несоединенных ячеек, или из тех и других. Зоны, ячейки которых соединены, представляют отдельные объекты территории, например, здание, озеро, дорогу или линию электропередачи. Множества объектов, представляющих все однотипные объекты в определенной области, например, леса в одном штате, типы почв в стране или дома на одну семью в городе, обычно представляются зонами, состоящими из множества групп соединенных ячеек.

Каждая ячейка растра принадлежит к определенной зоне. Одни растры состоят из нескольких зон, другие - из множества зон.



Регионы

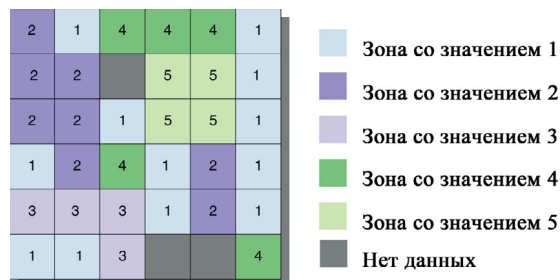
Каждая группа соединенных ячеек в зоне называется *регионом*. Зона, состоящая из одной группы соединенных точек, включает один регион. Зона может состоять из столькох регионов, сколько нужно для представления объекта; количество ячеек в одном регионе практически не ограничено. Spatial Analyst предоставляет инструменты для превращения регионов в отдельные зоны. В растровом наборе данных на рисунке вверху, Зона 2 состоит из двух регионов, Зона 4 - из трех регионов, а Зона 5 - только из одного региона.

Значение "Нет данных"

Если ячейке присвоено значение "Нет данных" (NoData), это означает, что данных о заданной характеристике в точке, которую представляет ячейка, либо нет, либо недостаточно. Значение отсутствия данных, иначе называемое пустым значением, обрабатывается всеми операторами и функциями иначе, чем другие значения.

Ячейки с отсутствием данных обрабатываются двумя способами:

1. Присвоение значения "нет данных" результирующей ячейке, если такое значение присутствует хотя бы в одном из входных наборов данных в данной точке для оператора или локальной функции, в соседних ячейках для фокальной функции, или в зоне данной ячейки для зональной функции.



2. Игнорирование значения "нет данных" и выполнение вычислений со всеми существующими значениями.

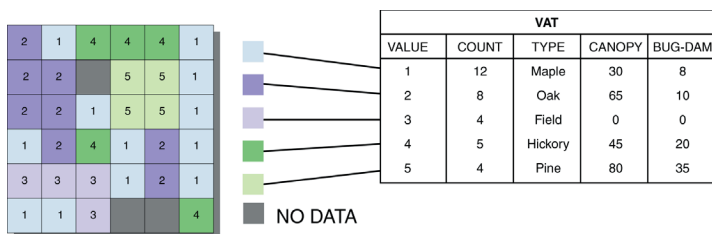
Второй вариант не применим при выполнении операций по двум наборам данных или для локальных функций. Если ячейка "нет данных" встречается в окрестности ячейки при выполнении фокальной функции или в зоне для зональной функции, по умолчанию характеристики суммы, медианы, большинства, меньшинства и разнообразия рассчитываются по всем ячейкам с известными значениями и присваиваются выходному растру (установку по умолчанию можно изменить).

Связанные таблицы

С целочисленными (категорийными) наборами растровых данных обычно связаны *таблицы атрибутов*. Первое поле такой таблицы - Значение (Value), в нем хранятся значения, присвоенные каждой зоне раstra. Второе поле, Счет (Count), содержит количество ячеек каждой зоны в растре. Оба эти поля - обязательные.

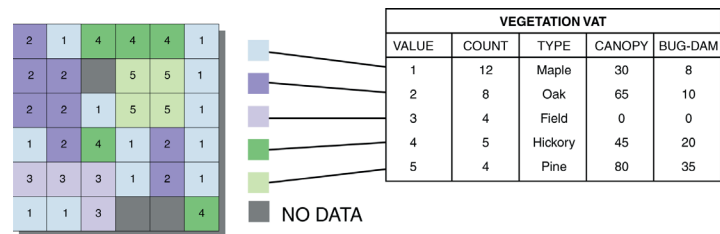


В таблицу можно добавить практически неограниченное количество других полей, представляющих другие атрибуты раstra.



Имя

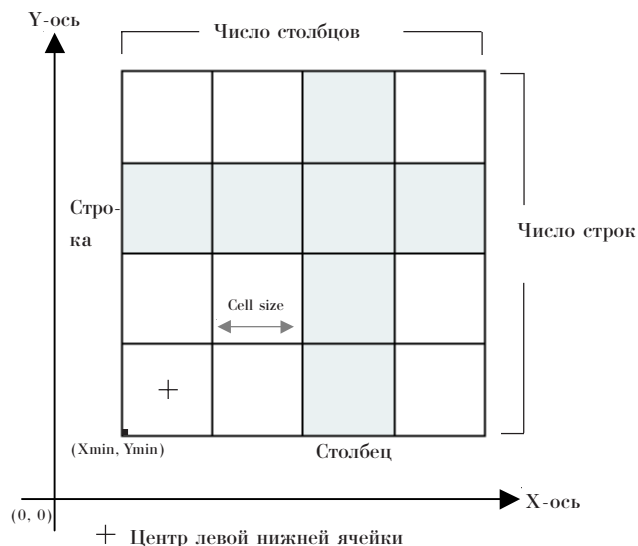
У каждого растрового набора данных должно быть имя, чтобы отличать их от других наборов данных в базе данных. Любой доступ к растровому набору данных осуществляется через его имя, которое должно точно использоваться во всех выражениях.



Координатное пространство и растровый набор данных

Координатное пространство определяет пространственные отношения между точками растрового набора данных. Все растровые наборы данных должны находиться в одном координатном пространстве. Оно может быть системой координат реального мира или пространством изображения. Поскольку большинство растровых наборов данных представляют территорию реального мира, лучше хранить их данные в наиболее подходящей системе координат. Преобразование растровых наборов из условной системы (пространство изображения) в систему координат реального мира называется пространственной привязкой.

В растровом наборе данных ориентация ячеек определяется осями x и y системы координат. Границы ячеек параллельны осям x и y , а сами ячейки представляют собой квадратики в координатах карты. Местоположение каждой ячейки всегда задается значениями (x, y) в координатном пространстве карты, и никогда - положением ее строки и столбца.



Декартова система координат x, y , связанная с растровым набором данных, заданном в пространстве координат реального мира, определяется в соответствии с *проекцией карты*. Картографические проекции преобразуют трехмерную земную поверхность, позволяя отображать и хранить растровые данные на двумерной плоскости карты.

Процесс “выпрямления” растрового набора данных для приведения его к координатам карты или преобразование раstra из одной картографической проекции в другую называется геометрической трансформацией.

Пространственная привязка растровых данных

Чтобы выполнить геопривязку растрового набора данных, находящихся в пространстве изображения, к системе координат реального мира, вы должны знать положение определенных объектов в обоих координатных пространствах. Это положение используется для создания опорных точек. Опорные точки применяются для полиномиальной трансформации, которая, деформируя, переводит растр из одного координатного пространства в другое. Это можно сделать с помощью инструментов из строки инструментов Пространственной привязки (нажмите Вид, укажите Панели инструментов и выберите Пространственную привязку).

Опорные точки - это позиции, которые можно точно идентифицировать в растровом наборе данных и в координатах реального мира. Такими опознаваемыми точками могут быть пересечения дорог или рек, углы зданий, мосты, устья рек, выходы породы и другие заметные геометрические объекты ландшафта, например, конец мола, угол обработанного поля или пересечение двух живых изгородей.

Для каждой опорной точки, выбранной во входном растровом наборе данных, выходные координаты могут быть заданы либо графически - указанием точки, уже представленной в выходной

системе координат, либо прямым вводом их выходных значений. Затем устанавливается соответствие между опорными точками, выбранными в исходном растровом наборе данных и в выходной системе координат.

Используя это соответствие и полиномиальную трансформацию, растровые данные преобразуются из условного координатного пространства в координаты реального мира.

Полиномиальная трансформация

Полиномиальная трансформация, выполненная по заданным опорным точкам, преобразует исходные координаты растра в итоговые методом наименьших квадратов.

Полиномиальная трансформация наилучшего приближения включает две формулы: одна для вычисления выходного значения координаты x по входным значениям (x, y) и вторая - для вычисления выходного значения координаты y по входным значениям (x, y) . Цель преобразования методом наименьших квадратов - получить общую формулу, которую можно применить ко всем точкам, обычно за счет небольшого перемещения заданных выходных позиций опорных точек.

После того, как общая формула получена и применена к опорным точкам, сообщается величина ошибки. Это разница между указанным и фактически полученным значением координат опорных точек. Если ошибка слишком велика, можно удалить некоторые связи или добавить новые точки. Чем больше опорных точек равного качества точности вы используете, тем качественнее будет выполнено преобразование.

Проецирование растровых наборов данных

Ячейки растрового набора данных - это всегда квадраты одинакового размера в Декартовой системе координат (координатном пространстве карты), связанной с этим растровым набором. Форма и площадь, которые ячейка представляет на земной поверхности, никогда не будут постоянными величинами в рас-

тровом наборе данных. Поскольку представленная ячейками площадь (на земной поверхности), будет меняться в растровом наборе, выходной размер ячейки и количество строк и столбцов при проецировании могут измениться.

Преобразование из одной проекции в другую также меняет форму и площадь, представленные ячейками на поверхности Земли. Каждая проекция по-своему трактует отношение между трехмерным реальным миром и его двумерным представлением. Вы должны знать свойства и допущения каждой проекции, прежде чем выбрать одну из них.

При отображении и анализе растровых данных все данные должны быть представлены в одной системе координат и в одной проекции. Если два растровых набора данных заданы в разных системах координат, значения координат отсчитываются по разным шкалам. При попытке сравнить такие наборы данных возникнут ошибки, поскольку они не соответствуют друг другу по местоположению

Геометрическая трансформация

Когда вы преобразуете растровый набор данных, изменяете его проекцию или размер ячейки, вы выполняете геометрическую трансформацию, представляющую процесс изменения геометрии растрового набора данных из одного координатного пространства в другое. Существуют следующие типы геометрической трансформации - метод "резинового листа" (обычно используется для привязки), проецирование (использование параметров проекции для преобразования данных из одной проекции в другую), перенос (равное смещение всех значений координат), поворот (поворот всех координат на определенный угол) и изменение размера ячейки растрового набора данных.

После выполнения геометрического преобразования центры полученных ячеек очень редко совпадают с центрами исходных ячеек. Однако, значения должны быть присвоены центрам ячеек.

Для вычисления значения, соответствующего центру ячейки выходного растра, используется метод перекодировки. *Перекодировка* - это процесс определения новых значений для ячеек выходного растра, полученного в результате геометрического преобразования входного растрового набора данных. Существует несколько методик получения значения. Не имеет значения, является ли это преобразованием в координаты реального мира, изменением проекции, изменением размера ячейки или поворотом.

Первый шаг преобразования растрового набора данных - определение экстенда выходного растра. Он вычисляется путем применения преобразования к внешней границе растрового набора данных. Затем экстенд выходного растра делится на ячейки с заданной разрешением. Если разрешение не определено, выходное разрешение определяется по разрешению входных данных.

Определяется значение координат для каждой выходной ячейки. Чтобы определить значение, которое будет присвоено каждой ячейке выходного растра, центр каждой ячейки выходного растра необходимо спроецировать в систему координат входного растра. Координаты центра каждой ячейки проецируются обратно, чтобы определить положение этой точки на исходном растре. После того, как ее положение определено, ячейке выходного растра можно присвоить значение, исходя из значений ближайших ячеек входного растра. Центр ячейки выходного растра очень редко совпадает с центром ячейки входного растра. Поэтому была разработана технология определения выходного значения на основании положения точки относительно центров ближайших ячеек входного растра и значений этих ячеек. Существует три способа определения выходного значения: приравнивание к ближайшему соседу, билинейная интерполяция и кубическая свертка. Каждая из этих методик по-своему вычисляет выходные значения, таким образом, значения, присваиваемые ячейкам выходного растра, могут быть разными в зависимости от выбранного метода.

Приравнивание к ближайшему соседу

Присвоение значения ближайшего соседа - это метод перекодировки для категориальных данных, поскольку он не изменяет значения ячейки входного растра. После того, как определено положение центра ячейки выходного растра на входном растре, метод присвоения значений ближайшего соседа находит центр ближайшей ячейки и присваивает значение этой ячейки ячейке выходного растра.

Присвоение значения ближайшего соседа не изменяет набора возможных значений входного растра. Значение “2” во входном растре всегда преобразуется в значение “2” в выходном растре, оно никогда не станет “2.2” или “2.3”. Поскольку значения ячеек в выходном растре остаются такими же, присвоение значения ближайшего соседа следует использовать для именованных данных или классификаций, где каждое значение представляет собой класс, элемент или тип (Это, например, категориальные данные по землепользованию, типам почв или лесов).

Билинейная интерполяция

Билинейная интерполяция используется для определения значения ячейки выходного растра, исходя из значений четырех ячеек, ближайших к центру выходной ячейки. Выходное значение представляет собой среднее этих четырех значений, вычисленное с учетом веса, определяемого расстояниями от центра выходной ячейки до центров соответствующих входных ячеек. Метод интерполяции позволяет получить более гладкую поверхность, чем при присвоении значения ближайшего соседа.

Поскольку значения выходных ячеек вычисляются с учетом их относительного положения и значений входных ячеек, билинейную интерполяцию предпочтительно использовать для таких данных, в которых значение, присвоенное ячейке, связано с расстоянием от известной точки или объектов (т.е. для непрерывных поверхностей). Высота над уровнем моря, уклон, уровень шума от аэропорта, минерализация грунтовых вод в райо-

не дельты реки - все это примеры явлений, представляемых непрерывными поверхностями, для которых удобно использовать билинейную интерполяцию.

Кубическая свертка

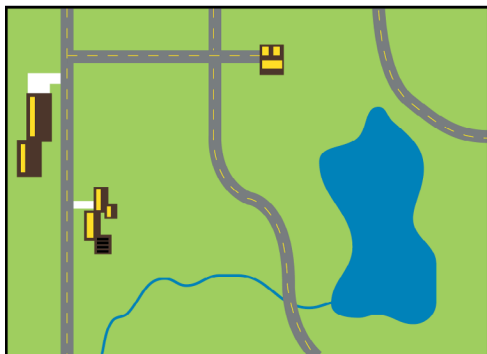
Кубическая свертка аналогична билинейной интерполяции, за исключением того, что среднее значение с учетом веса, зависящего от расстояния, вычисляется по 12 ближайшим ячейкам.

Кубическая свертка позволяет получать более детальные данные, чем билинейная интерполяция, поскольку в вычислении задействовано больше исходных значений.

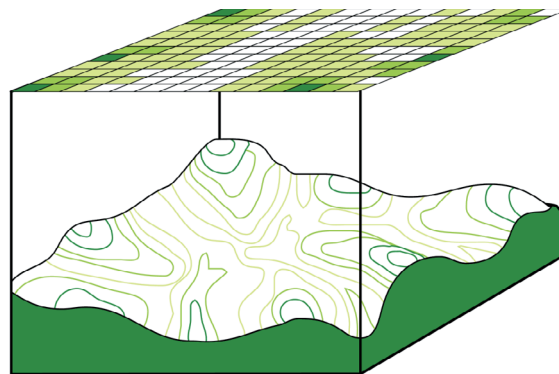
Билинейную интерполяцию или кубическую свертку нельзя применять к категориальным данным, т.к. они не позволяют сохранить значения категорий в выходном растре. Однако, к непрерывным данным можно применять любой из трех методов, причем присвоение значения ближайшего соседа позволяет получить блочное изображение, билинейная интерполяция - наиболее гладкое, а кубическая свертка - наиболее детальное.

Дискретные и непрерывные данные

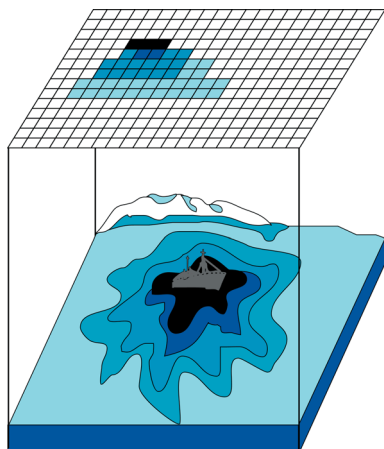
Дискретные данные, называемые также категорийными или разрывными, обычно представляют объекты, хранимые и в векторном и в растровом формате. У дискретного объекта есть известная определенная граница. Можно точно определить, где объект начинается, и где он заканчивается. Озеро - это дискретный объект на карте ландшафта. Можно точно определить границу воды и суши. Другие примеры дискретных объектов: дороги, здания, участки. Дискретные объекты обычно бывают именованными.



Непрерывные поверхности представляют такие явления, при которых каждая ячейка представляет значение концентрации (уровня) или расстояния от точки в пространстве или от источника излучения. Непрерывные данные называют также полевыми, недискретными или поверхностями. Один из типов непрерывной поверхности вычисляется в зависимости от расстояния каждой точки поверхности от фиксированной опорной точки. Это могут быть значения высот (фиксированной точкой является уровень моря), экспозиции склонов (фиксированной точкой является направление: север, юг, запад и восток).

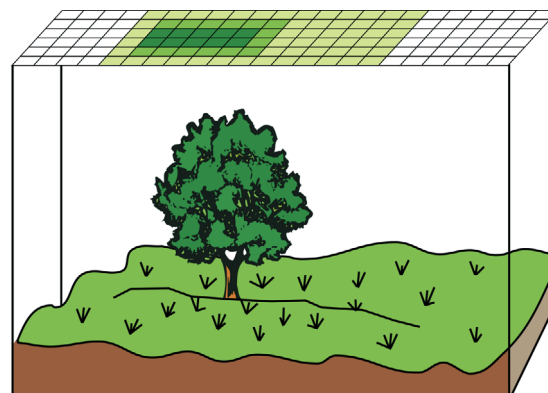


Другой тип непрерывной поверхности представляет явление, величина которого постепенно меняется при перемещении по поверхности от источника. Примером постепенно меняющихся данных может служить распространение жидкостей или воздуха. Такие поверхности характеризуются типом или способом распространения явления. Первый тип движения - рассеивание или любое другое перемещение, при котором явление передвигается из районов высокой концентрации в районы низкой концентрации, пока уровни концентрации не выравниваются. Примеры поверхностей такого типа - это распределение концентрации соли в почве или воде, уровня загрязнения от выброса загрязняющего вещества или ядерного реактора, огня от лесного пожара. Для такого типа поверхности наличие источника не обязательно. Концентрация возле источника всегда выше, и уменьшается, как функция от расстояния в среде, через которую распространяется явление.



На поверхности, отражающей концентрацию явления на рисунке вверху, концентрация в любой точке будет функцией от способности явления двигаться через среду. Другой тип поверхности концентрации зависит от внутренних характеристик распространяющегося явления. Например, распространение звука от взрыва определяется свойствами звука и средой, через которую он распространяется. Способ распространения может также напрямую определять поверхность концентрации явления, как, например, при распространении семян растения. Средства распространения - пчелы, человек, ветер или вода - все влияют на поверхность концентрации семян растения. Примером других поверхностей распространения являются поверхности, отражающие расселение популяций животных, потенциальных клиентов магазина (средством передвижения являются автомобили, а ограничением - время) и распространение эпидемии.

При представлении и моделировании многих объектов границы не будут явно непрерывными или дискретными. Создается еди-



ная среда представления географических объектов, в которой крайние случаи будут чисто дискретными или чисто непрерывными. Большинство явлений находится где-то между крайностями. Примерами объектов промежуточного типа могут быть типы почв, границы лесов, болот или географические границы рынков сбыта, на которые влияет телевизионная рекламная кампания.

Фактором определения положения объектов в диапазоне от непрерывных до дискретных явлений может быть простота выявления его границ. Независимо от того, в какой части диапазона находится конкретный объект, сетка, состоящая из ячеек, позволяет представить его с большей или меньшей точностью.

Важно понять тип данных, которые вы моделируете, непрерывные они или дискретные, а затем принять решение на основании полученных результатов. Выбор участка для строительства не может быть основан только на карте почв. Площадь лесов не может быть главным фактором для определения потенциальных мест обитания оленей. Компания продаж не может определяться только географической областью влияния телевизионной рекламы.

Разрешение растрового набора данных

Выбор размера ячейки растра для исследуемой области зависит от разрешения данных, необходимого для максимально точного анализа. Ячейка должна быть достаточно малой, чтобы отражать необходимые детали, но достаточно большой, чтобы объем занятой памяти компьютера позволил эффективно выполнить анализ. Чем более однородна поверхность с точки зрения таких переменных, как топография и землепользование, тем крупнее может быть ячейка без ущерба точности.

Прежде, чем выбрать размер ячейки, нужно рассмотреть следующие вопросы:

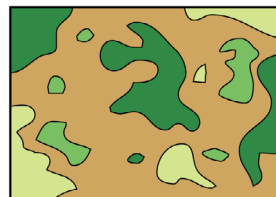
- Разрешение входных данных
- Размер полученной базы данных и доступное дисковое пространство
- Желательное время реакции системы
- Приложение и тип выполняемого анализа

Сделав ячейку меньше, чем у входных данных, вы не увеличите точности результата. Обычно ячейка выходного растра задается равной или больше ячейки входных данных.

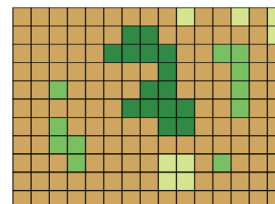
Spatial Analyst позволяет совместно хранить и анализировать в одной базе данных растровые наборы с разным разрешением. Поскольку Spatial Analyst предоставляет эту возможность, можно решить четыре перечисленных выше вопроса по каждому набору данных отдельно, а не сразу для всех растров в базе данных. Растровые наборы данных, в которых хранится информация разного типа, можно хранить с разным значением разрешения, соответствующим типу данных и анализу, в котором может быть использован этот растр. Растровый набор данных, представляющий границы водоразделов в штате, можно хранить с более грубым разрешением, чем растр данных о распространении животных, находящихся под угрозой вымирания.

Главный недостаток представления картографических данных в форме ячеек растра - это потеря точности (разрешения) данных при реструктуризации данных в точно заданные границы ячеек.

Разрешение возрастает при уменьшении размера ячейки, однако обычно за счет увеличения занятого дискового пространства и снижения скорости обработки. Уменьшение ячеек определенной области в два раза требует увеличения дисковой памяти примерно в четыре раза, в зависимости от типа данных и используемой технологии их хранения. Для большинства пользователей эффективность анализа более чем компенсирует потерю разрешения.

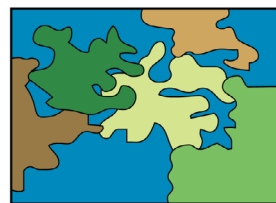


Входные данные по растительности

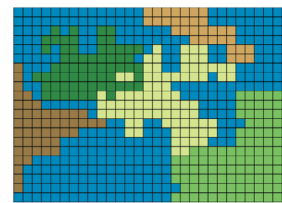


Грубое разрешение

Более крупные ячейки могут покрывать более одного значения данных, которые придется объединить или выбрать приоритетное, назначив каждой ячейке одно значение, в результате уменьшится точность. Оптимальный размер ячейки, соответствующий необходимому уровню детализации, зависит от конкретного исследования. Чем меньше ячейки, тем больше разрешение и точность, но более сложное растровое кодирование, ресурсы памяти и снижение скорости обработки увеличивают стоимость анализа.



Полигоны



Растр, созданный из полигонов

Кодирование растров

Процесс создания растрового набора данных подобен набрасыванию рыболовной сети на исследуемую область. Каждой ячейке присваивается код в соответствии с объектом, попавшим в эту ячейку. Код, или значение ячейки - это численное значение, соответствующее типу атрибута. Численные значения ускоряют обработку и позволяют сжимать данные.

Каждая ячейка представляет часть реального мира. Ячейка может быть любого заданного вами размера; ограничений практически нет. Главный фактор выбора размера - соответствие задачам анализа. Например, вы не станете выбирать ячейку размером один километр для изучения обитания мышей в поле.

Если входные данные были полигональными, каждой ячейке выходного растра будет присвоено значение объекта, попадающего на центр ячейки. Гарантируется только то, что объект, представленный ячейкой, присутствует в ее центре. Для непрерывных данных (см. раздел “Непрерывные и дискретные данные” ранее в этой главе) это единственный возможный вариант. Однако, для дискретных данных предполагается, что объект равномерно заполняет все пространство ячейки. Может получиться так, что центр ячейки не будет правильно представлять значение ячейки, но при необходимости можно уменьшить ее размер.

Если входные данные были точечными, любая ячейка, на площади которой встречается точечный объект, получит значение атрибута точечного объекта из преобразуемого набора данных. По определению, точка не имеет площади, а вы преобразуете данные в площадное представление. При представлении в виде ячеек происходит некоторое обобщение исходных данных. Если в одну ячейку попадают две или более точки, Spatial Analyst случайным образом выбирает одну из них и присваивает ячейке ее значение. Таким образом, ячеек, имеющих значение, может оказаться меньше, чем точек во входном наборе. Вы должны задать достаточно мелкий размер ячейки, чтобы отразить необ-

ходимое для вашего анализа количество входных данных.

Преобразование линейных объектов в растровый набор данных аналогично преобразованию точечных объектов. Ячейка получает значение заданного при преобразовании атрибута любой линии, пересекающей площадь этой ячейки. Если одну ячейку пересекает несколько линий, Spatial Analyst случайным образом выбирает одну из линий и присваивает ячейке в выходном растре ее значение. Как и с точечными данными, линейные объекты становятся шириной с размер ячейки. Например, если преобразуемые линейные данные представляют дороги, а размер ячейки - один километр, получится, что в выходном растре ширина дороги будет равна километру. Очевидно, что дорог такой ширины не бывает, значит, вы должны выбирать размер ячейки соответственно типу данных во входном наборе. Если размер ячейки будет один метр, дорога будет шириной в один метр.

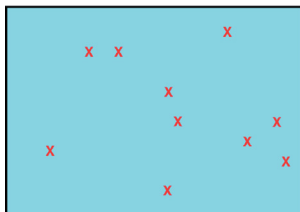
Дополнительную информацию по кодированию объектов различного типа в растрах вы найдете в следующем разделе, ‘Представление объектов в растровом наборе данных’.

Представление объектов в растровом наборе данных

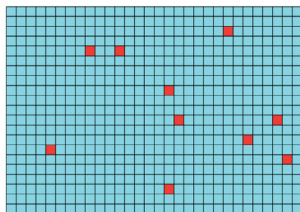
При преобразовании точек, полилиний и полигонов в растр, вам необходимо знать, как растровый набор данных будет представлять объекты.

Точечные данные

Точечный объект - это любой объект, который при заданном разрешении может быть определен, как не имеющий площади. Хотя скважина, телефонный столб или место произрастания редкого растения - это все объекты, которые при определенных значениях разрешения могут считаться точечными, а при других значениях разрешения будут обладать определенной площадью. Например, телефонный столб, который виден как точка с самолета с высоты двух километров, с высоты 25 метров будет виден, как кружок.



Точечные объекты

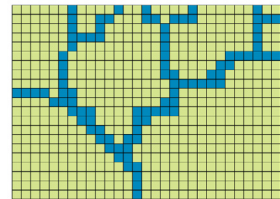


Растровые точечные объекты

Точечные объекты могут быть представлены мельчайшим элементом растра, ячейкой. Важно помнить, что ячейка обладает площадью. Чем меньше ячейка, тем меньше ее площадь и тем точнее она представляет точечный объект. Точки должны представляться с точностью плюс-минус половина размера ячейки. Это плата за возможность работать с растровыми данными. Представление всех типов данных—точек, полилиний и полигонов—в одном формате и возможность использовать одинаковый подход часто более важны для пользователей, чем потеря в разрешении данных.

Линейные данные

Линейные данные - это все объекты, которые при определенном разрешении могут быть представлены в виде полилиний, например, дороги, реки, линии электропередач. Линия по определению не имеет площади. В Spatial Analyst, ломаная линия может быть представлена в виде последовательности связанных ячеек. При этом точность представления будет зависеть от масштаба и разрешения выходного растрового набора данных.

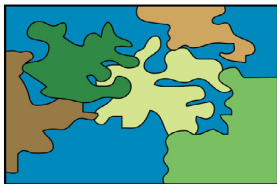


Объекты полилиний Растровые линейные объекты

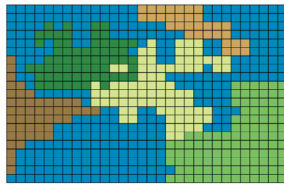
Полигональные данные

Полигональные, или площадные данные лучше всего могут быть представлены последовательностью соединенных точек, наиболее точно отражающей ее форму. Полигональные объекты - это здания, озера, типы почв, леса, болота или поля.

Представление плавных границ полигона последовательностью квадратных ячеек приводит к возникновению некоторых проблем, самая неприятная из которых называется “ступеньками”, это эффект, напоминающий ступени лестницы. Поскольку Spatial Analyst может работать с очень большими наборами данных, включающими миллионы ячеек, проблема “ступенек” становится несущественной.



Полигональные объекты



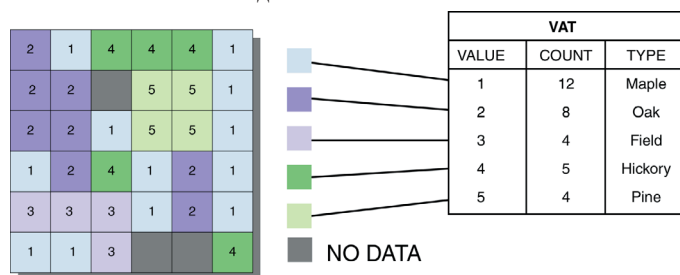
Растровые полигональные объекты

Мы повторимся, что точность представления данных зависит от масштаба и размера ячейки. Чем больше разрешение ячеек, и чем больше ячеек представляют определенную площадь, тем точнее это представление.

Присвоение атрибутов растровому набору данных

Значение, связанное с ячейкой - это идентификатор, определяющий, к какому классу, группе, категории или элементу она относится. Значение - это число, либо целое, либо с плавающей запятой. Ячейки с одинаковым значением относятся к одной зоне. Ячейки одной зоны не обязательно должны быть соединены. При использовании целочисленного значения часто оно является кодом для более сложной идентификации. Например, 4 в растровом наборе землепользования может означать участки жилых строений, принадлежащих одной семье. Со значением 4 может быть связано множество атрибутов, например, коммерческая стоимость, количество жителей или код переписи населения. Управление этими дополнительными атрибутами осуществляется либо вручную пользователем, либо реляционной базой данных.

Обычно существует отношение “один-ко-многим” между значениями ячеек (кодами) и числом ячеек, которым присвоен этот код. Это значит, что может быть 400 ячеек со значением 4 (жилые дома отдельных семей) и 150 ячеек со значением 5 (коммерческое использование земли) в растровом наборе данных землепользования. Код будет записан много раз, по одному разу для каждой ячейки из этой категории (или меньше, в зависимости от технологии хранения данных), но атрибуты, связанные с этим кодом, будут записаны только один раз. Это позволяет экономить память и облегчает обновление данных.



Поле, которое вы используете в процессе преобразования данных, определяет, какой анализ вы сможете проводить с этим

набором данных. Если у вас есть набор полигональных объектов, в котором записан код землепользования и имя владельца для каждого участка в городе, вы можете использовать любой из этих атрибутов. Если вы используете код землепользования, вы сможете задавать такие вопросы, как “Где находятся все сельскохозяйственные земли, доступные для строительства?” Однако, вы не сможете добавить (присоединить) к растровому набору данных атрибут владельца, т.к. это будет отношение “многие-к-одному”. Это означает, что у участков, например, зоны лесов может быть много владельцев. Если вы используете имя владельца, вы сможете задавать такие вопросы, как “Где участки, которыми владеет Фред Смит?” Вы сможете также привязать тип землепользования из реляционной базы данных, т.к. у каждого участка будет один тип землепользования. Эта логика неприменима, если один владелец имеет несколько участков с разным типом землепользования. В этом случае вы можете использовать при преобразовании идентификатор участка или какую-нибудь другую уникальную характеристику.

При работе с непрерывными данными обычно каждая ячейка имеет уникальное значение, и с ним не связаны дополнительные атрибуты, поэтому привязывать новые атрибуты не требуется. В этом случае отношение “многие-к-одному” не возникает.

При создании растрового набора данных значение и уровень группирования должны соответствовать типу анализа, который вы предполагаете выполнить. Разделить ли значения уклона на пять категорий—от 0 до 10 процентов, от 11 до 20, от 21 до 30, от 31 до 40 и от 50 и выше—или на группы с размером интервала только в два процента (от 0 до 2 процентов, от 3 до 4 и т.д.) зависит от степени подробности данных, необходимой для будущего анализа. Если вы не уверены, следует выбрать более подробный вариант. Сгруппировать затем данные в меньшее число категорий легче, чем разделить категории на более мелкие.

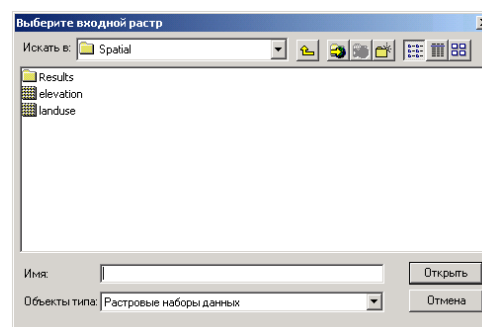
Использование векторных данных непосредственно в Spatial Analyst

Некоторые из диалоговых окон Spatial Analyst позволяют вам ввести точку, полилинию или полигон непосредственно в функцию. Существует два способа работы с объектами в Spatial Analyst. Он либо обрабатывает сами векторные данные, либо преобразует их в растровые и затем обрабатывает.

Есть функции, требующие, чтобы один или несколько входных наборов данных были векторными, и Spatial Analyst обрабатывает данные в векторной форме. Например, функции Обратного взвешенного расстояния (ОВР) и Кригинга создают непрерывный растровый набор данных из слоя точек измерений данных. В вычислениях используются непосредственно точечные объекты.

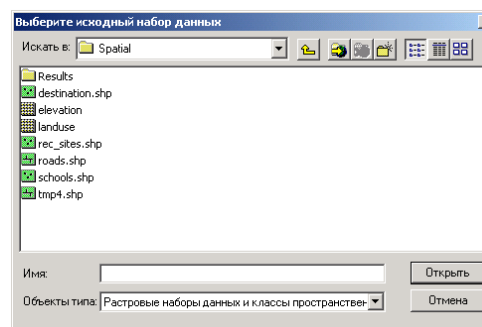
Другие функции позволяют задавать векторные данные в качестве входных наборов данных, преобразуя векторные данные в растровые перед выполнением вычислений. Примером может служить набор данных, определяющих зоны, в функции вычисления статистики по зонам. Обратите внимание, что растр значений должен быть растровым набором данных. Векторные данные, заданные в качестве набора данных, определяющих зоны, будут преобразованы в растр с размером ячейки, заданном на закладке Размер ячейки в диалоговом окне Опции. Разрешение выходного растра может быть задано по определенному размеру ячейки или по минимальному или максимальному из размеров ячеек входных растров. По умолчанию выбирается наиболее крупный размер из ячеек входных растров. Дополнительную информацию по вопросам, связанным с преобразованием векторных данных, вы найдете в разделе ‘Представление объектов в растровом наборе данных’ ранее в этой главе.

Вы узнаете, когда в качестве входного набора может быть задан либо растровый, либо векторный набор данных, поскольку, когда вы откроете окно поиска (браузер), вы увидите заголовок “Растровые наборы данных и классы объектов” в текстовом окошке Тип данных, а в списке будут показаны и растровые, и век-



торные данные.

Если разрешено использование только растров, в текстовом окошке Тип данных вы увидите “Растровые наборы данных”, и в



списке будут показаны только растровые наборы данных.

Некоторые браузеры позволяют вводить и растровые и векторные наборы данных. Благодаря этой возможности у вас нет необходимости преобразовывать векторные данные в растровые наборы данных перед выполнением анализа.

Получение растровых наборов данных из существующих карт

При создании растровых наборов данных из существующих карт для наиболее полного использования входных данных следует учесть несколько факторов.

Выбор карт

При выборе карт для вашей базы данных, вы должны знать:

- Возраст карты
- Картографическую точность данных
- Разрешение и детальность карты
- Совместимость карты с другими используемыми картами

Возраст карты и дата ее создания определяют, достаточно ли актуальны ее данные для выполнения анализа. Если нет, следует найти более современную карту. Картографическая точность, разрешение и детальность карты должны быть достаточны для выполнения анализа, но не слишком высоки, чтобы не увеличивать без необходимости стоимость ввода данных, размер базы данных и не снижать скорость обработки. Вводимые карты должны быть совместимы. Такая простая вещь, как указание регистрационных точек на каждой карте, может облегчить задачу. Точность анализа зависит от непротиворечивости и точности значений переменных.

Возможные ошибки

Даже если карты современны, точны, заданы с одинаковым разрешением, с нужным уровнем детализации и совместимы, все же могут возникнуть ошибки. Ниже перечислены некоторые из наиболее частых ошибок:

- Ошибки оцифровки данных
- Различие картографических проекций исходных данных

- Различие фотографических проекций исходных данных
- Физические изменения материала, использованного для карт (сжатие или растяжение)

Ошибки оцифровки можно минимизировать, обеспечив максимум внимания в процессе автоматизации данных, выделив достаточно времени на оцифровку и ввод данных, назначая опытных специалистов для выполнения каждой задачи. Карты, представленные в разных картографических проекциях, можно загрузить в компьютер, но затем вы должны не забыть преобразовать все слои в нужную проекцию. С различными фотографическими проекциями работать трудно, но можно заказать у поставщика все изображения в одной проекции или преобразование данных уже в компьютере. Использование исходных карт на Мейлоре в среде с контролируемой температурой позволит уменьшить проблемы с деформацией бумажных носителей.

Моделирование на базе ячеек растра

5

В ЭТОЙ ГЛАВЕ

- Понятие анализа в Spatial Analyst
- Операторы и функции Spatial Analyst
- Значение “Нет данных” и как оно влияет на анализ
- Значения и что они представляют
- Среда анализа
- Размер ячейки и анализ
- Проекция при анализе

Одна из сильнейших сторон Spatial Analyst - это средства выполнения анализа. Spatial Analyst рассматривает пространственные данные, где каждая ячейка представляет местоположение, а связанное с ячейкой значение определяет характеристику некоего явления в этой точке (см. Главу 4, ‘Понятие растровых данных’). Операторы и функции в Spatial Analyst обрабатывают значение каждой ячейки разными способами в зависимости от типа функции.

В этой главе вы изучите основные принципы моделирования на базе ячеек. Комбинируя эти принципы, вы сможете решить практически любую собственную задачу. Вы не только познакомитесь с основными принципами моделирования на базе ячеек, но и узнаете, какой информацией вам необходимо располагать для выполнения анализа. Вы узнаете, как влияют на анализ значения в растровом наборе данных, размер ячеек, значение “Нет данных”, проекция и экстенд результата анализа. Используя эти знания, вы сможете более качественно выполнять анализ на базе ячеек.

Понятие анализа в Spatial Analyst

Проще всего понять моделирование на базе ячеек, рассмотрев его с точки зрения отдельной ячейки (точка зрения червяка) в противоположность всему растру (точка зрения птицы). Для этого представьте, что вы - ячейка растрового набора данных. Вы представляете определенное место на земной поверхности и обладаете определенным значением. Все операторы и функции Spatial Analyst будут просить вас изменить значение (или не изменять его) в зависимости от набора правил.

Чтобы вычислить новое значение для вашей позиции с помощью любой функции или оператора Spatial Analyst, вам нужно знать три факта.

- Вам нужно знать свое значение.
- Вам нужно знать действие оператора или функции.
- Вам нужно знать, какие еще ячейки и их значения будут участвовать в вычислении вашего значения.

Как вы можете это узнать?

Вы автоматически знаете свое значение.

Каждый оператор и функция в Spatial Analyst по-своему работают с этим значением. Зная, какая функция или оператор применяется, вы, на основании информации, встроенной в Spatial Analyst, узнаете, что нужно сделать с вашим значением.

Некоторые функции и операторы Spatial Analyst позволяют вам вычислить свое новое значение на основании только знания этого значения (например, возведение значения в заданную степень [это локальная функция]). Для выполнения других функций и операторов вам нужно знать значения в других точках в вашем растровом наборе данных (например, в непосредственном соседстве с вами [фокальная функция]), или учитывать местоположения и значения ячеек из других растровых наборов данных (зональные функции).

Давайте пройдем трехшаговый процесс для некоторых функций. Когда к вашему растровому набору данных применяется функция

Cos, чтобы получить выходное значение для вашей ячейки, нужно знать ее текущее значение и вычислить функцию косинуса от этого значения. Если применяется фокальная функция поиска максимального значения в окрестности 3х3 ячейки (вы узнаете больше о фокальных функциях далее в этой главе), вам нужно знать свое значение и значения ближайших восьми соседей. Вы присвоите своей ячейке в выходном растре максимальное из этих значений. Если применяется зональная функция вычисления среднего (далее вы узнаете подробнее о зональных функциях), вам нужно знать свое значение и найти среднее значение для всех ячеек, принадлежащих той же зоне, что и вы, заданной растровым набором зон. Если выполняется оператор сложения вашего растрового набора данных и двух других наборов, вы должны сложить свое значение и значения ячеек из двух других растровых наборов, расположенных там же, где ваша ячейка. Если применяется функция Расстояние по прямой, вы должны определить, насколько далеко вы находитесь от ближайшего источника (определенного в наборе данных источников), чтобы получить свое выходное значение.

Такой трехшаговый процесс происходит в каждой ячейке набора данных. Все операторы и функции работают поочередно, и для каждого вычисления каждой функции нужно знать значение данной ячейки, применяемое действие, и какие еще ячейки должны быть задействованы в вычислениях. Операторы и функции Spatial Analyst группируются в категории по типу действия, которое они производят со значениями ячеек. Вместо того, чтобы запоминать каждый оператор и функцию, вам достаточно понять, какие действия выполняются со значениями ячеек в каждой категории функций.

Для многих функций может быть задано уточнение выполняемого действия с помощью параметров. Например, для фокальной функции может быть определен набор задействованных ячеек путем указания размера окрестности ячейки.

Операторы и функции Spatial Analyst

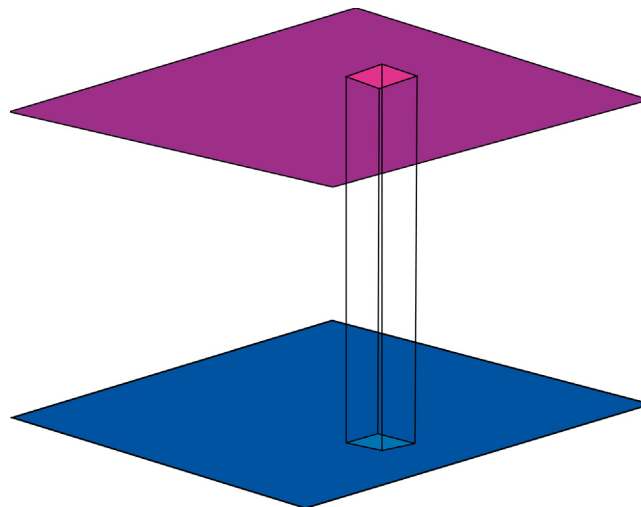
Функции, связанные с картографическим моделированием на базе растров/ячеек, можно разделить на пять типов:

- Работают с одной ячейкой (*локальные функции*)
- Работают с соседними ячейками (*фокальные функции*)
- Работают с ячейками одной зоны (*зональные функции*)
- Работают с со всеми ячейками растра (*глобальные функции*)
- Объединяются в серии, выполняющие определенное приложение (*функции приложения*)

На функции каждой из этих категорий влияют не только атрибуты, с которыми они работают, но и пространственное (геометрическое) представление данных. Например, функция сложения двух слоев (работающая без учета окружения) зависит от расположения и значения соответствующей ячейки из другого слоя. Функции, применяемые к ячейкам в окрестности или зоне, зависят от пространственной конфигурации окрестности или зоны, а также от ячеек и их значений в этой конфигурации.

Локальные функции

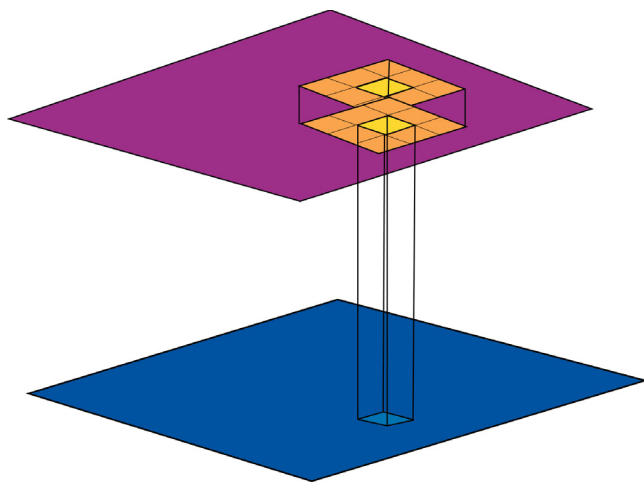
Локальные, или поячеечные функции вычисляют значения выходного растрового набора данных таким образом, что каждое выходное значение является функцией от значения, связанного с определенной точкой в одном или нескольких растровых наборах данных. То есть на выходное значение ячейки влияет только исходное значение этой ячейки, независимо от значений соседних ячеек. Пример локальных функций, работающих с одним набором данных, тригонометрические функции (например, синус), экспоненциальные и логарифмические функции.



Локальные функции, работающие с несколькими растровыми наборами данных - это функции, вычисляющие значения минимума, максимума, большинства и меньшинства для каждого местоположения ячейки во всех входных растровых наборах данных.

Фокальные функции

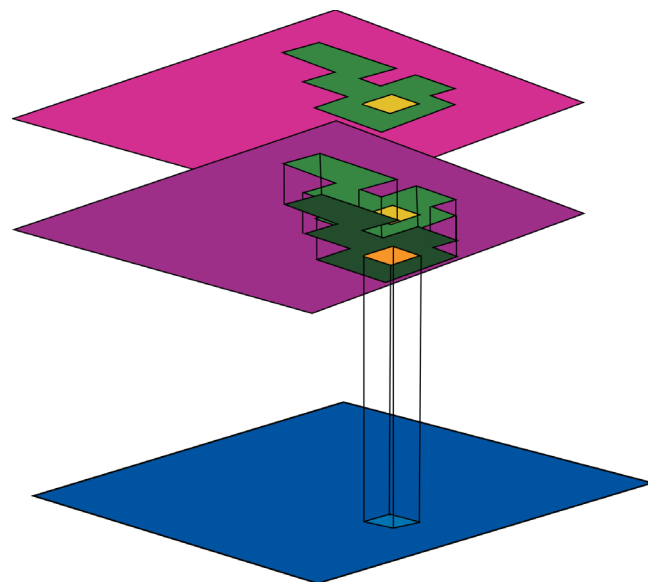
Фокальные функции, или функции окрестности, создают выходной растровый набор данных, в котором значение каждой ячейки является функцией входного значения в этой точке и значений соседних ячеек в заданной окрестности. Конфигурация окрестности определяет, какие именно из ближайших к обрабатываемой ячейке будут использованы при вычислении выходного значения.



Фокальные функции могут получать значение среднего, стандартного (среднеквадратического) отклонения, суммы или диапазона значений в ближайшей или расширенной окрестности.

Зональные функции

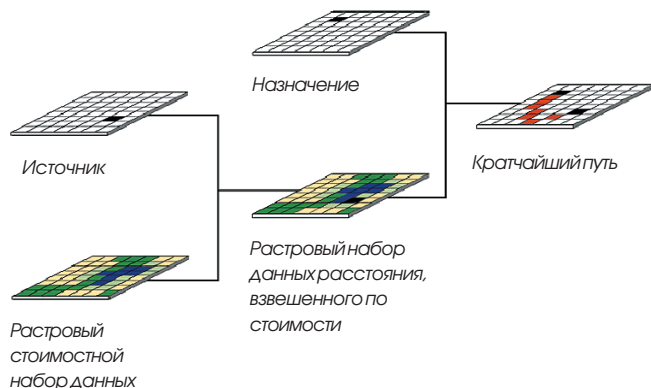
Зональные функции создают выходной растровый набор данных, в котором значение каждой ячейки зависит от входного значения этой ячейки, а также всех ячеек, входящих в ту же зону карты. Зональные функции аналогичны фокальным функциям, за исключением того, что набор обрабатываемых ячеек (окрестности) в зональной функции определяется конфигурацией зон или объектов во входном наборе данных, определяющей зоны, а не заданной формой окрестности. Каждая зона может иметь уникальную форму. Операции, проводимые с этими ячейками, могут вычислять среднее значение, сумму, минимум, максимум или диапазон значений для ячеек первого набора данных, находящихся в пределах каждой зоны, определяемой вторым входным набором данных.



Глобальные функции

Глобальные, или порастровые функции создают выходной растровый набор данных, в котором значение каждой ячейки может быть функцией от всех ячеек во входном растровом наборе данных. Существует две группы таких функций: Эвклидово расстояние и Расстояние с учетом веса.

Глобальные функции Эвклидова расстояния присваивают каждой ячейке выходного растрового набора данных значение расстояния до ближайшей ячейки источника (источником может быть, например, точка начала новой дороги). Может быть вычислен также дополнительный выходной растровый набор данных, чьи ячейки имеют значение направления к ближайшей ячейке источника.



Применяя глобальную функцию к весовой (стоимостной) поверхности, вы можете определить стоимость перемещения из ячейки точки назначения (например, точки, где должна оканчиваться дорога), до ближайшей ячейки источника. Сделав еще шаг, мы можем определить путь наименьшей стоимости по поверхности, не имеющей сетевой структуры, от ячейки источника до ячейки назначения. Во всех глобальных вычислениях для получения результата требуется знание всей поверхности.

Прикладные функции

Существует широкий набор функций моделирования на базе ячеек, предназначенных для решения определенных прикладных задач. Локальные, фокальные, зональные, и глобальные функции не связаны с определенными приложениями. Таким образом прикладные функции не соответствуют данной классификации, т.к. могут быть одновременно локальными или фокальными, зональными или глобальными (например вычисление уклона обычно используется для анализа поверхностей, но одновременно является фокальной функцией). Некоторые из прикладных функций являются более общими, например, прикладные функции анализа поверхностей, другие определены более узко, например,

функции гидрологического анализа. Категоризация прикладных функций служит для группирования и облегчения понимания широчайшего спектра операторов и функций Spatial Analyst. Вы можете обнаружить, что какая-то прикладная функция может работать с растровыми данными для другого применения, чем показывает определение ее категории.

Некоторые из этих прикладных функций можно вызывать через интерфейс пользователя Spatial Analyst. Другие вызываются через диалоговые окна или строку инструментов Пространственной привязки. Некоторые можно вызвать через примеры приложений, предлагаемые ESRI и другими пользователями, другие функции связаны с Калькулятором растров в Алгебре карт (см. Приложение А) или объектной моделью Spatial Analyst.

В следующих разделах представлен обзор прикладных функций. Дополнительную информацию о прикладных функциях вы можете получить через интерфейс пользователя Spatial Analyst, см. Главу 7, 'Выполнение пространственного анализа', а также через Справку - для получения информации о функциях, вызываемых только через Алгебру карт и объектную модель.

Плотность

Функция Плотность распределяет значения количественных измерений из входного точечного набора данных по всей территории, создавая непрерывную поверхность значений. Например, у магазина розничной торговли есть несколько филиалов в определенном районе. У управляющего имеются данные о продажах по каждому филиалу. Он предполагает, что клиенты предпочитают филиалы в зависимости от проезда до них. В этом примере предполагается, что клиент всегда предпочитает ближайший магазин. Но клиенты, живущие слишком далеко, могут также делать покупки в магазинах другой компании. Управляющий хотел бы изучить распределение адресов проживания клиентов. На основании данных продаж и пространственного распределения филиалов управляющий хотел бы получить набор данных распределения клиентов по территории.

Для выполнения этой задачи Spatial Analyst определяет положение каждого магазина относительно других магазинов, количество клиентов каждого магазина и количество ячеек, на которые следует распределить долю клиентов, относящуюся к каждому магазину. Ячейки, расположенные ближе к точкам магазинов, получают более высокие значения количества клиентов, чем более удаленные ячейки.

Построение поверхностей

Функции поверхностей используют представление растровых наборов данных в виде поверхности высот, концентраций или определенной величины (например, уровня загрязнения или шума).

Функции создания поверхностей, называемые также функциями интерполяции поверхностей, создают непрерывную поверхность из точек пробных измерений. Функции создания поверхностей присваивают предполагаемые значения каждой ячейке раstra независимо от того, были ли проведены измерения в этой точке. Существует множество способов расчета значения каждой ячейки; каждый из таких методов называется моделью. В каждой модели делаются определенные предположения о характере данных (например, данные имеют нормальное распределение), и модели определяют предполагаемые значения с помощью вычислений. Ниже представлено краткое описание каждой модели, предлагаемой в Spatial Analyst.

Метод обратно взвешенных расстояний (ОВР) основан на главном принципе географии - чем ближе расположены объекты, тем более они похожи. Таким образом, для ячейки, значение которой не измерено, в пределах заданной окрестности (или расстояния) будет вестись поиск измеренных значений. Поскольку более близкие значения должны быть более похожи, на расчет значения ячейки они окажут больше влияния, чем дальние значения. Отсюда название метода - "Вес, обратно пропорциональный расстоянию" - чем больше расстояние, тем меньше вес значений. Этот

процесс выполняется для каждой ячейки в исследуемой области.

Метод полиномиального тренда концептуально можно представить как попытку расположить лист бумаги так, чтобы он проходил через точки с измеренными значениями, которые подняты на высоту своего значения. Лист размещается так, чтобы наилучшим образом пройти через все точки, то есть минимизируется отклонение от входных точек.

Метод Сплайн концептуально можно представить как попытку наилучшим образом провести резиновый лист через точки, поднятые на высоту их измеренных значений. Критерий размещения листа состоит в том, что он должен пройти через все точки.

Метод Кригинг - это статистический метод вычисления корреляции измеренных точек с помощью вариографии. При расчете неизвестного значения ячейки ближайшим измеренным точкам присваивается вес, зависящий от их распределения вокруг рассчитываемой ячейки, и используется модель, подобранная при помощи вариографии. Подробнее о кригинге см. Главу 7, 'Выполнение пространственного анализа'.

Geostatistical Analyst предоставляет дополнительные инструменты для генерации более сложных поверхностей.

Анализ поверхностей

Предпосылка, на которой основаны функции анализа поверхностей - это возможность получения новой информации путем вычисления новых данных и выявления закономерностей в существующих поверхностях.

Уклон определяет наклон, или максимальную скорость изменения значения от текущей ячейки до ее ближайших соседей. Выходной растровый набор данных уклона можно вычислить либо в форме процента наклона (например, уклон в 10 процентов) либо в градусах наклона (например, уклон в 45 градусов).

Экспозиция склона определяет направление наиболее крутого склона от ячейки до ее ближайших соседей. Значение в выходном растре отражает направление наклона по компасу: “0” - истинный север, 90 градусов - восток и т.д.

Отмывка рельефа используется для создания гипотетического освещения поверхности либо с целью анализа, либо для отображения. В анализе отмывку можно использовать для определения длительности и интенсивности освещения каждой точки солнцем. При графическом отображении отмывка может значительно улучшить качество изображения рельефа.

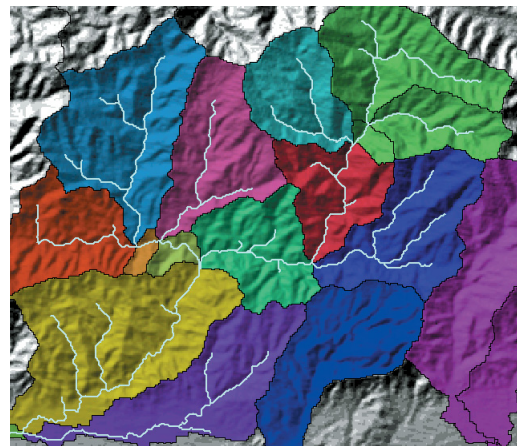
Видимость определяет, сколько точек наблюдения во входном растре точек наблюдения будет видно из каждой ячейки, или какие ячейки будут видны из каждой точки наблюдения.

Кривизна вычисляет угол наклона поверхности в каждой ячейке. Рассчитывается вторая производная от входного растрового набора данных—уклон от уклона. Результатом будет функция кривизны, которую можно использовать для описания физических характеристик поверхности, например, процессов эрозии или стока вод на земной поверхности. Угол уклона определяет общую скорость движения вниз, а направление определяет направление потока. Профильная кривизна - это форма поверхности по направлению склона. Ортогональная кривизна определяет кривизну поверхности перпендикулярно направлению склона.

Изолиния создает выходной набор полилиний. Каждая линия представляет все последовательные точки с одинаковым значением высоты, концентрации или величины в зависимости от того, какое значение представляет входной набор данных. Функция не соединяет центры ячеек, а интерполирует линию, представляющую местоположения с одинаковыми значениями.

Гидрологический анализ

Форма поверхности определяет характер течения по ней воды. Функции гидрологического моделирования предоставляют ме-



Водоразделы для каждой секции сети потоков

тоды описания гидрологических характеристик поверхности. Используя на входе растровый набор данных высот, такая функция может моделировать, куда потечет вода, создать карту водоразделов, сеть потоков, а также определить другие гидрологические характеристики.

Функции гидрологического моделирования можно вызвать из RasterHydrologyOp или из Алгебры карт через Калькулятор растров.

Геометрическая трансформация

Каждая из функций геометрической трансформации изменяют либо местоположение ячеек в растровом наборе данных, либо геометрическое распределение ячеек в наборе данных для коррекции искажений. Функции мозаики (другой вид геометрической трансформации) соединяют несколько растровых наборов данных, представляющих соседние области, в единый растровый набор данных.

Существует две группы функций геометрической трансформации, меняющие местоположения ячеек, параллельный перенос (translation) и поворот (rotation). При параллельном переносе значения координат в растровом наборе данных сдвигаются на заданную величину смещения (x,y), а при повороте растровый набор данных поворачивается на заданный угол.

Два вида функций зеркального отображения flip и mirror - тоже разновидности поворота. С помощью первого вида можно отразить растровый набор данных в направлении оси "y", а с помощью второго - в направлении оси "x".

Функции геометрической трансформации, изменяющие геометрическое распределение ячеек, в некоторых областях растра меняют количество ячеек, чтобы исправить геометрическое искажение. Геометрическое искажение объектов в растровом наборе данных возникает в том случае, когда объекты располагаются не так, как в реальном мире. На основании знания координат реального мира для некоторых точек, расположение которых в растровом наборе данных известно, можно изменить координаты ячеек растрового набора данных таким образом, чтобы они точнее отражали картину реального мира. Функция Warp использует полиномиальное преобразование для коррекции искажения во всем растровом наборе данных.

Функции слияния (merge) и мозаики (mosaic) соединяют несколько пространственно смежных наборов данных в один большой набор данных. Разница между ними в том, как они обраба-

тывают области наложения входных растровых наборов данных. В функции слияния ячейке присваивается входное значение последнего из введенных входных растровых наборов данных. Функция мозаики сглаживает переход между соседними растровыми наборами данных в областях наложения. Эти функции используются, когда имеется несколько растровых наборов данных, определяющих непрерывную поверхность, разделенную на листы, например, соседние снимки спутниковой съемки, карты смежных городов, созданные отдельно.

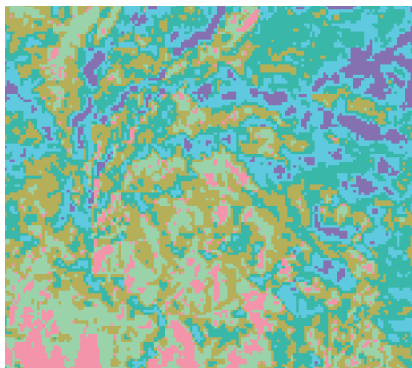
Некоторые функции геометрической трансформации можно вызвать через строку инструментов Пространственной привязки в ArcMap, и все они есть в Алгебре карт, к которой можно обратиться через Калькулятор растров.

Генерализация

Иногда растр содержит ошибки в данных, непригодные для анализа значения или слишком детальные данные. Например, если растровый набор данных был получен в результате классификации данных спутниковой съемки, он может содержать множество мелких изолированных областей, которые были классифицированы неправильно. Функции генерализации позволяют найти такие области и автоматически присвоить более разумные значения образующим их ячейкам.

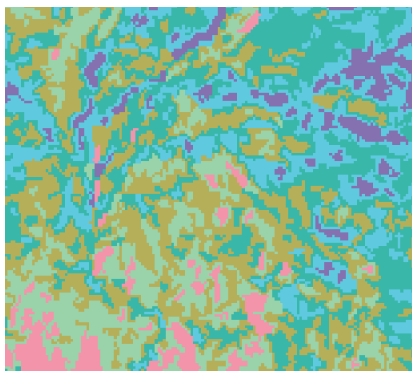
Функции генерализации можно вызвать из RasterGeneralizeOp или из Алгебры карт через Калькулятор растров.

Эти инструменты предоставляют средства для объединения, сглаживания границ, удаления шумовых компонент и другие.



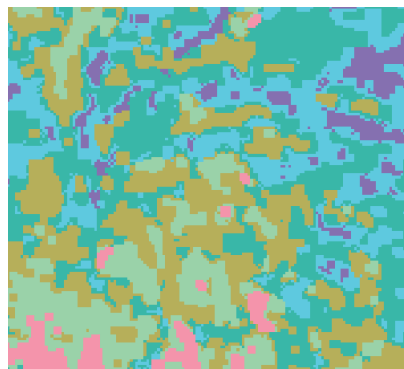
Базовая классификация спутникового снимка

Функция Nibble позволяет удалить отдельные неправильно классифицированные ячейки на изображении. Эта функция удалит мелкие группы неправильно классифицированных ячеек и присвоит им значение, наиболее часто встречающееся в ближайшей окрестности. Например, можно избавиться от групп ячеек площадью менее 7200 м². Такие группы могут представлять ошибки классификации или слишком мелкие объекты для предстоящего анализа.



Эффект применения к базовой классификации функции Nibble

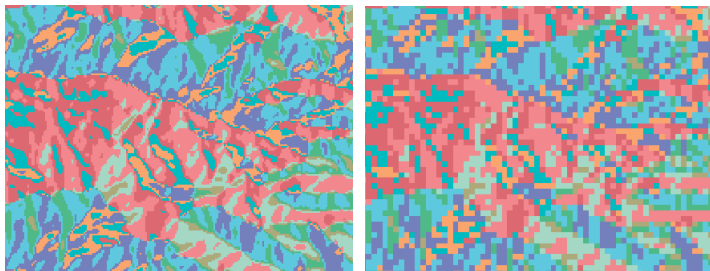
Другие функции обобщения - это функция чистки границ BoundaryClean и функция фильтрации большинства MajorityFilter, сглаживающие границы между зонами; функция расширения Expand, расширяющая заданные зоны; функция сжатия Shrink, сжимающая заданные зоны; функция уменьшения толщины Thin, утоньшающая линейные объекты в растровом наборе данных, особенно полезная для чистки сканированных изображений бумажных карт.



Эффект применения функции MajorityFilter к результату, полученному после функции Nibble

Изменение разрешения

Функции изменения разрешения меняют разрешение существующего растрового набора данных. Если ваши исходные данные включают растровый набор, разрешение которого значительно лучше, чем у других наборов, вам может быть удобнее перекодировать набор с меньшим разрешением, сделав его равным разрешению других наборов, чтобы сделать входные данные более однородными. Это позволит повысить скорость обработки и уменьшить занимаемый объем памяти.



Результат перекодировки растра на более грубое разрешение

Два основных способа определения значений при изменении разрешения растрового набора данных - это интерполяция и агрегирование. Одна группа функций перекодировки интерполяцией использует методы ближайшего соседства, билинейной или кубической интерполяции для выходного растрового набора данных. Вторая группа функций перекодировки интерполяцией использует для определения значений метод статистической агрегации в пределах ближайшей окрестности. В отличие от установки размера ячеек в среде анализа, функции изменения разрешения применяются только к результирующим растровым наборам данных.

Функции агрегации группируют набор ячеек, присваивая им одно значение. Для выполнения агрегации применяются блочные функции. С помощью блочной функции Block, Spatial Analyst вычисляет заданные статистические характеристики в непересекающихся окрестностях ячеек.

Значение “Нет данных” и как оно влияет на анализ

У каждой ячейки растра есть присвоенное ей значение. Если ячейка получает неадекватное значение, ей присваивается значение “Нет данных” (NoData). “Нет данных” и “0” - это не одно и то же; “0” является реальным значением.

Различные операторы и функции по-разному учитывают тот факт, что вместо реального значения ячейка может иметь значение “Нет данных”. “Нет данных” означает, что для присвоения ячейке реального значения недостает информации. При участии в вычислениях ячейки со значением “Нет данных” есть два способа вычисления результата:

- Присвоить выходной ячейке значение “Нет данных”.
- Игнорировать “Нет данных” и учитывать в вычислениях только реальные значения.

В зависимости от оператора или функции, оптимальным может быть любой из этих подходов. Например, при сложении двух растровых наборов данных, если ячейка в одном растре имеет значение “Нет данных”, то для присвоения значения соответствующей ячейке в выходном растре данных недостаточно. С другой стороны, при вычислении минимального значения для группы соседних ячеек, среди которых есть ячейка со значением “Нет данных”, можно принять допущение (или взять на себя риск допущения), что значение ячейки “нет данных” не будет минимальным. Таким образом можно использовать фокальную функцию для вычисления минимального значения для соседних ячеек.

Spatial Analyst полностью поддерживает понятие “Нет данных”. Если значения “Нет данных” присутствуют хотя бы в одном из входных растровых наборов данных, они будут влиять на выходные значения. Результат влияния значений “Нет данных” для каждой функции и оператора описан в онлайн-справках по командам.

Прежде, чем принять решение, важно знать, как влияет значение “Нет данных” на результат конкретной функции. Вам может понадобиться выяснить, имела ли ранее реальное значение ячейка со значением “Нет данных”, получила ли она его в результате выполнения определенного оператора или функции. Иногда важно знать, представляют ли значения в выходном наборе растровых данных действительно минимальные или максимальные значения, или же они являются минимальные или максимальными из имеющихся значений.

Значения и что они представляют

Тип используемой системы измерений может иметь колоссальное влияние на интерпретацию полученных значений. Расстояние 20 км в два раза дальше, чем расстояние 10 км, а предмет, весящий 100 кг, в три раза легче предмета, весящего 300 кг. Однако, если кто-то пришел первым, это не означает, что он выполнил работу в три раза лучше, чем тот, кто пришел третьим, а почвы с $pH=3$ не будут в два раза менее кислыми, чем $pH=6$.

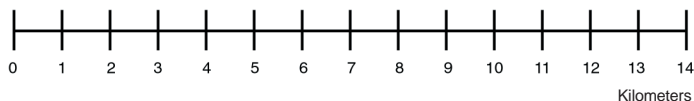
Продолжая развивать эту тему, мы увидим, что 60-летний человек вдвое старше 30-летнего. Но он может быть старше ровно в два раза только один год в своей жизни. Кроме того, если посмотреть на это с точки зрения их дат рождения - 1930г. для старшего и 1960г. для младшего, значение 1930 никак не будет в два раза больше 1960.

Смысл этих примеров в том, что все числовые данные не могут обрабатываться одинаково. Важно знать систему измерения значений в растровом наборе данных, чтобы выбирать соответствующие операторы и функции и правильно трактовать результат. Значения измерений можно разделить на четыре типа: относительные, интервальные, порядковые и номинальные значения.

Относительные значения

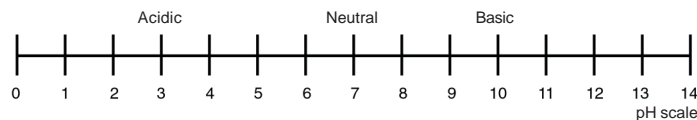
В относительной системе измерения значения представляют собой сдвиг относительно фиксированной нулевой точки на линейной шкале. К таким значениям можно применять математические операторы, получая предсказуемые осмысленные результаты. Примеры относительных значений: возраст, расстояние, вес, объем.

Distance Scale



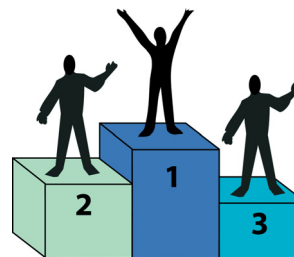
Интервальные значения

Время дня, календарный год, температура по шкале Фаренгейта и значение кислотности pH - примеры интервальных значений. Это значения на линейной градуированной шкале, однако они не привязаны к фиксированной нулевой точке во времени или пространстве. Поскольку нет точки значения истинного нуля, можно выполнять операции сравнения значений, но вычисление их отношений и пропорций не всегда имеет смысл



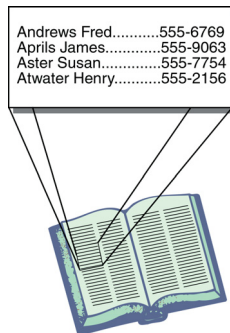
Порядковые значения

Порядковые значения определяют место объекта в последовательности. Эти измерения отражают номер в последовательности, например, первое место, но они не устанавливают величину или относительные пропорции. На основании порядковых номеров нельзя определить, насколько лучше, хуже, или сильнее будет один объект по сравнению с другим.



Номинальные значения

Значения, связанные с этой системой измерения, предназначены для того, чтобы отличать один объект от другого. Они также позволяют определять группы, классы, элементы или категории, с которыми связан объект. Эти значения являются качественными, а не количественными, и они не связаны ни с нулевой точкой, ни с какой-либо линейной шкалой. Примерами таких значений могут служить системы кодирования типов землепользования или почв, коды социального обеспечения, почтовые индексы и номера телефонов.



Andrews Fred.....	555-6769
Aprils James.....	555-9063
Aster Susan.....	555-7754
Atwater Henry.....	555-2156

Spatial Analyst не различает эти четыре вида измерений при выполнении заданных пользователем функций. Большинство математических операторов можно использовать с относительными значениями, и, хотя интервальные, порядковые и номинальные значения тоже можно умножать, делить или извлекать из них корень, результаты обычно бывают бессмысленными. С другой стороны, вычитание, сложение и булевы операторы часто позволяют получить значимые данные при применении их к интервальным и порядковым значениям. Манипуляции с атрибутами внутри растрового набора данных и между наборами - наиболее эффективное средство при работе с номинальными значениями.

Дискретные и непрерывные данные

Второй способ классификации значений, присваиваемых каждой ячейке растрового набора данных - представляют ли они дискретные или непрерывные данные.

Дискретные данные

Дискретные данные, называемые также категориальными, наиболее часто представляют объекты. Эти объекты обычно относятся к определенному классу (например, типу почв), категории (например, типу землепользования) или группе (например, политической партии). Границы категориального объекта легко определя-

емы и известны.

Обычно с каждой ячейкой растрового набора дискретных данных связано целое значение. С большинством категориальных растровых наборов, включающих целочисленные данные, связаны таблицы атрибутов, содержащие дополнительную информацию. Для дискретных данных также можно использовать значения с плавающей запятой.

Чаще всего дискретные данные представляют собой порядковые или номинальные значения.

Непрерывные данные

Непрерывные растровые наборы данных, или поверхности, могут быть представлены значениями с плавающей запятой (они называются растровыми наборами данных с плавающей запятой) или целочисленными значениями. Значение каждой ячейки набора данных основывается на фиксированной точке (например, уровень моря), направлении компаса или расстоянии каждой точки от определенного объекта (явления) в заданной системе измерений (например, значение уровня шума от аэропорта в каждой точке). Примерами непрерывных поверхностей могут быть рельеф, уклон или экспозиция, уровень радиации от ядерного реактора или концентрация соли в почве.

С растровыми наборами данных с плавающей запятой обычно не связаны таблицы атрибутов, поскольку большинство, если не все, значения ячеек - уникальны, а сама природа непрерывных поверхностей исключает другие связанные атрибуты.

Непрерывные данные обычно бывают представлены относительными или интервальными значениями.

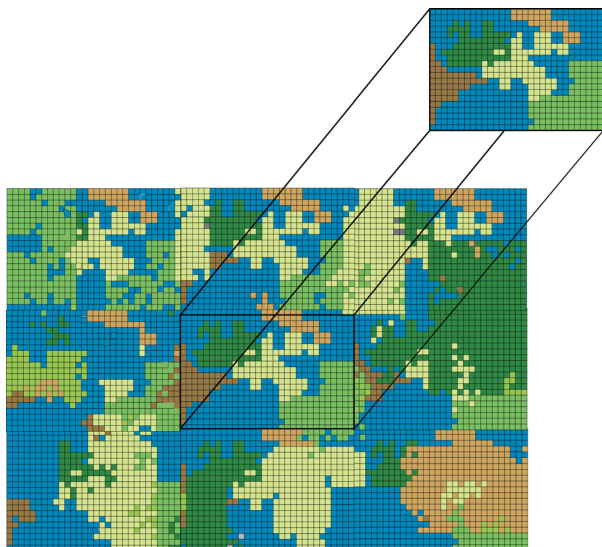
Обычно при комбинировании непрерывных и дискретных данных можно получить только бессмысленные результаты, например, сложив типы землепользования (дискретные данные) и значения высоты (непрерывные данные). Значение 104 в полученном растре может означать сумму кода типа землепользования "4" (жилые дома во владении одной семьи), с высотой 100 м над уровнем моря.

Среда анализа

Spatial Analyst позволяет вам работать с поднаборами ячеек и задавать величину разрешения для их обработки. Более подробно среда анализа в Spatial Analyst рассмотрена в Главе 6, ‘Установка среды анализа’.

Экстент анализируемой области

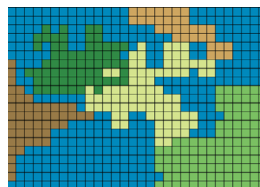
При выполнении анализа растровых наборов данных интересующая вас область может быть частью более крупного набора данных. Если это так, то можно установить экстенст анализа, охватывающий только нужные ячейки. Все результаты выполняемых в дальнейшем процедур анализа будут иметь указанный экстенст. Экстенст анализа - это прямоугольник, определяемый указанием координат его окна в пространстве карты.



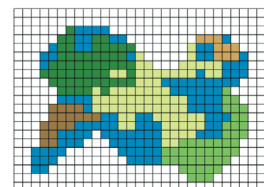
Выполнение анализа на небольшом участке растра

Маска

Маска указывает в экстенсте анализа те ячейки, которые не следует учитывать при выполнении операции или функции. Все указанные ячейки будут “закрыты” маской, и во всех выходных растровых наборах данных им будет присвоено значение “Нет данных”.



Растровый набор данных



Результат анализа с использованием маски

Размер ячейки

Размер ячейки или разрешение растра в выходном наборе можно установить отдельно для любой функции или оператора. По умолчанию выбирается наиболее грубое разрешение из всех входных растровых наборов данных.

Размер ячейки и анализ

Ячейки разных растровых наборов данных необязательно хранятся с одинаковым разрешением. Но при обработке нескольких наборов данных, например, при регистрации, ячейки должны быть одного размера. Когда функция Spatial Analyst получает на входе несколько растровых наборов данных, и их разрешение различно, один или нескольких наборов данных будут автоматически перекодированы присвоением значений методом ближайшего соседа, чтобы значение разрешения совпало с наиболее грубым среди входных наборов данных (дополнительную информацию см. в Главе 4, 'Понятие растровых данных').

Метод присвоения значения ближайшего соседа используется потому, что он применим как к дискретным, так и к непрерывным данным, а методы билинейной и кубической интерполяции применимы только к непрерывным данным. Здесь необходима именно техника перекодировки, поскольку центры входных ячеек редко совпадают с центрами трансформированных ячеек нужного разрешения.

Установленную по умолчанию опцию перекодировки на наиболее грубое среди входных растров разрешение можно изменить на закладке Размер ячейки в диалоговом окне Опции, задав точный размер ячейки или выбрав минимальный размер среди входных растров. Выбирать разрешение точнее, чем у самого грубого из входных наборов данных нужно с осторожностью, поскольку реальная точность выходного набора данных будет не лучше, чем у наиболее грубого входного раstra. Выбор размера ячейки 50 м для выходного растрового набора при наличии ячеек в 100 м в одном из входных наборов приведет к тому, что у результата размер ячейки будет 50 м, но точность - все равно 100 м.

При выполнении анализа проверяйте, соответствуют ли ваши задачи размеру ячейки. То есть убедитесь, что вы не изучаете пути мышей на растре с размером ячейки пять километров, а с другой стороны не используете такой размер ячейки при изучении влияния глобального потепления на Земле.

Работа с проекциями в процессе анализа

Перед выполнением анализа с растровыми наборами данных производится их взаимная регистрация. Каждой позиции на земной поверхности должен соответствовать одинаковый (x,y) адрес ячейки во всех входных наборах данных. Это означает, что все входные растровые наборы данных должны быть представлены в одном и том же координатном пространстве или системе координат (в одной проекции). Координатное пространство выходного набора данных будет зависеть от координатного пространства входных наборов данных. Если два или более входных растров, участвующих в выражении, заданы в разных координатных пространствах, Spatial Analyst автоматически переведет их в одно координатное пространство, пользуясь следующими правилами.

Поведение по умолчанию:

Если входной набор растровых данных один, то выходной набор будет представлен в том же координатном пространстве, что и входной (простейшая ситуация).

Если несколько растровых и векторных наборов данных заданы в одном координатном пространстве, выходной набор данных будет в том же координатном пространстве.

Если входных растровых наборов данных несколько, выходной набор будет в том же координатном пространстве, что первый из входных наборов.

Если в выполнении одной функции участвуют растровые и векторные наборы данных, представленные в разных координатных пространствах, векторные набор данных будет спроецирован в координатное пространство растра; результат будет представлен в координатном пространстве растра.

Если все входные наборы данных - векторные, результат будет соответствовать координатному пространству первого входного набора.

Изменение установки по умолчанию:

На закладке Общие диалогового окна Опции вы можете указать, чтобы координатное пространство всех выходных растровых наборов данных соответствовало координатному пространству фрейма данных.

Автоматическое преобразование координатного пространства растрового или векторного набора данных, выполняемое в перечисленных выше случаях, называется проецированием “на лету”. Для поддержки достаточно высокой скорости проецирования на лету, к набору данных применяется полиномиальное преобразование низкого порядка. Преобразование проекции “на лету” менее точно, чем проецирование набора данных с помощью инструментов геометрического преобразования, предлагаемых в ArcMap и Spatial Analyst, которые описаны в Главе 4, ‘Понятие растровых данных’.

Выполнение анализа

Раздел 3

Установка среды анализа

6

В ЭТОЙ ГЛАВЕ

- Создание временных или постоянных результатов
- Определение места хранения результатов на диске
- Использование маски анализа
- Выбор системы координат для результатов
- Выбор экстента результатов
- Выбор размера ячейки результата

Перед выполнением анализа необходимо выбрать экстент исследуемой области, размер ячейки и рабочий каталог для хранения результатов анализа. Например, вам может потребоваться анализ только небольшого района географической области, или вам нужно записать результаты в определенную папку.

Установка параметров анализа позволяет вам определять папку для записи результатов, экстент области анализа и размер ячейки. Вы можете также определить маску анализа и расстояние замыкания. Рекомендуется установить параметры анализа до начала анализа данных, но вы можете также использовать установки по умолчанию. Для записи результатов анализа по умолчанию выбирается системный каталог для хранения временных файлов (обычно это `c:\temp`), размер ячейки устанавливается равным максимальному размеру ячейки среди входных растров, а экстент устанавливается равным экстену территории пересечения всех входных растров.

В настоящей главе рассматриваются следующие вопросы:

- Описание и создание временных и постоянных результатов
- Как определить место на диске для хранения результатов анализа
- Что такое маска анализа и как ее применять
- Как установить экстент результатов анализа
- Важность размера ячейки и как выбрать его для результатов анализа

Создание временных и постоянных результатов

По умолчанию большинство результатов анализа будут временными. Исключения - функции преобразования и функции, результаты которых не являются растровыми данными. В этих случаях результат по умолчанию будет постоянным.

Результаты всех остальных функций можно сделать постоянными тремя способами:

- Задав имя результата в диалоговом окне функции.
- Создав временный результат, а затем сделав его постоянным.
- Сохранив результат карты в рабочей папке, что сделает все временные результаты постоянными (используя установки по умолчанию).

Подсказка

Указание рабочей папки

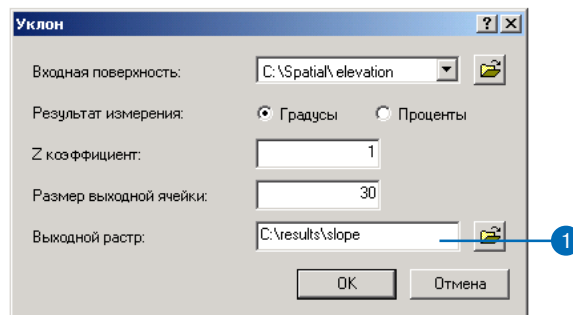
Выберите Опции в панели инструментов Spatial Analyst, затем щелкните на закладку Общие, чтобы определить рабочую папку для результатов анализа.

Создание постоянных результатов в диалоговом окне функции

1. При выполнении любой функции задайте имя для результата, и он сохранится в рабочей папке.

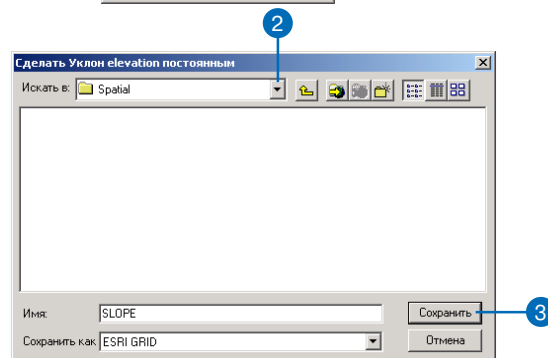
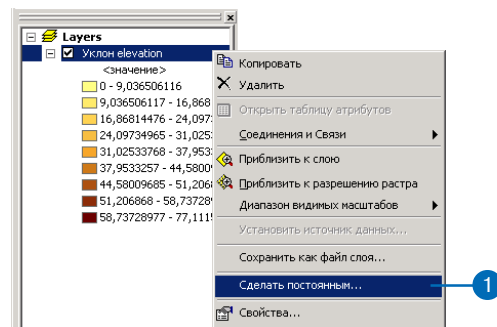
Также вы можете указать путь на диске или перейти в нужную папку с помощью кнопки Обзор и затем задать имя.

Результаты будут постоянными.



Как сделать временные результаты постоянными

1. Щелкните правой кнопкой мыши на временном результате в таблице содержания и выберите Сделать постоянным.
2. Перейдите в папку, в которой вы хотите сохранить результат, и наберите имя файла.
3. Нажмите Сохранить.



Подсказка

Зачем сохранять документ карты?

Сохранение документа карты - это быстрый способ сделать все ваши временные результаты анализа постоянными, а также способ сохранить продолженную работу, чтобы продолжить анализ в другой раз.

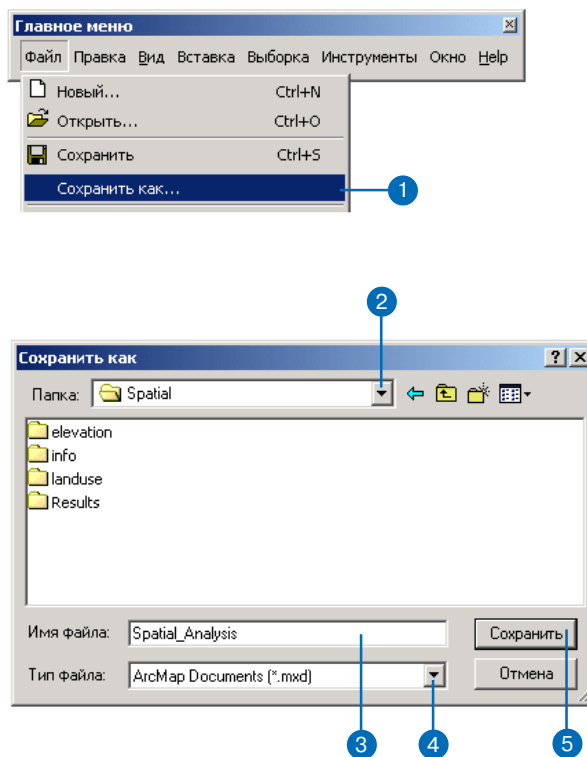
Подсказка

Быстрый способ сохранить документ карты

Если ранее вы уже указали путь на диске и имя для документа карты, просто нажмите Сохранить в панели инструментов Стандартные, чтобы сохранить результаты вашей работы.

Как сделать результаты постоянными с помощью сохранения карты

1. Из меню Файл выберите Сохранить как.
2. Перейдите в папку, в которой вы хотите сохранить документ карты.
3. Наберите имя файла.
4. Щелкните на стрелке вниз в окне Тип файла и выберите ArcMap Documents (*.mxd).
5. Нажмите Сохранить.



Определение места хранения результатов анализа на диске

По умолчанию результаты анализа записываются в системную папку для временных файлов c:\temp.

Есть два способа сохранить результаты в определенном месте на диске. Первый - указать место на диске через диалоговое окно Опции до начала анализа. Тогда все результаты анализа будут записаны в заданную папку. Второй способ - указывать место на диске во время каждой операции анализа в диалоговом окне соответствующей функции. Это удобно, когда вы хотите разделить результаты по разным папкам.

Подсказка

Имя рабочей папки

Имя не должно быть длиннее 13 знаков и не должно включать пробелы.

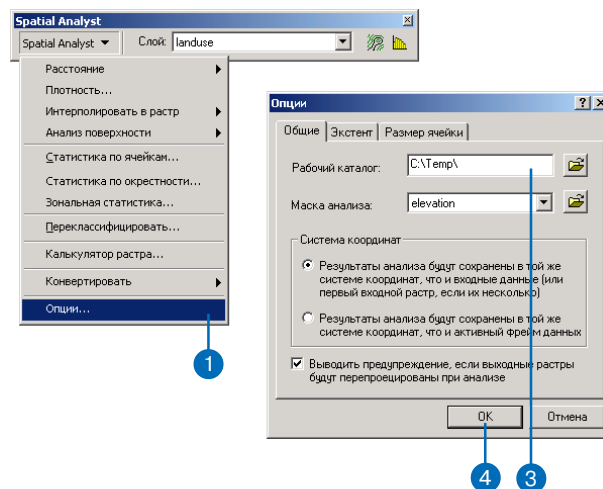
Подсказка

Использование рабочей папки

Если вы создали рабочую папку, наберите ее имя для записи результатов в диалоговом окне функции, чтобы сохранить результаты, как постоянные.

Выбор места хранения всех результатов анализа с помощью параметров анализа

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Опции.
2. Щелкните на закладке Общие.
3. Укажите путь к папке на диске для сохранения результатов анализа или используйте кнопку Обзор, чтобы перейти в нужную папку.
4. Нажмите ОК.

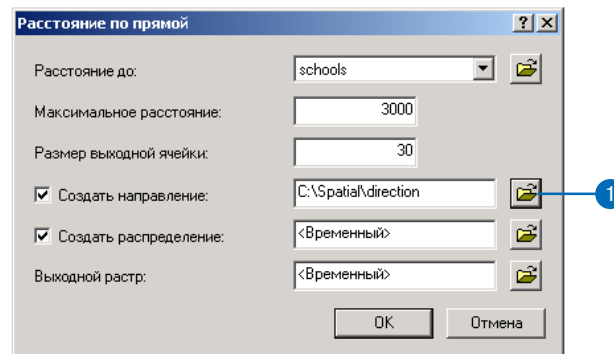


Выбор папки на диске для результатов каждой функции

1. При выполнении любой функции укажите путь к папке на диске и имя файла для сохранения результата.

Или используйте кнопку Обзор, чтобы перейти в нужную папку.

Указав папку и имя файла, вы сделаете результат постоянным.



Использование маски анализа

Иногда вам нужно провести анализ только части ячеек, или вы хотели бы выделить с помощью маски какую-то часть раstra.

Установка маски анализа - процесс, состоящий из двух шагов:

Маску анализа нужно сначала создать, если у вас нет готовой маски. *Маска анализа* определяет те ячейки, которые нужно учитывать при выполнении какой-либо функции. Все значения “Нет данных” в наборе данных маски будут “закрыты” при анализе, и во всех будущих наборах данных результатов анализа этим ячейкам будет присвоено значение “Нет данных”. Маску анализа можно создать в диалоговом окне Переклассификация. Затем нужно указать маску анализа на закладке Общие в диалоговом окне Опции, чтобы она использовалась во всех последующих операциях анализа.

Создание маски анализа путем переклассификации

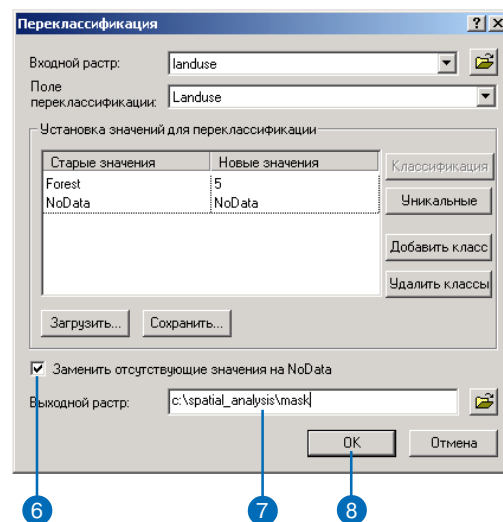
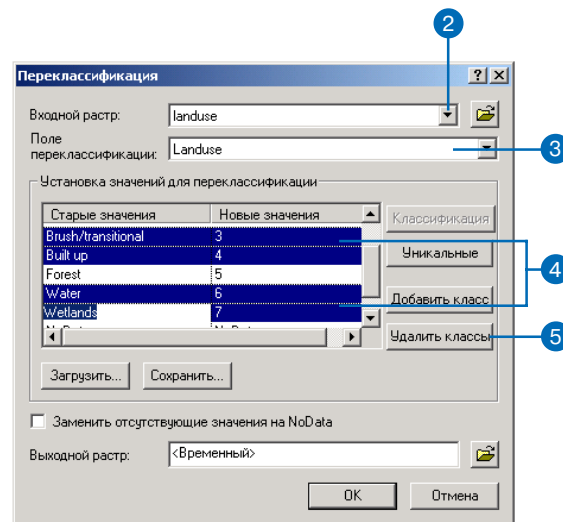
1. Щелкните на стрелке вниз в окне Входной растр и выберите Переклассифицировать.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входной растр и выберите растр, из которого вы хотите создать маску анализа.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Поле переклассификации и выберите поле, которое вы хотите использовать.
4. Выделите значения, которые вы хотели бы исключить из дальнейшей обработки.
5. Нажмите Удалить классы.
6. Поставьте отметку против Заменить отсутствующие значения на NoData.

Значениям, которые вы удалили, в выходном растре будут присвоены значения “Нет данных”.

7. Укажите путь к папке на диске и имя файла маски.

Или используйте кнопку Обзор, чтобы перейти в папку, в которой вы хотите сохранить результат.

8. Нажмите OK.



Подсказка

Альтернативный способ создания маски анализа

Вместо того, чтобы создавать маску анализа на основании значений атрибутов, вы можете определить пространственную границу маски. Создайте новый набор данных в ArcCatalog, оцифруйте пространственную границу в ArcMap, а затем преобразуйте эти объекты в растр, чтобы создать маску. Всем ячейкам, имевшим значение “Нет данных”, и областям вне исходных объектов маски анализа, будет присвоено значение “Нет данных” во всех последующих наборах данных результатов анализа.

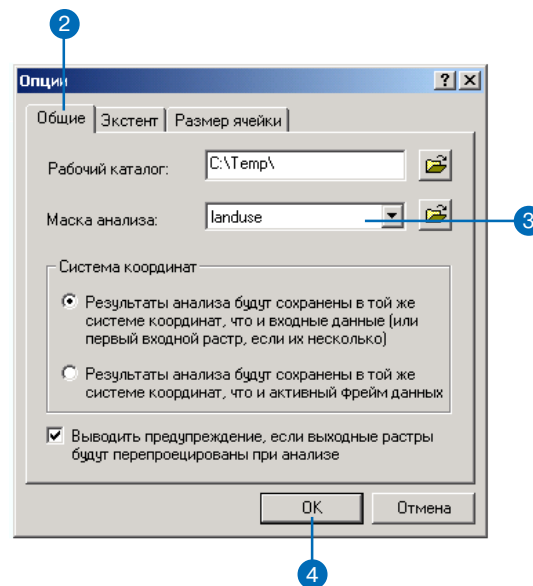
Подсказка

Альтернатива созданию маски анализа

Если у слоя есть таблица дополнительных данных, щелкните на этом слое в таблице содержания и выберите Открыть таблицу атрибутов. Выделите строки в таблице. Пространственная функция будет выполнена только для выбранного вами набора данных.

Использование набора данных маски во всех последующих операциях анализа

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Опции.
2. Щелкните на закладке Общие.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Маска анализа и выберите созданную вами маску.
4. Нажмите ОК.



Выбор системы координат для результатов

При выполнении анализа вы можете контролировать изменение системы координат.

Чтобы сделать проецирование растра “на лету” быстрым, используется аппроксимация реального преобразования проекции, и преобразуются только пиксели, которые должны быть отображены на экране.

Эта аппроксимация преобразования может привести к возникновению ошибки. Она достаточно надежна при работе с малыми и средними значениями широты, а также областями локального или регионального масштаба. Однако при работе в глобальном или континентальном масштабе она непригодна. На высоких широтах она пригодна только для небольших участков, размером не более двух градусов широты на два градуса долготы на широте около 60, и не более одного градуса на широте 75 градусов и выше. При работе на экваторе в цилиндрической проекции можно исследовать районы размером до 10 градусов при минимальной величине ошибки проецирования.

Можно улучшить результаты проецирования, используя строгое поячеечное проецирование или перепроецирование ваших данных по частям. Используйте команды ARC PROJECT или PROJECT GRID, соответственно.

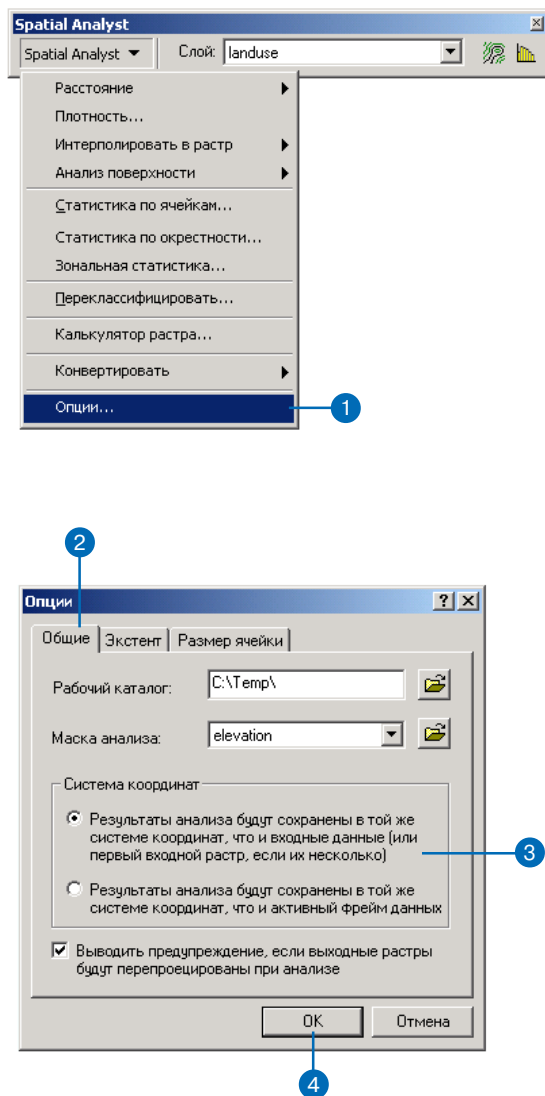
Установка системы координат для результатов анализа

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Опции.
2. Щелкните на закладке Общие.
3. Выберите в меню Система координат вариант, который вы хотите использовать.

По умолчанию результаты анализа будут представлены в той же системе координат, что первый входной растр, для которого система координат известна. Это позволяет минимизировать громоздкую процедуру изменения проекций растров, которая может привести к ошибкам.

Если вы хотите сохранить результат анализа в системе координат, заданной для фрейма данных, выберите второй вариант.

4. Нажмите OK.



Выбор экстента результатов

Экстент слоя - это координаты x, y левого нижнего и правого верхнего углов. Экстент анализа, определяющий его результаты, можно указать на закладке Экстент диалогового окна Опции. По умолчанию установлен экстент Пересечение входных наборов данных, поэтому любой анализ может охватить только область, где входные наборы пересекаются (минимум от всех входных наборов). Вы можете изменить заданную по умолчанию установку.

Объединение входных наборов данных задает экстент, равный всей территории, охваченной хотя бы одним из входных наборов данных функции. Вы можете выполнить анализ только области, видимой на карте (Видимый экстент), или установить экстент, равный экстену любого из слоев в таблице содержания (Как у слоя "имя_ файла"). Или напрямую задать специальный размер экстента (Как указано ниже).

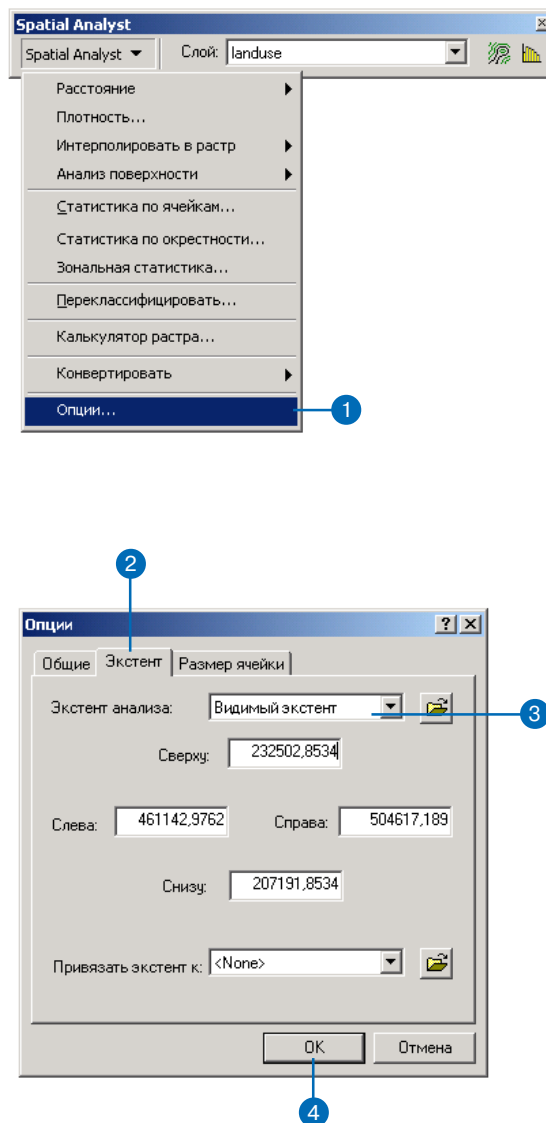
Подсказка

Установка замыкания

Установка привязки к определенному растровому набору данных привяжет все выходные растры к регистрации ячейки указанного растра.

Установка экстента результатов анализа

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Опции.
2. Щелкните на закладке Экстент.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Экстент анализа и выберите вариант, позволяющий задать экстент анализа для всех будущих операций анализа.
4. Нажмите ОК.



Выбор размера ячейки результата

Размер ячейки (или разрешение) анализа по умолчанию равен макс. размеру ячейки среди входных растровых наборов данных - Максимум из входных наборов.

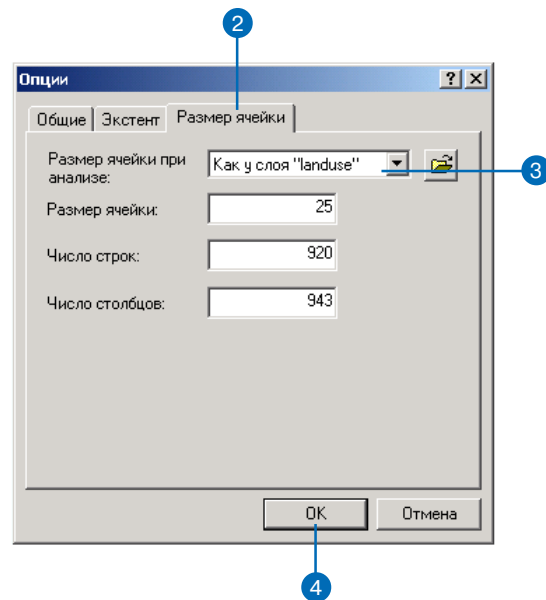
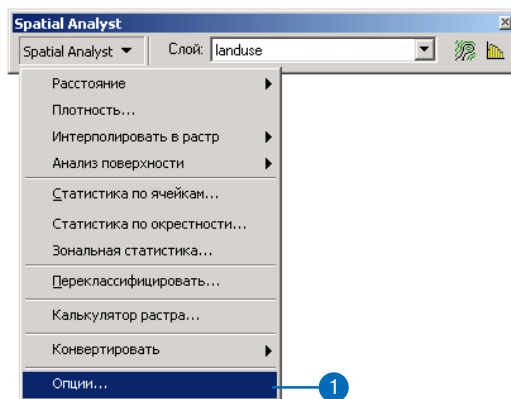
Если входной набор данных функции - векторный, по умолчанию размер ячейки устанавливается равным результату деления ширины или высоты (что меньше) экстенита входного набора векторных данных на 250, чтобы получилось 250 ячеек.

Будьте внимательны, указывая размер ячейки выходного растра меньше размеров ячеек входных растров. При этом новых данных вы не получите: просто значения ячеек будут интерполированы по методу присвоения значения ближайшего соседа. Результат не будет точнее самого грубого из входных наборов данных.

Заданный по умолчанию размер ячейки можно изменить на закладке Размер ячейки в диалоговом окне Опции. Заданный вами размер ячейки будет применен ко всем последующим результатам. ►

Установка размера ячейки для будущих результатов анализа

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Опции.
2. Щелкните на закладке Размер ячейки.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Размер ячейки при анализе и выберите соответствующий вариант.
4. Нажмите OK.



Другие возможные варианты: Минимум из входных растров устанавливает размер ячейки результата анализа равным наименьшему размеру ячейки среди входных растров. “Как у слоя” позволяет указать растровый слой, размеру ячейки которого будут равны ячейки результата анализа. Так же можно задать размер ячейки напрямую (см. ниже).

Кроме того, вы можете указать количество строк и столбцов, на которые нужно разделить территорию анализа, и соответственно будет выбран размер ячейки.

Для функций, работающих не с растровыми данными, вы можете указать размер ячейки выходного растра напрямую в диалоговом окне функции. По умолчанию принимается тот, что установлен на закладке Размер ячейки диалогового окна Опции (стоит ли там значение по умолчанию или то, что задали вы).

Подсказка

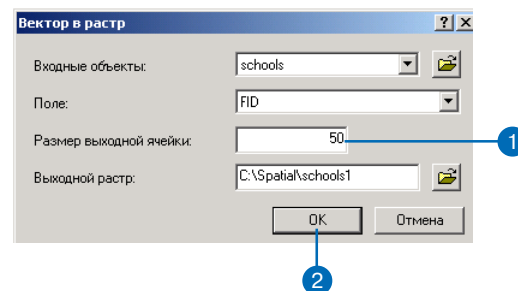
Выяснение размера ячейки растрового слоя

Чтобы узнать размер ячейки растрового слоя, щелкните на нем в таблице содержания правой кнопкой мыши, выберите Свойства и затем щелкните на закладке Источник.

Использование для некоторых функций размера ячейки, отличного от заданного по умолчанию

1. Наберите размер ячейки.
2. Нажмите ОК.

Заданный вами размер ячейки будет установлен для выходного растра.



Выполнение пространственного анализа

7

В ЭТОЙ ГЛАВЕ

- Карты расстояний
- Карты плотности
- Создание растра путем интерполяции
- Анализ поверхностей
- Вычисление статистики по ячейкам
- Вычисление статистики по окрестности
- Вычисление зональной статистики
- Переклассификация данных
- Использование калькулятора растров
- Преобразование данных

Spatial Analyst предоставляет вам инструменты пространственного анализа ваших данных для решения пространственных задач.

В предыдущей главе вы узнали, как устанавливать параметры анализа перед выполнением анализа. В этой главе вы получите подробную информацию о том, какие аналитические функции есть в Spatial Analyst, что каждая из них делает, для чего они нужны и как их использовать для решения пространственных задач.

Функции Spatial Analyst работают со слоями, добавленными в ArcMap, а также с растровыми и векторными наборами данных, путь к которым вы можете указать в диалоговом окне каждой функции. Функции Spatial Analyst также поддерживают выборку в слоях, поэтому вы можете выбрать определенные объекты в таблице атрибутов или на карте и провести анализ этой выборки.

Материалы главы расположены в том же порядке, что функции в интерфейсе пользователя, поэтому, если вы хотите, например, узнать о преобразовании данных (эта команда находится в конце выпадающего меню), просто обратитесь к последним страницам этой главы.

Данная глава содержит:

- Основную информацию по каждой функции
- Пошаговые инструкции по использованию функции

Пользуйтесь этой главой, как справочником, для поиска информации по каждой конкретной функции.

Карты расстояний

Что такое функции картирования расстояний на карте?

Функции картирования расстояний на карте - это *глобальные функции*. Они вычисляют выходной растровый набор данных, в котором выходное значение в каждой ячейке может быть функцией от всех ячеек входного раstra.

Существует несколько инструментов для составления карт расстояний. Они вычисляют либо расстояние по прямой (Евклидово), либо расстояние, являющееся функцией других факторов, таких как стоимость перемещения и ландшафт. Результаты работы функций расстояния по прямой обычно используются непосредственно, в то время как результаты функций вычисления расстояния с весом стоимости обычно используются для вычисления кратчайшего пути (пути с наименьшей стоимостью).

Функции расстояния по прямой

Функция *Расстояние по прямой* измеряет расстояние по прямой от каждой точки до ближайшего источника (источник - это объекты интереса, например, колодцы, дороги или школа). Расстояние измеряется от центра ячейки до центра ячейки.

Функция *Распределение расстояния по прямой* присваивает каждой ячейке значение источника, который является для нее ближайшим. Близость источника определяется расстоянием до него по прямой.

Функция *Направление по прямой* вычисляет направление к ближайшему источнику, выраженное в градусах.

Функции расстояния с взвешенной стоимостью

Функция *Расстояние с взвешенной стоимостью* модифицирует расстояние по прямой с учетом заданных факторов, например, стоимости прохода через каждую ячейку. Скажем, путь

через гору может быть короче, но путь в обход - быстрее.

Функция *Распределение расстояния с взвешенной стоимостью* определяет ближайший источник на основании накопленной стоимости пути.

Функция *Направление расстояния с взвешенной стоимостью* составляет карту пути, указывая направление вдоль пути с наименьшей стоимостью к ближайшему источнику из каждой ячейки.

Обычно растровые наборы данных *Расстояние* и *Направление* создаются для их использования в качестве входных данных для функции поиска *кратчайшего пути* (пути с наименьшей стоимостью).

Зачем нужно создавать карты расстояний?

Составляя карты расстояний, вы можете получить такую информацию, как расстояние от места происшествия до ближайшей больницы для выбора пути вертолета службы спасения, или найти все пожарные краны в пределах 500 метров от горящего здания. Или вы можете найти самый короткий (с наименьшей стоимостью) путь из одного пункта в другой, используя данные о стоимости пути.

Далее более подробно рассмотрены функции *Расстояние по прямой*, *Распределения*, *Расстояния с взвешенной стоимостью* и *Кратчайшего пути*.

Расстояние по прямой

Что такое функции расстояния по прямой?

Функция Расстояние по прямой описывает взаимосвязь каждой ячейки по отношению к источнику или набору источников.

Эта функция может вычислять три результата.

Основной результат:

- **Расстояние по прямой** вычисляет расстояние от каждой ячейки растра до ближайшего источника.

Пример использования: Каково расстояние до ближайшего города?

Дополнительные результаты:

- **Распределение расстояния по прямой** распределяет ячейки по отношению к источникам с точки зрения близости.

Пример использования: К какому городу я ближе всего?

- **Направление по прямой** вычисляет направление из каждой ячейки к ближайшему источнику.

Пример использования: В каком направлении находится ближайший город?

Источник

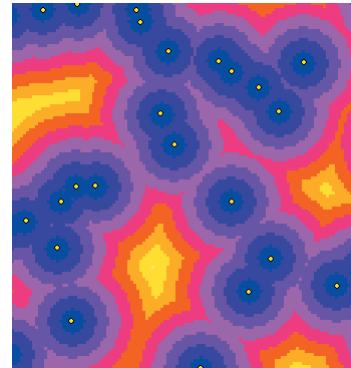
Источник определяет расположение объекта интереса, например, колодцев, торговых точек, дорог, лесов и т.д. Если источник является растром, он должен содержать только значения ячеек источника - все остальные ячейки должны иметь значение “Нет данных”. Если источник является векторным, он будет преобразован внутри системы в растр на время выполнения функции.

Растр расстояний по прямой

Растр расстояний по прямой содержит измеренное расстояние от каждой ячейки до ближайшего источника. Расстояния измеряются в единицах проекции, таких как метры или футы, от центра ячейки до центра ячейки.

Функция расстояния по прямой часто используется самостоятельно для таких задач, как поиск ближайшей больницы для вертолета службы спасения. С другой стороны, ее можно использовать для создания карты пригодности, когда вам нужно включить в критерий данные о расстоянии от определенного объекта (подробнее этот вопрос рассмотрен в Главе 2, “Поиск места для новой школы в г.Стоув, штат Вермонт, США”).

В приведенном примере было найдено расстояние до ближайшего города. Такого рода информация может быть исключительно полезна при планировании туристических походов. Можно останавливаться в пределах определенного расстояния от городов на случай какого-либо происшествия, или определять, сколько еще нужно пройти до точки хранения продовольственных запасов.



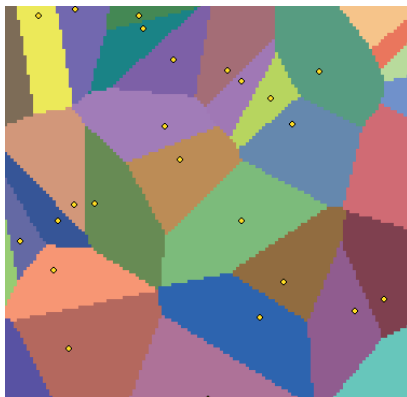
Растр расстояния по прямой из каждой точки до ближайшего города.

Дополнительные выходные данные

Растровый набор данных распределения расстояний по прямой

В растре распределения расстояния по прямой каждой ячейке присваивается значение ближайшего от нее источника. Ближайший источник определяется расстоянием по прямой. Эту функцию можно использовать для присвоения объектам областей влияния, например, определение клиентов, обслуживаемых группой магазинов.

В приведенном ниже примере функция распределения определяет для каждой ячейки ближайший город. Это может быть ценной информацией, когда вам нужно найти ближайший к удаленному пункту город (подробнее об этом см. в разделе “Распределение” в этой главе).

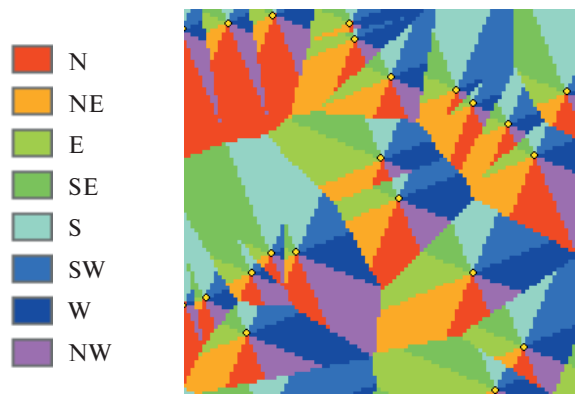


Распределение ячеек по источникам: к какому городу ближе каждая ячейка?

Растровый набор данных направления расстояний по прямой

Растр направления по прямой содержит направление по компасу к ближайшему источнику из каждой ячейки. Направление измеряется в градусах, 0 градусов соответствует направлению на север.

В приведенном примере функция направления определила направление к ближайшему городу из каждой ячейки. Такая информация может потребоваться вертолету службы спасения для доставки пострадавшего альпиниста в больницу ближайшего города.



Определение направления до ближайшего источника: Каково направление из данной ячейки к ближайшему городу?

Помните, что функции расстояния по прямой сообщают вам информацию на основании Евклидова расстояния, т.е. по прямой линии.

Может быть так, что путь по прямой линии в точку назначения не осуществим, или на этом пути могут оказаться такие сложные препятствия, как крутой склон или река. В таких случаях для получения более реалистичных результатов вам нужно использовать функции расстояния с взвешенной стоимостью (см. “Расстояние с взвешенной стоимостью” далее в этой главе).

Расстояние по прямой

Функция Расстояние по прямой позволяет вам вычислить, насколько далеко находится каждая ячейка от ближайшего источника. Источником может быть объект, который вам требуется, от колодца или дороги до группы торговых точек, и может быть задан как в растровом, так и в векторном формате.

Подсказка

Установка параметров анализа

Выберите *Опции* в панели инструментов *Spatial Analyst*, чтобы определить рабочую папку, экстенит и размер ячейки для результатов анализа.

Подсказка

Поиск файлов и папок

Если нужно вам файла нет в списке, или если вам нужно указать папку для записи результатов, щелкните на кнопке *Обзор*.

Подсказка

Выбор максимального расстояния

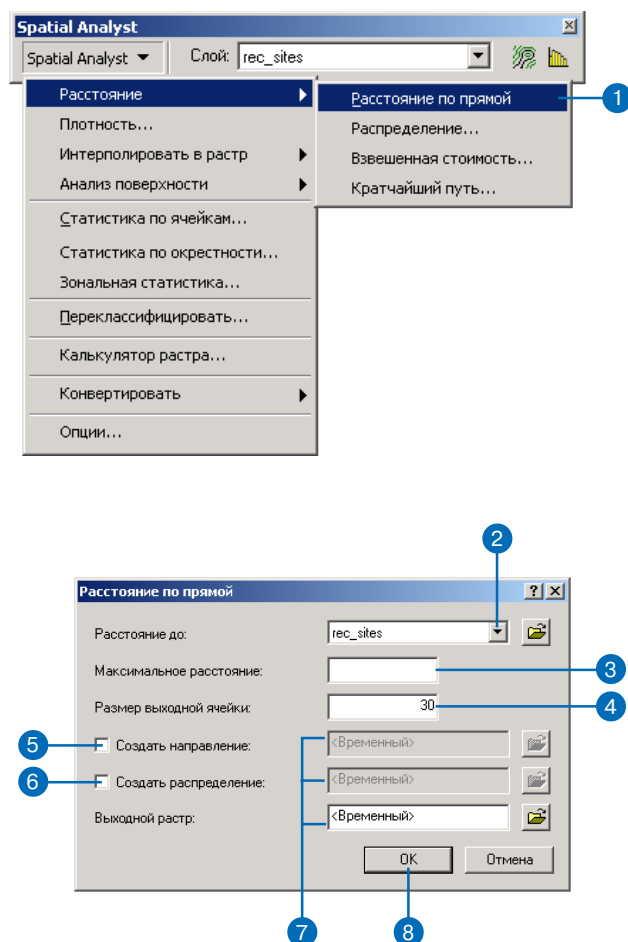
Используйте инструмент *Измерение* в строке *Инструменты* для определения максимального расстояния от каждого источника.

Вычисление расстояния по прямой

1. Щелкните на стрелке вниз в *Spatial Analyst*, выберите *Расстояние* и щелкните на *Расстояние по прямой*.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне *Расстояние до* и выберите слой, расстояние до которого требуется определить.
3. Вы можете указать максимальное расстояние. Ячейки вне этого расстояния не будут рассматриваться и получат значение “Нет данных”.

Оставив максимальное расстояние пустым, вы сделаете дальность измерения неограниченной.

4. Задайте размер ячейки выходного растра.
5. Вы можете щелкнуть на *Создать направление*, чтобы создать растр направления по прямой к ближайшему источнику.
6. Можете щелкнуть на *Создать распределение*, чтобы создать растр со значением ближайшего источника в каждой ячейке.
7. Наберите имя результата или оставьте по умолчанию, чтобы результат был временным.
8. Нажмите *ОК*.

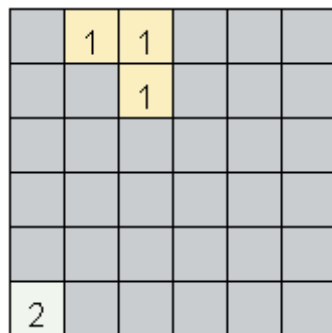


Распределение

Что такое функция Распределение?

Функция Распределение позволяет определить, какие ячейки к какому источнику относятся, на основании значения расстояния (по прямой).

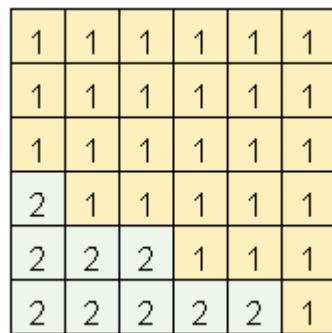
Создается выходной растр, в котором каждая ячейка приписывается ближайшему к ней источнику. Каждая ячейка выходного растрового набора данных получает значение ячейки того источника, к которому она приписана.



 = “Нет данных”

Обратите внимание, что функцию распределения можно выполнять и с функцией расстояния по прямой и с функцией расстояния с взвешенной стоимостью.

Выполнение функции распределения с функцией расстояния по прямой позволяет вам найти все ячейки, которые должны быть приписаны к каждому источнику на основании того, что расстояние по прямой линии до него меньше, чем до других источников.



Выполнение функции распределения с функцией расстояния с взвешенной стоимостью учитывает при вычислениях не расстояние по прямой, а расстояние с взвешенной стоимостью (см. “Расстояние с взвешенной стоимостью” далее в этой главе).

Зачем использовать функцию распределения?

Функция распределения используется для выполнения различных задач, таких как:

- Определение клиентов, обслуживаемых группой торговых точек
- Поиск ближайшей больницы
- Поиск ближайших пожарных гидрантов
- Поиск областей, не охваченных сетью супермаркетов



В примере слева найдены области, обслуживаемые зонами отдыха. Вы можете легко определить области, в которых требуется создать больше зон отдыха (В основном они расположены в северной части растра).

Распределение ячеек по источникам

Функция Распределение позволяет вам присвоить ячейки ближайшим источникам. Источником могут быть любые нужные объекты, например, набор точек, указывающих расположение парков, он может быть задан в растровом или векторном формате.

Подсказка

Выбор максимального расстояния

Используйте инструмент Измерение из строки Инструменты для определения максимального расстояния от каждого источника.

Подсказка

Установка параметров анализа

Выберите Опции в панели инструментов Spatial Analyst, чтобы определить рабочую папку, экстенит и размер ячейки для результатов анализа.

Подсказка

Поиск файлов и папок

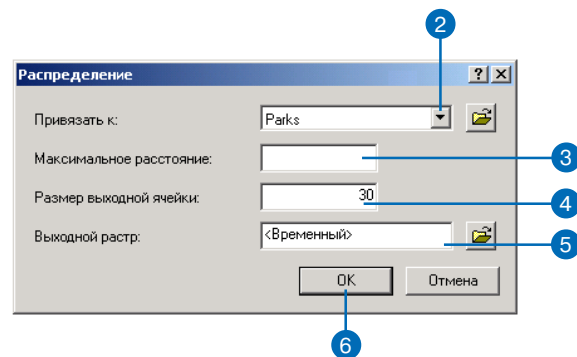
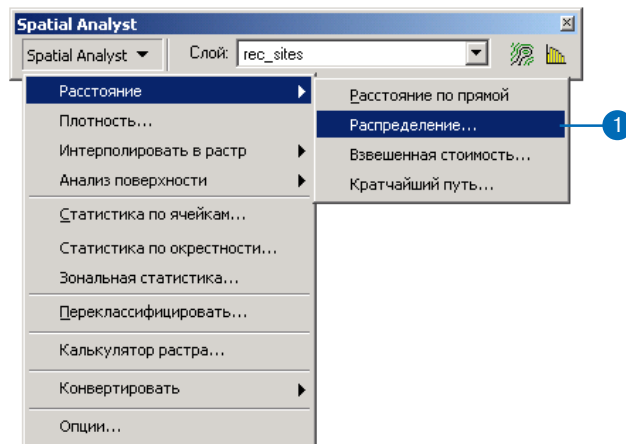
Если нужного вам файла нет в списке, или если вам нужно указать папку для записи результатов, щелкните на кнопке Обзор.

Вычисление распределения расстояний по прямой

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Расстояние и щелкните на Распределение.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Привязать к и выберите слой, содержащий источники, по которым вы хотите распределить ячейки.
3. Можете указать максимальное расстояние. Ячейки вне этого расстояния не будут рассматриваться и получат значение “Нет данных”.

Оставив максимальное расстояние пустым, вы сделаете дальность измерения неограниченной.

4. Задайте размер ячейки выходного растра. (Значение по умолчанию задается в диалоговом окне Опции).
5. Наберите имя результата или оставьте по умолчанию, чтобы результат был временным.
6. Нажмите ОК.



Расстояние с взвешенной стоимостью

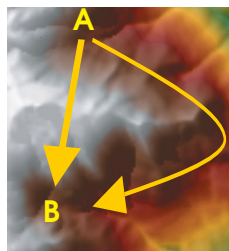
Что такое карты расстояния с взвешенной стоимостью?

Карта расстояния с взвешенной стоимостью отражает в каждой ячейке минимальную накопленную стоимость перемещения до ближайшего (наиболее дешевого) источника. Стоимостью может быть время, деньги или заданные значения предпочтения.

Функции, создающие карту расстояния с взвешенной стоимостью аналогичны функциям расстояния по прямой, но вместо вычисления прямого расстояния от одной точки до другой они вычисляют суммарную стоимость прохода через каждую ячейку на пути к ближайшему источнику, на основании длины пути и стоимости прохода (например, легче идти по полю, чем по болоту).

Зачем нужна функция расстояния с взвешенной стоимостью?

Моделирование расстояния с взвешенной стоимостью полезно во всех случаях, когда необходимо учитывать географические факторы, например, при изучении миграции животных или проезда клиентов. Расстояние с взвешенной стоимостью можно также использовать для минимизации стоимости прокладки новых дорог, линий коммуникаций или трубопроводов.



Путь между точками по прямой - не всегда наилучший. На рисунке слева кратчайший путь через гору занимает три часа. Более длинный путь в обход занимает только два часа. Когда стоимостью является время, следует выбрать второй путь. Но иногда целью является восхождение на гору. Применение расстояния с взвешенной

стоимостью позволяет вам определить предпочтения в данных. Например, поскольку трудность прохода через гору связана с крутизной склонов, следует назначить крутым склонам наибольшую стоимость при переходе из пункта А в пункт В.

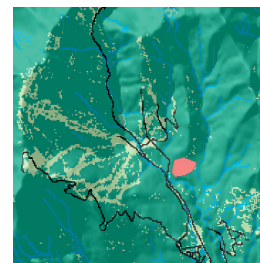
Пример: Поиск пути с наименьшей стоимостью

В следующем примере функции расстояния с взвешенной стоимостью используются для поиска наиболее дешевого пути для строительства новой дороги. Функция расстояния с взвешенной стоимостью является предшествующей для функции кратчайшего пути, которая описана в следующем разделе. Функция кратчайшего пути определяет траекторию дороги.

Чтобы вычислить минимальную суммарную стоимость пути от каждой точки до ближайшего источника, функции стоимостного расстояния нужны входные растры источника и стоимости.

Источник

Источник, как вы видите на рисунке ниже (красного цвета), это начальная точка новой дороги.



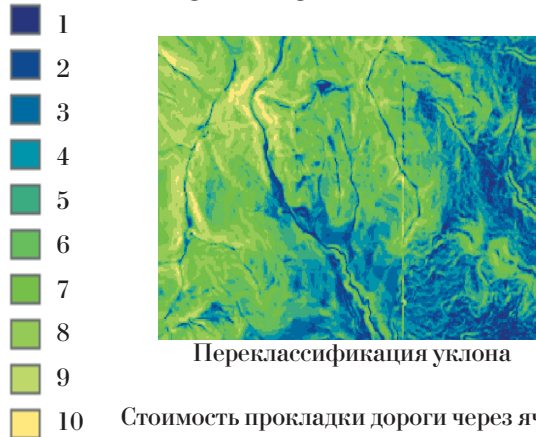
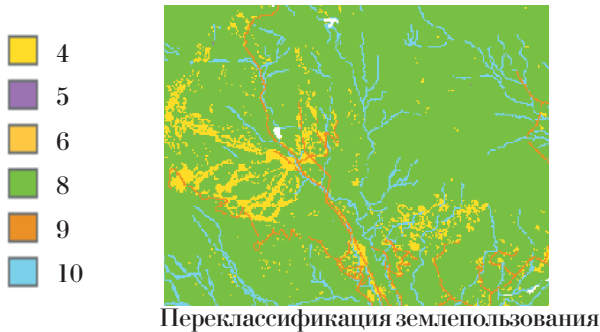
Растр стоимости

Растр стоимости определяет стоимость прохода через каждую ячейку. Для создания этого растра вам нужно определить стоимость построения дороги в каждой ячейке. Хотя растр стоимости - это один набор данных, часто он строится на основе нескольких критериев. В примере ниже было учтено влияние на стоимость типа почв и уклона. Эти наборы данных были заданы в разных системах измерения (код землепользования и процент уклона), поэтому их нельзя было совместно использовать и нужно было переклассифицировать по общей шкале.

Создание растра стоимости

Переклассификация наборов данных по общей шкале

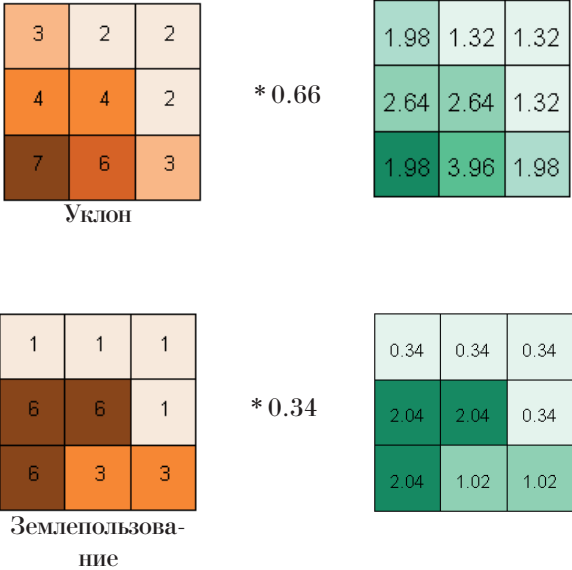
В этом примере уклон и землепользование были переклассифицированы по шкале 1–10. Были последовательно изучены атрибуты каждого набора данных, чтобы определить вклад каждого атрибута в стоимость. Например, строить дорогу на крутых склонах дороже, поэтому крутым склонам были присвоены более высокие значения стоимости. Результаты показаны на схеме слева.



Стоимость прокладки дороги через ячейки с более высокими значениями выше.

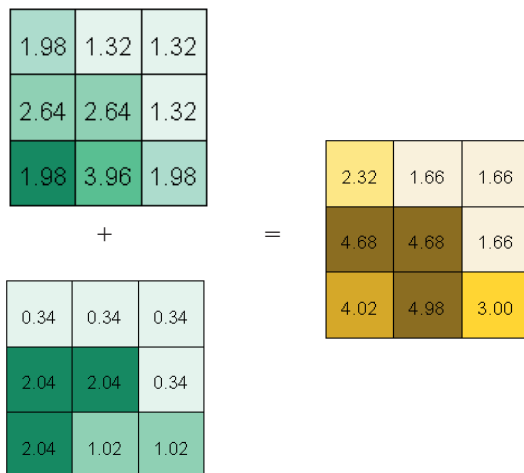
Присвоение наборам данных веса в форме процента влияния

Следующий шаг переклассификации стоимости - это соединение наборов в один. Простейший подход - это просто сложить их. Однако, может быть, что некоторые факторы важнее других. Например, избежать крутых склонов может быть вдвое важнее, чем использовать подходящий тип землепользования, поэтому вы можете, например, присвоить набору уклона значение влияния 66 процентов, а набору землепользования - 34 процента (в сумме должно быть 100%). Суть этого процесса показана на схеме на странице 127:

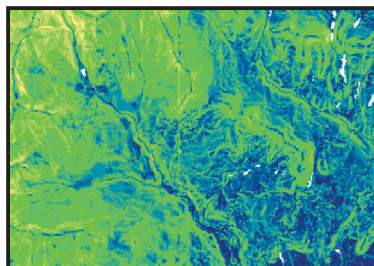


Комбинирование наборов данных

Итоговый растр стоимости является результатом сложения двух растров.



Следующая схема показывает, как образуется итоговый растр стоимости в результате сложения переклассифицированных растров уклона и землепользования, имеющих влияние 0.66 и 0.34, соответственно.



Ячейки, окрашенные темно-синим, наиболее пригодны для строительства дороги, т.к. их стоимость меньше.

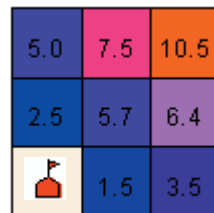
Функция расстояния с взвешенной стоимостью

Используя растры источника и стоимости, функция расстояния с взвешенной стоимостью создает выходной растр, в котором каждой ячейке присваивается значение накопленной стоимости перемещения до источника.

В нашем примере функция использует растр стоимости и вычисляет для каждой ячейки выходного растра расстояния с взвешенной стоимостью минимальную накопленную стоимость пути от данной точки до ближайшего источника.

Каждой ячейке в выходном растре расстояния с взвешенной стоимостью присваивается значение минимальной суммарной стоимости, накопленной в результате прохода по пути с наименьшей стоимостью до ближайшего источника.

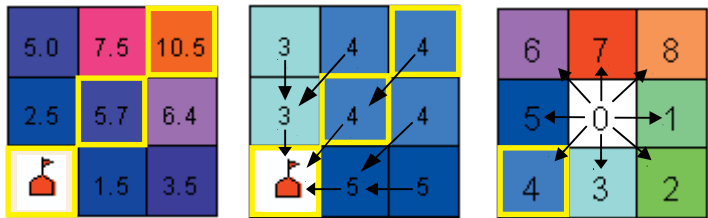
В примере ниже путь с минимальной накопленной стоимостью от ячейки, окрашенной в темно-красный цвет, до школы, составляет 10.5.



Функция расстояния с взвешенной стоимостью может создать два дополнительных растра - направления и распределения. Они подробно описаны на последующих страницах.

Направление

Растр расстояния с взвешенной стоимостью сообщает вам минимальную накопленную стоимость от каждой ячейки до ближайшего источника, но не показывает, как туда добраться. Растр направлений создает карту пути, показывая маршрут из любой точки до ближайшего источника вдоль пути с наименьшей стоимостью.



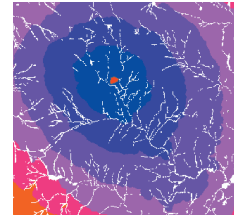
Взвешенная стоимость

Направление

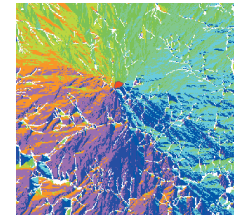
Кодирование направления

Алгоритм вычисления растра направлений присваивает каждой ячейке код, указывающий, в какую из соседних ячеек ведет путь с наименьшей стоимостью к источнику. На схеме кодирования направлений вверх, 0 представляет любую ячейку растра расстояния с взвешенной стоимостью. Каждой ячейке присваивается направление к ближайшей ячейке вдоль пути с минимальной стоимостью к ближайшему источнику.

Например, на рисунке выше путь с минимальной стоимостью из ячейки со значением 10.5 лежит по диагонали, в ячейку со значением 5.7, и далее к источнику, школе. Алгоритм вычисления направления присваивает значение 4 ячейке со значением 10.5 и значение 4 ячейке со значением 5.7, поскольку это направление пути с наименьшей стоимостью к источнику из каждой из этих ячеек. Этот процесс выполняется для всех ячеек растра расстояния с взвешенной стоимостью, и создается растр направления, сообщающий вам направление движения по пути с наименьшей стоимостью к источнику из каждой ячейки входного растра стоимостного расстояния.



Расстояние с взвешенной стоимостью

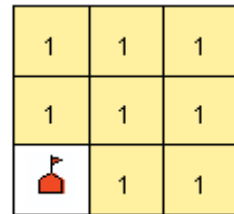


Направление

Оба растра - стоимостного расстояния и направления потребуются для вычисления пути с наименьшей стоимостью из пунктов источника в пункты назначения.

Распределение

Растр распределения расстояний определяет ближайший источник для каждой ячейки растра расстояния с взвешенной стоимостью. Эта функция аналогична функции распределения расстояния по прямой, в которой каждой ячейке также присваивается значение “ближайшей” ячейки источника. Однако, в данном случае “близость” выражается в терминах накопленной стоимости пути.



Все ячейки приписаны к источнику школы.

Расстояние с взвешенной стоимостью

Функция Расстояния с взвешенной стоимостью вычисляет для каждой ячейки значение минимальной накопленной стоимости пути от этой ячейки до ближайшего источника.

Источником может быть любой нужный объект, например слой точек перекрестков или зданий, и он может быть представлен в любом поддерживаемом векторном или растровом формате.

Поле Максимальное расстояние позволяет указать, что будут рассматриваться только ячейки в пределах заданного расстояния от источника.

Подсказка

Установка параметров анализа

Выберите *Опции* в панели инструментов *Spatial Analyst*, чтобы определить рабочую папку, экстенит и размер ячейки для результатов анализа.

Подсказка

Поиск файлов и папок

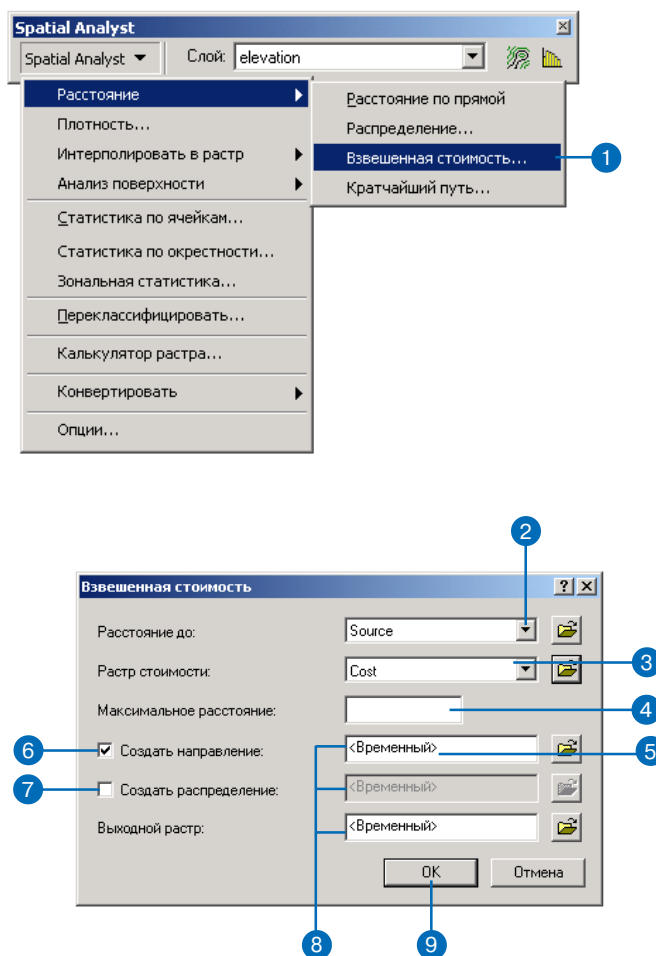
Если нужно вам файла нет в списке, или если вам нужно указать папку для записи результатов, щелкните на кнопке *Обзор*.

Вычисление расстояния с взвешенной стоимостью

1. Щелкните на стрелке вниз в *Spatial Analyst*, выберите *Расстояние* и щелкните на *Взвешенная стоимость...*
2. Щелкните на стрелке вниз в окне *Расстояние до* и выберите слой, содержащий источник.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне *Растр стоимости* и выберите нужный растр.
4. Можете указать максимальное расстояние. Ячейки вне этого расстояния не будут рассматриваться и получат значение “нет данных”.

Оставив максимальное расстояние пустым, вы сделаете дальность измерения неограниченной.

5. Задайте размер ячейки выходного растра.
6. Можете щелкнуть *Создать направление*, чтобы создать растр направления. Он необходим для функции кратчайшего пути.
7. Можете щелкнуть *Создать распределение*, чтобы создать растр распределения.
8. Наберите имя результата или оставьте по умолчанию, чтобы результат был временным.
9. Нажмите *ОК*.



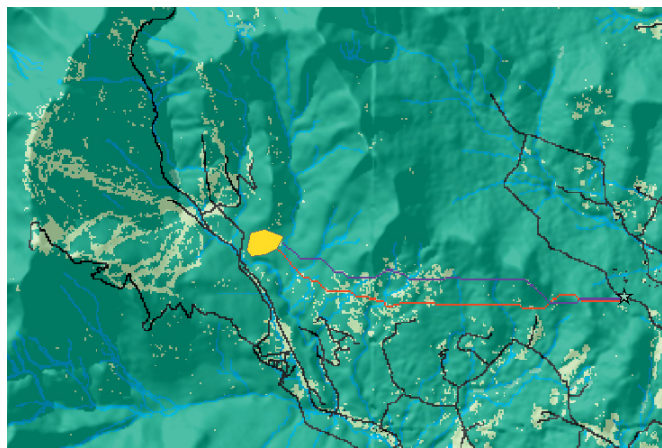
Кратчайший путь

Что такое функция Кратчайшего пути?

Функция кратчайшего пути определяет путь от точки назначения до источника. После того, как вы выполнили функцию Расстояния с взвешенной стоимостью, создав растры расстояния и направления, вы можете вычислить наиболее короткий (наиболее дешевый) путь из выбранной точки назначения до точки источника, которой в нашем примере является точка начала новой дороги.

Зачем искать кратчайший путь?

Наиболее короткий путь ведет из точки назначения к источнику и имеет гарантированно минимальную стоимость в том смысле, в каком определена “стоимость” в исходном растре стоимости. Используйте эту функцию для поиска наилучшей траектории для новой дороги с точки зрения стоимости ее строительства или для поиска пути из нескольких пригородов (источников) до ближайшей торговой точки (точки назначения).



На схеме слева вы видите два возможных пути для новой дороги (синий и красный). Это иллюстрация важного момента. Синий путь был построен на основании растра стоимости, в котором оба фактора (землепользование и уклон) имели одинаковое значение. Красный путь построен по растру стоимости, в котором растру уклона был присвоен вес (процент влияния) - 66 процентов. Присвоение растру уклона более высокого процента влияния привело к тому, что при построении красного пути большее внимание уделялось тому, чтобы избегать крутых склонов.

Этот пример помогает понять, как важно уделить внимание определению веса (процента влияния) каждого набора данных при составлении итогового растра стоимости. Задание веса будет зависеть от конкретного приложения и результата, который вы хотите получить.

Поиск кратчайшего пути

Функция Кратчайший путь находит наиболее короткий путь (с минимальной стоимостью) от источника или набора источников до пункта или набора пунктов назначения, например, кратчайший путь от нескольких пригородов (источников) до ближайшей торговой точки (пункта назначения).

Окно Тип пути указывает, сколько путей нужно найти:

Тип “Для каждой ячейки” находит путь для каждой ячейки в каждой зоне, т.е. для каждой ячейки пригорода вычисляется свой путь.

Тип “Для каждой зоны” находит один путь с наименьшей стоимостью для каждой зоны, т.е. для каждого пригорода вычисляется только один путь.

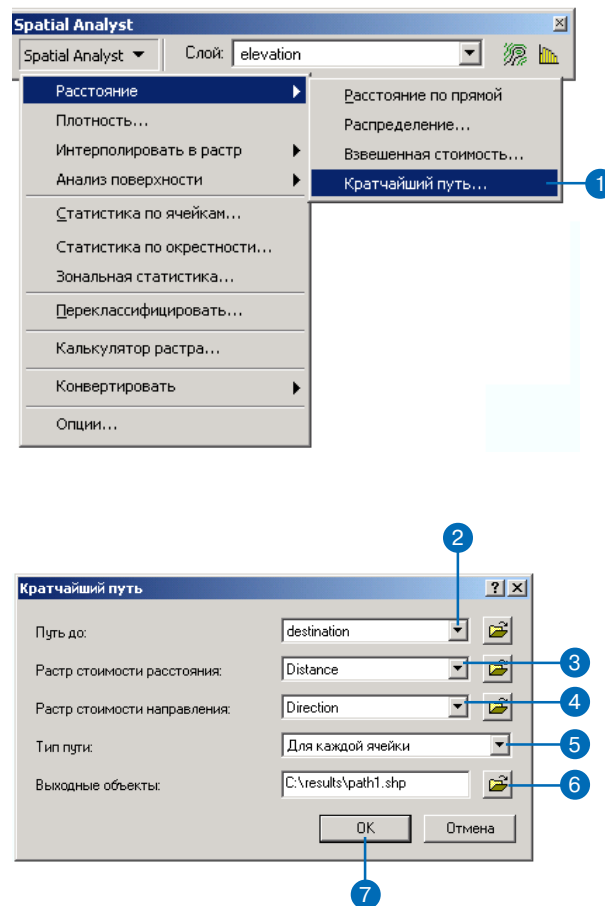
Тип “Один наилучший” находит один путь с наименьшей стоимостью для всех зон, т.е. вычисляется только “кратчайший” путь из одного пригорода до ближайшего магазина.

См. также

См. “Расстояние с взвешенной стоимостью” ранее в этой главе.

Поиск кратчайшего пути

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Расстояние и щелкните Кратчайший путь.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Путь до и выберите слой, содержащий пункты назначения.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Растр стоимости расстояния и выберите растр, который вы хотите использовать.
4. Щелкните на стрелке вниз в окне Растр стоимости направления и выберите растр, который вы хотите использовать.
5. Щелкните на стрелке вниз в окне Тип пути и выберите один из вариантов, в зависимости от того, сколько путей вы хотите вычислить.
6. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
7. Нажмите OK.



Карты плотности

Что такое плотность?

Вычисление *плотности* означает распределение точечных значений по поверхности. Измеренные количественные данные во входном векторном наборе данных (линейном или точечном) распределяются по ландшафту, и для каждой ячейки выходного растра вычисляется значение плотности.

Карты плотности в основном создаются из точечных данных, и для каждой ячейки выходного растра применяется поиск значения по круговой области. Область поиска определяет расстояние, в пределах которого следует искать точки, чтобы вычислить значение ячейки выходного растра.

Вычисление плотности

Плотность можно вычислять простым методом, или методом ядра.

При простом вычислении плотности суммируются значения всех точек в области поиска, а затем делятся на размер области.

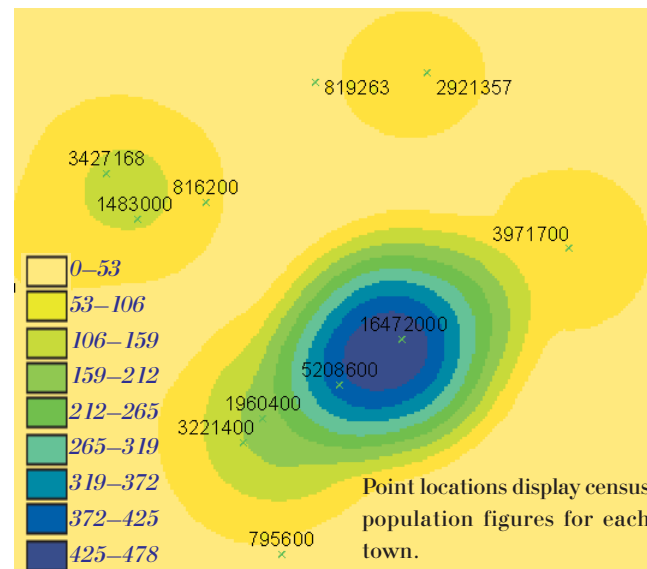
Вычисление методом ядра работает аналогично простому вычислению, за исключением того, что точки или линии, лежащие ближе к центру (ядру) растра области поиска соответствующей ячейки, получают большее значение веса, чем точки или линии у ее края. В результате распределение объектов получается более гладким.

Для чего нужны карты плотности?

Поверхности плотности позволяют показать распределение точечных объектов. Например, точки могут отражать количество населения в городах, а вам нужно увидеть плотность населения в регионе. По данным переписи населения вы можете узнать число жителей в каждом городе. Поскольку жители каждого города не живут все в одной точке, вычисление плотности позволит вам создать поверхность, показывающую теоретическое рас-

пределение населения по территории.

На следующем рисунке показан пример поверхности плотности. Если сложить значения всех ячеек поверхности плотности, сумма будет равна сумме значений точек исходных данных.



Плотность

Функция Плотность позволяет создать непрерывную поверхность плотности из отдельных точек данных. Она позволяет получить реалистичное представление данных — значения из точек распределяются, в результате чего создается картина их реального распространения по территории.

Подсказка

Выбор радиуса поиска

Щелкните на инструменте Измерить в строке Инструменты и измерьте расстояние от определенной точки. Значение расстояния сообщается в строке состояния. Оно поможет вам решить, каков должен быть размер радиуса поиска.

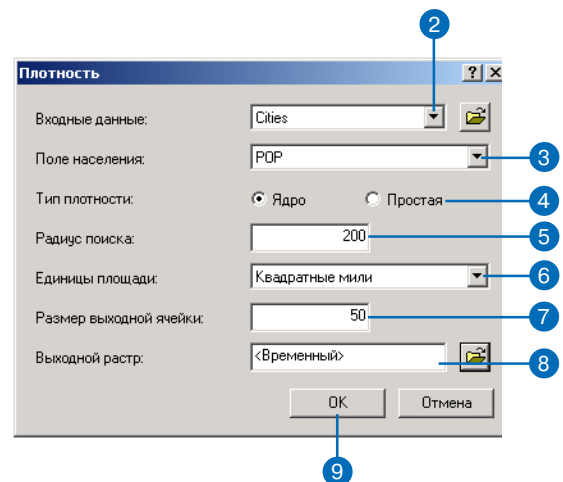
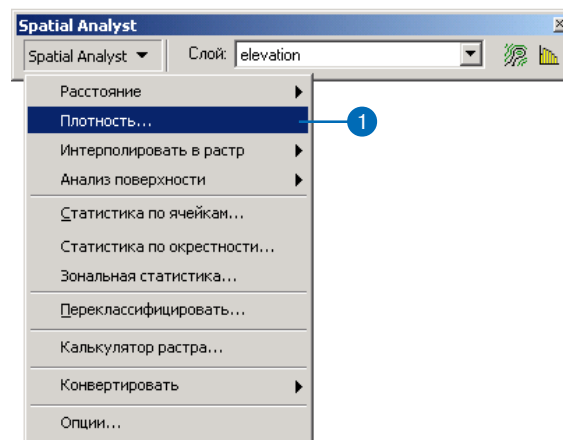
Подсказка

Установка параметров анализа

Выберите Опции в панели инструментов Spatial Analyst, чтобы определить рабочую папку, экстенит и размер ячейки для результатов анализа.

Вычисление плотности

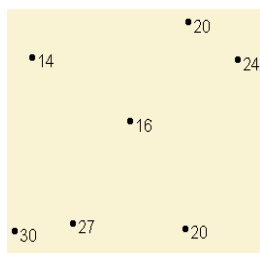
1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Плотность.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входные данные и выберите слой исходных данных.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Поле население и выберите нужное вам поле.
4. Выберите тип: Ядро или Простая плотность.
5. Наберите значение в текстовом окошке Радиус поиска, чтобы указать расстояние поиска для точек или линий от каждой ячейки выходного раstra.
6. Щелкните на стрелке вниз в окне Единицы площади и выберите единицы измерения, в которых должны быть представлены значения плотности.
7. Задайте размер выходной ячейки.
8. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
9. Нажмите OK.



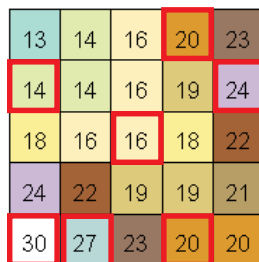
Создание растра путем интерполяции

Что такое интерполяция?

Интерполяция рассчитывает значения ячеек растра на основании ограниченного числа точек измерений. Ее можно использовать для вычисления неизвестных значений любых географических точечных данных: высоты над уровнем моря, уровня осадков, концентрации химических веществ, уровня шума и т.д.



Точечный набор известных значений



Растр, интерполированный по точкам. Ячейки, выделенные красным, указывают точки исходного набора.

На левом рисунке сверху показан точечный набор известных данных. На правом графике сверху - растр, интерполированный по этим данным. Неизвестные значения были рассчитаны по определенной формуле на основании значений ближайших известных точек.

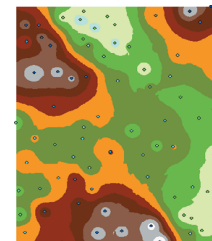
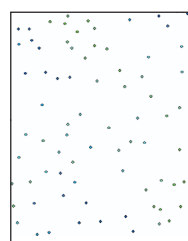
Зачем нужна интерполяция растров?

Измерить высоту, величину или концентрацию какого-либо свойства в каждой точке исследуемой области обычно трудно или дорого. Вместо этого можно выбрать набор распределенных по некой схеме точек замеров и по ним рассчитать значения в остальных точках. Исходные точки, содержащие значения высоты, величины или концентрации свойства, могут быть распределены равномерно или случайным образом.

Предположение, позволяющее проводить интерполяцию, состоит в том, что пространственно распределенные объекты пространственно связаны; другими словами, близкие объекты обладают

близкими характеристиками. Например, если дождь идет на одной стороне улицы, вы можете с большой уверенностью предположить, что он идет также и на другой стороне. Вы можете быть менее уверены, что дождь идет во всем городе и еще менее уверены, что он идет в соседнем округе. С помощью этой аналогии легко понять, что значения точек, расположенных ближе к ячейке, скорее будут похожи на рассчитываемое значение ячейки, чем значения дальних точек. Это основа интерполяции.

Часто интерполяция используется для создания поверхности рельефа по замерам высоты. Каждый объект слоя точек - это место, где проводилось измерение. С помощью интерполяции рассчитываются значения между точками измерений.



Подробнее об интерполяции

В модуль включены следующие методы интерполяции: *Интерполяция значений с весом, обратно пропорциональным расстоянию*, *Сплайн* и *Кригинг*. Каждый из них опирается на определенные предположения о том, как точнее вычислить значения ячеек. Для наилучшего соответствия расчетных значений реальным в разных случаях следует использовать разные способы интерполяции, в зависимости от того, какое явление отражают значения и как распределены точки замеров. Однако при любом методе интерполяции качество результата прямо пропорционально количеству исходных точек.

Обратно взвешенные расстояния

Метод обратно взвешенных расстояний (ОВР)

ОВР вычисляет значения ячеек по среднему от суммы значений точек замеров, находящихся вблизи каждой ячейки. Чем ближе точка к центру оцениваемой ячейки, тем больший вес, или влияние, имеет ее значение в процессе вычисления среднего. Этот метод предполагает, что влияние значения измеренной переменной убывает по мере увеличения расстояния от точки замера. Например, при интерполяции поверхности покупательной способности клиентов для анализа продаж магазинов покупательная способность в более удаленной точке будет иметь меньшее значение, поскольку люди предпочитают совершать покупки ближе к дому.

Степень

В ОВР вы можете контролировать влияние точек замеров на вычисление на основании их расстояния от ячейки. При задании большого значения степени влияние ближних точек будет более значительным, поверхность получится более детальной и менее гладкой. Задание меньшего значения степени увеличит влияние дальних точек, и поверхность получится более гладкой. Обычно используется значение степени 2, оно же установлено по умолчанию.

Радиус поиска

Характеристиками интерполируемой поверхности управляет также выбор радиуса (фиксированного или переменного), который ограничивает количество исходных точек, участвующих в интерполяции значения ячейки.

Фиксированный радиус поиска

Фиксированный радиус поиска определяется расстоянием и минимальным количеством точек. Расстояние определяет радиус окрестности (в единицах измерения карты). Величина радиуса постоянна, поэтому, для всех интерполируемых ячеек круговая

окрестность поиска точек одинакова. Параметр Минимального числа точек определяет минимальное количество измеренных точек, которое необходимо найти в заданной окрестности. При вычислении значения ячейки будут использованы все точки замеров, попавшие в заданную окрестность. Если точек в окрестности меньше заданного минимума, радиус поиска будет расширен, пока не удастся найти требуемое количество точек. Заданный фиксированный радиус поиска будет применен к каждой интерполируемой ячейке (центру ячейки) в исследуемой области. Таким образом, если точки замеров распределены неравномерно (а они редко бывают распределены равномерно), вероятно, в заданной окрестности для разных ячеек окажется разное количество точек замеров.

Переменный радиус поиска

При использовании переменного радиуса поиска задается количество точек, участвующих в вычислении значения интерполируемой ячейки, поэтому радиус поиска для каждой ячейки индивидуален и зависит от того, как далеко от каждой ячейки удастся найти заданное число точек. Таким образом, одни окрестности будут маленькими, а другие - большими, в зависимости от частоты точек замеров в районе интерполируемой ячейки. Вы можете задать максимальное расстояние (в единицах измерения карты), которое поиск не должен превышать. Если радиус определенной окрестности достигает максимального расстояния, вычисление значения этой ячейки будет выполнено на основе того количества точек, которое оказалось в окрестности максимального радиуса.

Барьер

Барьер - это полилиния, используемая для установки границы поиска точек измерений. Полилиния может представлять обрыв, горный хребет или другой разрыв в ландшафте. При вычислении значения ячейки будут учитываться только точки, расположенные по ту же сторону барьера, что и ячейка.

Интерполяция с обратно взвешенным расстоянием

ОВР предлагает два варианта: поиск с фиксированным и с переменным радиусом.

При фиксированном радиусе размер окрестности, в которой ведется поиск, одинаков для всех ячеек. Задавая минимальное число точек, вы гарантируете, что в пределах фиксированного радиуса как минимум такое число точек будет использовано для определения значения ячейки.

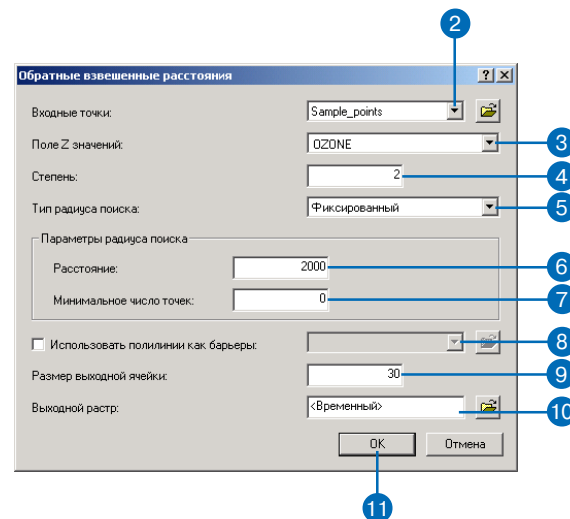
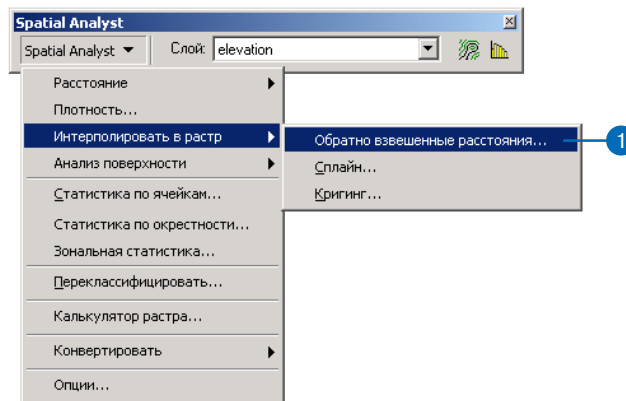
Более высокое значение параметра Степень усиливает влияние ближайших ячеек, создаваемая поверхность будет более детальной и менее гладкой. При более низком значении степени влияние более дальних ячеек возрастает, и поверхность получается более гладкой.

Барьер используется для запрещения поиска точек замеров при вычислении значения оцениваемой ячейки по другую сторону барьера, например, обрыва или горного хребта.

При переменном радиусе, счет указывает количество точек, используемых при вычислении значения интерполируемой ячейки. При этом радиус ►

Создание поверхности с помощью ОВР с фиксированным радиусом

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Интерполировать в растр и щелкните на Обратно взвешенные расстояния.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входные точки и выберите нужный набор точечных данных.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Поле Z значений и выберите поле, которое вы хотите использовать.
4. Можете изменить заданную по умолчанию Степень.
5. Щелкните на стрелке вниз в окне Тип радиуса поиска и выберите Фиксированный.
6. Можете изменить Расстояние для радиуса поиска. По умолчанию радиус поиска в пять раз больше размера ячейки выходного растра.
7. Можете изменить Минимальное число точек.
8. Можете задать барьер.
9. Можете изменить Размер выходной ячейки.
10. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
11. Нажмите ОК.



поиска будет меняться для каждой ячейки, в зависимости от того, насколько далеко будет найдено заданное число ячеек.

Задайте максимальное расстояние, чтобы ограничить возможный радиус поиска. Если не удастся найти достаточное число точек в радиусе меньше максимального, для вычисления интерполируемой ячейки используется меньшее число точек.

Подсказка

Выбор расстояния или числа точек

Используйте инструмент Измерить в строке Инструменты и измерьте расстояние между точками, чтобы решить, какое расстояние поиска и число точек задать при определении радиуса поиска.

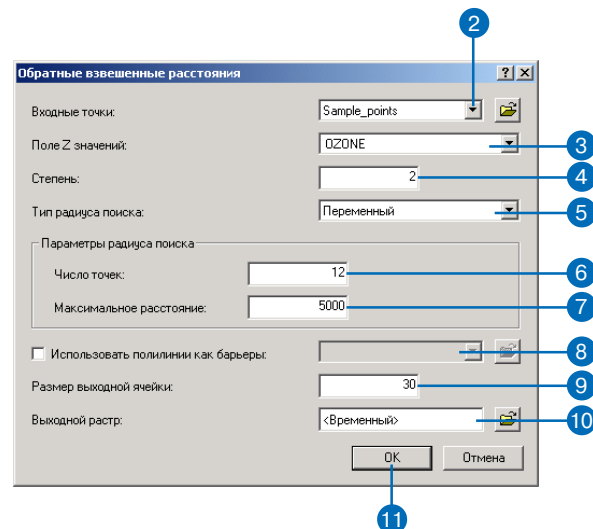
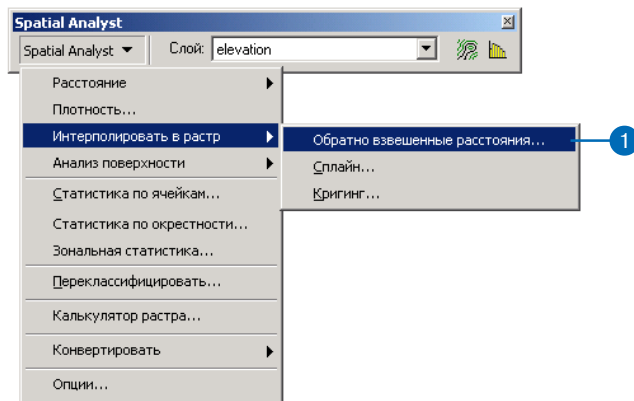
Подсказка

Фиксированный или переменный?

Используйте фиксированный радиус поиска, если входных точек много и они равномерно распределены. Используйте переменный радиус поиска, если точки замеров расположены редко или неравномерно.

Создание поверхности с помощью ОВР с переменным радиусом

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Интерполировать в растр и щелкните на Обратно взвешенные расстояния.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входные точки и выберите нужный набор точечных данных.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Поле Z значений и выберите поле, которое вы хотите использовать.
4. Можете изменить заданную по умолчанию Степень.
5. Щелкните на стрелке вниз в окне Тип радиуса поиска и выберите Переменный.
6. Можете изменить число точек для вычисления значения каждой ячейки.
7. Определите максимальный радиус поиска заданного числа точек.
8. Можете задать барьер.
9. Можете изменить Размер выходной ячейки.
10. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
11. Нажмите ОК.



Сплайн

Что такое Сплайн?

Сплайн рассчитывает значения ячеек на основе математической функции, минимизирующей кривизну поверхности, вычисляя наиболее ровную поверхность, точно проходящую через все точки измерений.

Идея аналогична растягиванию резиновой пленки, так чтобы она проходила через все точки, при минимизации кривизны поверхности. Она располагается в соответствии с математической функцией от заданного числа ближайших точек при условии прохода через все точки замеров. Этот метод наиболее удобен для медленно меняющихся поверхностей, таких, как высота земной поверхности, уровень грунтовых вод или концентрация вредных веществ.

Методы сплайна

Существует два метода сплайна: регуляризация и натяжение.

Регуляризация

Метод регуляризации создает гладкую, постепенно меняющуюся поверхность, значения в которой могут выходить за пределы диапазона значений замеров.

Натяжение

Метод натяжения меняет жесткость поверхности в зависимости от характера моделируемого явления. Он создает менее гладкую поверхность, значения в которой ближе к рамкам диапазонов значений замеров.

Дополнительные параметры

Вес

Для метода Регуляризации “вес” определяет вес третьей производной от поверхности в выражении минимизации кривизны. Чем больше вес, тем более гладкой будет поверхность. Значения, заданные для этого параметра, должны быть больше или равны нулю, например: 0, .001, .01, .1 и .5.

Для метода Натяжения “вес” определяет вес натяжения. Чем больше вес, тем грубее поверхность. Значения должны быть больше или равны нулю, например: 0, 1, 5, и 10.

Число точек

Параметр “Число точек” определяет количество точек, на котором должны быть основаны вычисления. Чем больше точек вы зададите, тем большее влияние будут иметь удаленные точки, и тем более гладкой будет поверхность.

Интерполяция методом сплайна

Тип Сплайна Регуляризация создает плавную поверхность и уклон.

Тип Сплайна Натяжение изменяет жесткость модели в зависимости от характера моделируемого явления.

Параметр Число точек определяет количество точек, используемых для вычисления каждого интерполируемого значения ячейки. Чем больше точек вы зададите, тем более гладкой будет поверхность.

Подсказка

Выбор веса для сплайновых интерполяций

Сплайн-регуляризация: Чем выше вес, тем более гладкой получается поверхность. Допускается значение веса от 0 до 5. Обычные значения: 0, .001, .01, .1 и .5.

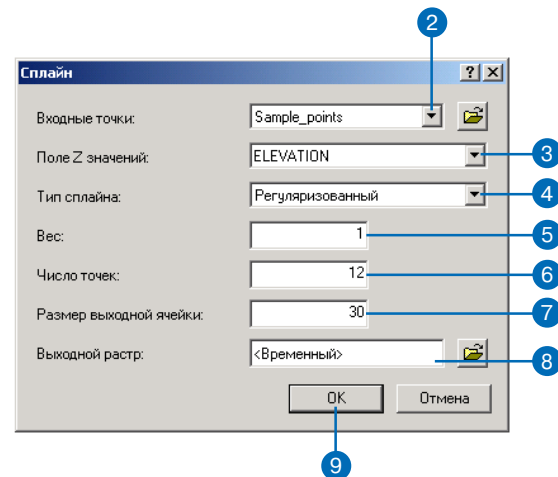
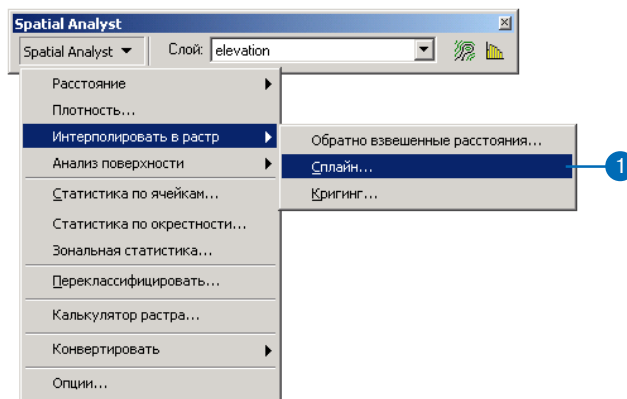
Сплайн-натяжение: Чем выше вес, тем более неровной получается поверхность и больше значений находится в диапазоне значений замеров. Значения веса должны быть больше или равны нулю. Типовые значения: 0, 1, 5 и 10.

Создание поверхности с помощью Сплайна

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Интерполировать в растр и щелкните на Сплайн.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входные точки и выберите нужный набор точечных данных.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Поле Z значений и выберите поле, которое вы хотите использовать.
4. Щелкните на стрелке вниз в окне Тип сплайна и выберите нужный вам метод сплайна.
5. Можете изменить Вес, заданный по умолчанию.

При методе Регуляризации, чем выше вес, тем плавнее поверхность. При методе Натяжения чем больше вес, тем грубее поверхность.

6. Можете изменить заданное Число точек для вычисления интерполяции каждой ячейки.
9. Можете изменить Размер выходной ячейки.
8. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
9. Нажмите ОК.



Кригинг

Что такое Кригинг?

Методы интерполяции Обратно взвешенного расстояния (ОВР) и Сплайна (рассмотренные ранее) называют детерминистическими методами интерполяции, поскольку они непосредственно опираются на окружающие измеренные значения или на заданные математические формулы, определяющие гладкость итоговой поверхности. Вторая группа методов интерполяции состоит из геостатистических методов (таких, как Кригинг), основанных на геомоделях, включающих самокорреляцию (статистическая взаимосвязь между измеренными точками). Поэтому такая технология позволяет не только получить расчетную поверхность, но также определить значение точности или достоверности расчета.

Кригинг похож на ОВР в том, что он учитывает вес окружающих измеренных значений для того, чтобы определить расчетное значение для ячейки, в которой не было данных. Общая формула для обеих интерполяций представляет собой суммирование данных с учетом веса:

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i)$$

где

$Z(s_i)$ измеренное значение в ячейке i ;

λ_i неизвестный вес измеренного значения ячейки i ;

s_0 расположение ячейки, для которой вычисляется прогноз;

N число измеренных значений.

В ОВР вес, λ_i , зависит только от расстояния от оцениваемой ячейки. Однако в Кригинге вес зависит не только от расстояния между отдельной точкой измерения и точкой вычисления, но также от общего пространственного распределения точек замеров. Для учета пространственного распределения при назначении веса необходимо вычислить автокорреляцию. Так, в обыч-

ном кригинге вес, λ_i , зависит от модели согласования точек замеров, расстояния до оцениваемой точки и пространственного распределения точек замеров вокруг оцениваемой точки.

Для расчетов по методу Кригинга необходимо следующее: 1 - нужно выявить правила зависимости, 2 - вычислить предполагаемое значение. Для решения этих задач Кригинг выполняет двухшаговый процесс: (1) создаются вариограммы и ковариационные функции для оценки значений статистических зависимостей (называемых пространственной автокорреляцией), которые зависят от модели автокорреляции (модели согласования), и (2) определяются предполагаемые значения пустых ячеек. Из-за такого явного разделения задачи на две говорят, что Кригинг использует данные дважды: первый раз для оценки пространственной автокорреляции данных и второй раз для вычислений значений.

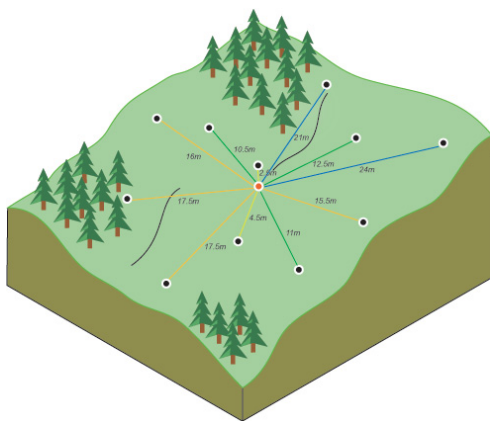
Вариография

Построение модели, или пространственное моделирование, также называется структурным анализом или вариографией. При пространственном моделировании структуры точек замеров мы начинаем с кривой эмпирической вариограммы, вычисляемой, как:

Вариограмма (расстояние h) = $0.5 * \text{среднее} [(\text{значение в точке } i - \text{значение в точке } j)^2]$

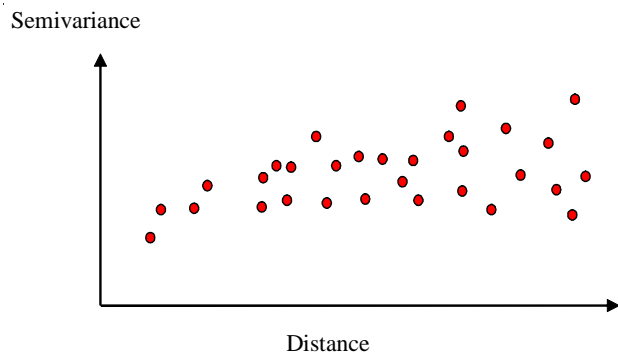
для всех пар точек, разделенных расстоянием h .

Формула включает вычисление квадрата разницы между значениями в паре точек. На рисунке дальше показано образование пар заданной точки (красной) со всеми остальными точками замеров. Эта процедура выполняется для каждой точки замера.



Образование пар точки (красной) со всеми другими точками измерений

Часто расстояние для каждой пары точек уникально, и часто этих пар много. Быстрое построение графика этих точек становится нереальным. Вместо работы с каждой точкой точки объединяются в *интервальные группы (лаги)*. Например, вычисление средней вариантности всех точек, расположенных на расстоянии больше 40 метров и меньше 50 метров. Эмпирическая вариограмма - это график средних значений вариограммы на оси y и расстояния (или интервала) на оси x (см. рисунок).



Пространственная автокорреляция реализует основной принцип географии - близкие объекты более похожи, чем удаленные. Таким образом, пары более близких точек (в левой части оси x графика точек вариограммы) должны иметь более близкие значения (находиться внизу оси y графика точек вариограммы). Если точки пары удалены друг от друга (правее на оси x), они должны различаться сильнее, и квадрат их разницы должен быть больше (выше по оси y).

Подбор модели для эмпирической вариограммы

Следующий шаг - подобрать модель к точкам вариограммы. Моделирование вариограммы - это ключевой шаг от пространственного описания к пространственному прогнозированию. Основное назначение Кригинга - это вычисление предполагаемых значений атрибутов в точках, не охваченных замерами. Мы видели, как эмпирическая вариограмма предоставляет информацию о пространственной автокорреляции наборов данных. Однако, она не предоставляет информацию для всех возможных направлений и расстояний. Поэтому, а также чтобы прогнозы Кригинга обладали положительными вариациями Кригинга, необходимо подобрать модель (то есть непрерывную функцию или кривую) для эмпирической вариограммы. Это аналогично регрессивному анализу, в котором подбирается непрерывная линия или кривая.

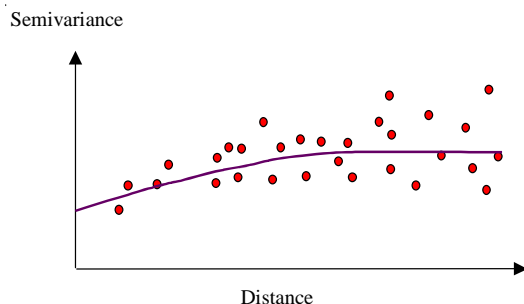
Мы выбираем некоторую функцию в качестве нашей модели - например, сферического типа, которая сначала поднимается, а затем выравнивается на больших расстояниях вне заданного предела. На эмпирической вариограмме есть отклонения от модели; некоторые точки находятся выше кривой, а некоторые - ниже. Но, если мы добавим расстояние каждой точки над кривой и расстояние каждой точки под кривой, эти два должны быть близки. Существует множество разных моделей вариограмм, из которых вы можете выбирать.

Различные типы моделей вариограммы

Spatial Analyst предоставляет на выбор следующие функции для эмпирической вариограммы: Круговая, Сферическая, Экспоненциальная, Гауссова и Линейная. Выбор модели влияет на вычисление неизвестных значений, особенно, когда форма кривой сильно отличается около точки начала отсчета. Чем круче кривая около точки начала отсчета, тем больше влияние ближайших соседей на вычисление. В результате полученная поверхность будет менее гладкой. Каждая модель лучше отражает свой тип явлений.

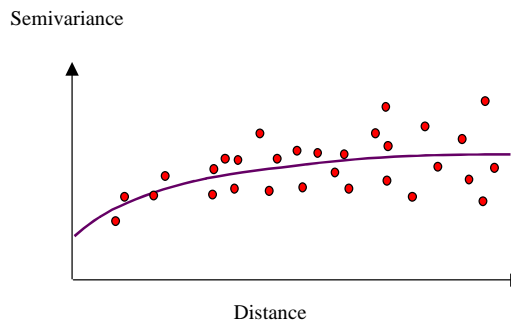
На рисунке ниже показаны две основных модели и их отличия:

- Сферическая модель



Эта модель показывает постепенное снижение пространственной автокорреляции (и, соответственно, возрастание вариации) до определенного уровня, после которого автокорреляция равна нулю. Сферическая модель — одна из наиболее часто используемых.

- Экспоненциальная модель



Эта модель используется, когда при уменьшении расстояния автокорреляция возрастает по экспоненте. Здесь автокорреляция полностью исчезает только при бесконечном расстоянии. Экспоненциальная модель тоже часто используется.

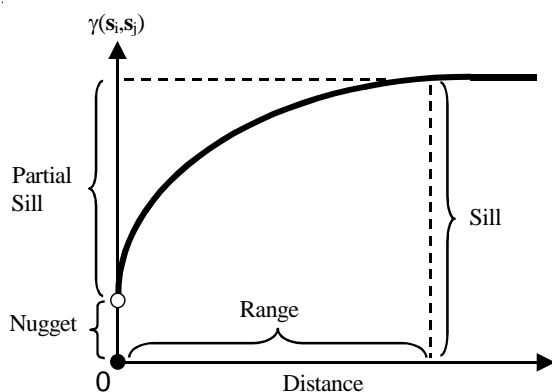
Выбор модели в Spatial Analyst основывается на пространственной автокорреляции данных или на предварительном знании явления.

Понимание вариограммы — радиус влияния, порог и самородок

Как было рассказано ранее, вариограмма отображает пространственную автокорреляцию замеров данных. В соответствии с основным принципом географии (чем ближе объекты, тем более они похожи), квадрат разницы между близкими точками замеров должен быть меньше, чем между удаленными точками. После отображения каждой пары точек (или интервальных групп), для них продбирается модель. Для описания моделей обычно используются определенные характеристики.

Радиус влияния и порог

Если вы посмотрите на модель вариограммы, вы заметите, что на некотором расстоянии модель выравнивается. Расстояние, на котором модель начинает выравниваться, называется радиусом влияния (корреляции). Точки, разделенные расстоянием меньше радиуса влияния, пространственно автокоррелированы, а точки на расстоянии больше радиуса влияния - нет.



Значение, на котором вариограмма достигает радиуса влияния (значение на оси y) называется порогом. Частичный порог - это порог минус эффект самородка (см. следующий раздел).

Эффект самородка

Теоретически при расстоянии, равном нулю (т.е. интервале=0), значение вариограммы должно быть нулем. Однако, при бесконечно малом расстоянии, в вариограмме часто появляется эффект самородка, представляющего собой значение больше нуля. Если вариограмма пересекает ось y на уровне 2, самородок равен 2.

Эффект самородка можно использовать при изучении ошибок измерений или пространственных источников вариации на расстояниях меньше интервала замеров (или обоих). Ошибки измерений

возникают из-за сбоев измерительного оборудования. Естественное явление может пространственно варьироваться только в определенном диапазоне расстояний (в микро или макро масштабе). Вариации в микромасштабе, меньшем, чем расстояние между замерами, возникает, как часть эффекта самородка. Прежде, чем получать данные, важно изучить масштабы пространственной вариации, которые вас интересуют.

Вычисление предполагаемых значений

Первая задача выявления закономерностей (автокорреляции) в ваших данных выполнена. Вы также закончили первое применение данных, когда пространственная информация о данных (вычисление расстояний) используется для моделирования пространственной автокорреляции. Получив пространственную автокорреляцию, вы можете приступить к вычислениям предполагаемых значений с помощью этой модели; после этого эмпирическая вариограмма больше не нужна.

Для выполнения следующей задачи снова используются данные - для вычислений предполагаемых значений. Как и интерполяция с ОВР, Кригинг определяет вес окружающих измеренных точек, чтобы вычислить предполагаемое значение в неизмеренной ячейке. Как и в ОВР, точки, расположенные ближе к оцениваемой ячейке, имеют большее влияние. Однако, присвоение веса окружающим точкам в методе Кригинга более сложно, чем в ОВР. ОВР использует простой алгоритм, основанный на расстоянии, а в методе Кригинга вес основан на модели вариограммы, которая была выбрана на основании пространственной структуры данных. Для создания карты непрерывной поверхности, или карты явления, вычисляются предположительные значения для каждой ячейки (центра ячейки) в исследуемой области на основе модели вариограммы и пространственного распределения ближайших точек.

Радиус поиска

Из основного принципа географии нам известно, что объекты, расположенные близко, более похожи, чем удаленные. На основании этого принципа мы можем предположить, что чем дальше точка от оцениваемой ячейки, тем меньше будет пространственная автокорреляция между ними. Таким образом, мы можем исключить точки с незначительным влиянием. Влияние удаленных точек не только мало, оно может быть даже негативным, если эти точки расположены на участке, характеристики которого сильно отличаются от участка, на котором находится оцениваемая ячейка. Другая причина для установки радиуса поиска - скорость вычислений. Чем меньше окрестность поиска, тем быстрее выполняются вычисления. В результате обычно задается определенная окрестность, чтобы ограничить количество точек, учитываемых при вычислениях. Заданная форма окрестности определяет, насколько далеко и где именно нужно искать измеренные значения для вычисления предположительных значений. Другие параметры окрестности ограничивают набор ячеек из этой окрестности, например, максимальное и минимальное количество используемых для вычислений точек окрестности.

Вы можете определить вес точек измерений с помощью конфигурации действующих значений в пределах заданной окрестности вокруг оцениваемой точки по модели, соответствующей полувариограмме. По значениям и весам вычисляется вероятное значение в оцениваемой ячейке.

Spatial Analyst предлагает два типа окрестности: фиксированную и переменную.

Фиксированный радиус поиска

Фиксированный радиус поиска определяется расстоянием и минимальным количеством точек. Расстояние определяет радиус окрестности (в единицах измерения карты). Величина ради-

уса постоянна, поэтому для всех интерполируемых ячеек круговая окрестность поиска точек одинакова. Минимальное количество точек определяет минимальное число точек, которое необходимо найти в заданной окрестности. При вычислении значения ячейки будут использованы все точки замеров, попавшие в заданную окрестность. Если точек в окрестности меньше заданного минимума, радиус поиска будет расширен, пока не удастся найти требуемое количество точек. Заданный фиксированный радиус поиска будет применен к каждой интерполируемой ячейке (центру ячейки) в исследуемой области. Таким образом, если точки замеров распределены неравномерно (а они редко бывают распределены равномерно), вероятно, в заданной окрестности разных ячеек окажется разное количество точек замеров.

Переменный радиус поиска

При использовании переменного радиуса поиска задается количество точек, участвующих в вычислении значения интерполируемой ячейки, поэтому радиус поиска для каждой ячейки индивидуален и зависит от того, как далеко от каждой ячейки удастся найти заданное число точек. Таким образом, одни окрестности будут маленькими, а другие - большими, в зависимости от частоты точек замеров в районе интерполируемой ячейки. Вы можете задать максимальное расстояние (в единицах измерения карты), которое поиск не должен превышать. Если радиус определенной окрестности достигает максимального расстояния, вычисление значения этой ячейки будет выполнено на основе того количества точек, которое оказалось в окрестности максимального радиуса.

Методы кригинга

Spatial Analyst предлагает два метода кригинга: обычный и универсальный.

Ординарный кригинг

Ординарный Кригинг - это наиболее общий и широко используемый из методов Кригинга. Он основан на предположении, что постоянное среднее значение неизвестно. Это разумное предположение, если нет никакой причины предполагать обратное.

Универсальный кригинг

Универсальный Кригинг предполагает, в данных имеется тенденция к доминированию определенных значений (например, господствующий ветер), и его можно смоделировать с помощью детерминистической или полиномиальной функции. Этот полином вычитается из исходных значений измерений, и автокорреляция моделируется по случайным ошибкам. Когда к случайным ошибкам подобрана модель, перед вычислениями полином добавляется обратно к предполагаемым значениям, чтобы получился осмысленный результат. Универсальный Кригинг используется в тех случаях, когда вы знаете, что в ваших данных есть определенные тенденции и вы можете привести научное описание для их подтверждения.

Интерполяция крингинга

Есть два метода Крингинга: ординарный и универсальный.

Ординарный Крингинг - это наиболее общий и часто используемый метод. Он предлагается по умолчанию. Он предполагает, что среднее постоянное значение неизвестно. Универсальный Крингинг следует использовать только в тех случаях, когда вы знаете, что в ваших данных имеются определенные тенденции и можете привести научное объяснение для их подтверждения.

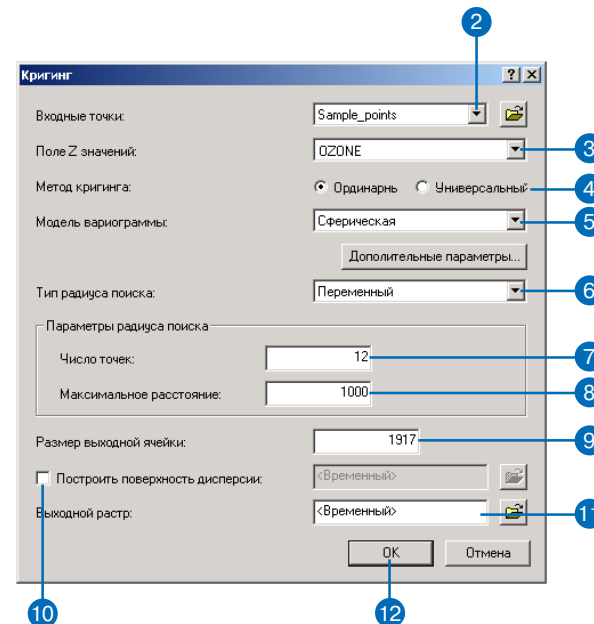
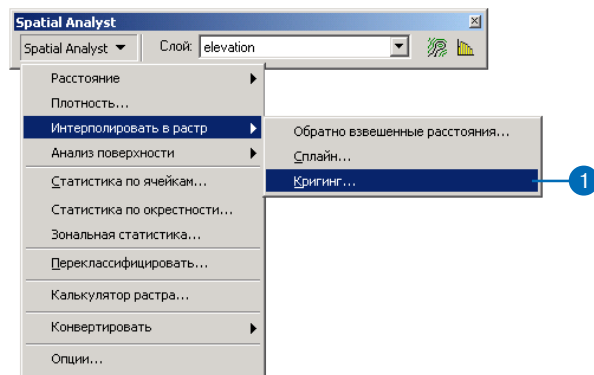
При использовании переменного радиуса поиска вы можете задать количество точек, которые следует найти для интерполяции вычисляемого значения ячейки. При этом радиус поиска меняется для каждой ячейки в зависимости от того, как далеко необходимо искать нужное число точек.

Установка максимального расстояния ограничивает рамки поиска. Если необходимое количество точек не будет найдено в пределах заданного радиуса, интерполяция будет проведена по меньшему количеству точек.

При фиксированном радиусе, радиус круга, используемый для поиска входных точек, одинаков для всех интерполируе-

Создание поверхности методом Крингинга с переменным радиусом

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Интерполировать в растр и щелкните на Крингинг.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входные точки и выберите нужный набор точечных данных.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Поле Z значений и выберите поле, которое вы хотите использовать.
4. Выберите метод Крингинга, который вам нужен.
5. Щелкните на стрелке вниз в окне Модель Вариограммы и выберите нужную модель.
6. Щелкните на стрелке вниз в окне Тип радиуса поиска и выберите Переменный.
7. Можете изменить число точек по умолчанию.
8. Можете задать максимальное расстояние.
9. Можете изменить Размер выходной ячейки.
10. Можете отметить Построить поверхность дисперсии.
11. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
12. Нажмите OK.



мых ячеек. Радиус по умолчанию равен пятикратному размеру выходной ячейки. Задавая минимальное количество точек, вы гарантируете, что в пределах фиксированного радиуса для интерполяции каждой ячейки будет использовано, как минимум, заданное число точек.

Подсказка

Выбор расстояния или числа точек

Используйте инструмент Измерить в строке Инструменты и измерьте расстояние между точками, чтобы решить, какое расстояние поиска и число точек задать при определении радиуса поиска.

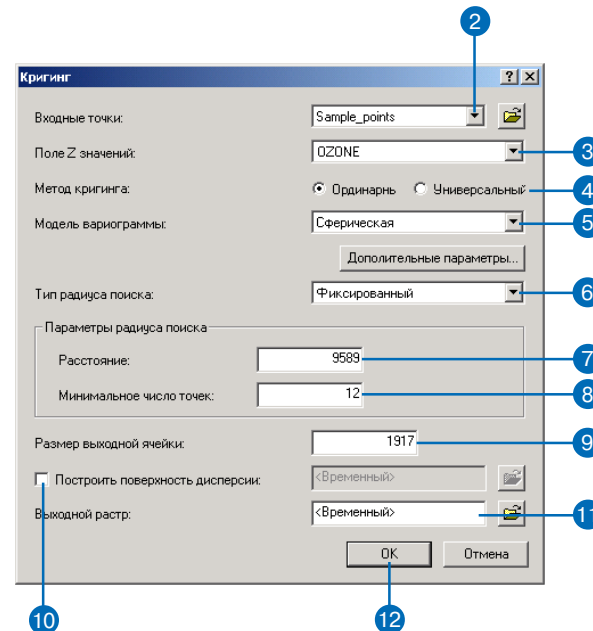
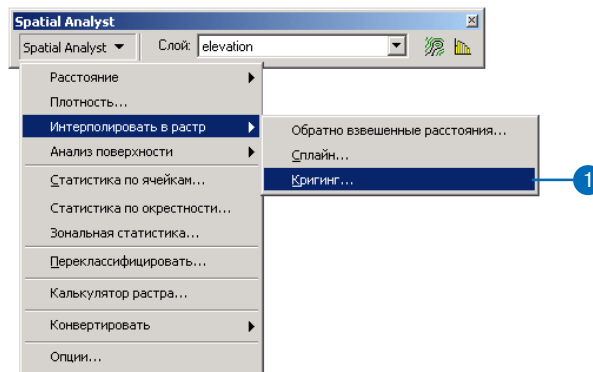
Подсказка

Изменение величины лага, радиуса влияния, частичного порога и самородка

Нажмите на Дополнительные параметры в диалоговом окне Кригинг, чтобы задать эти параметры, если они вам известны; в ином случае их для вас вычислит Spatial Analyst.

Создание поверхности методом Кригинга с фиксированным радиусом

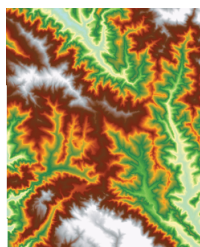
- Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Интерполировать в растр и щелкните на Кригинг.
- Щелкните на стрелке вниз в окне Входные точки и выберите нужный набор точечных данных.
- Щелкните на стрелке вниз в окне Поле Z значений и выберите поле, которое вы хотите использовать.
- Выберите метод Кригинга, который вам нужен.
- Щелкните на стрелке вниз в окне Модель Вариограммы и выберите нужную модель.
- Щелкните на стрелке вниз в окне Тип радиуса поиска и выберите Фиксированный.
- Можете изменить заданный размер радиуса.
- Можете изменить минимальное число точек.
- Можете изменить Размер выходной ячейки.
- Можете отметить Создать поверхность дисперсии.
- Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
- Нажмите OK.



Выполнение анализа поверхностей

Вы можете получить новую информацию, создав новый набор данных, который выявляет определенные закономерности в исходном наборе данных. Могут быть выявлены закономерности, которые не заметны на изображении исходного набора, например, изолинии, углы уклона, экспозиция склона, отмывка рельефа и видимость, а также изменение рельефа (насыпи/выемки).

Изолинии удобны для определения областей с равными значениями. Вам может потребоваться знание уровня земной поверхности в определенных точках и изучение общей высотной картины земной поверхности.

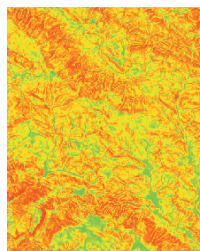


Выходной растр высот



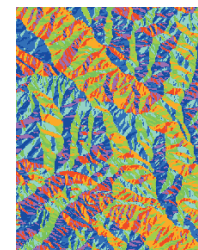
Выходные изолинии

Например, вы можете узнать изменение *уклона*, если вы хотите определить районы наибольшей опасности оползней на основании угла наклона земной поверхности (чем круче склон, тем больше риск).

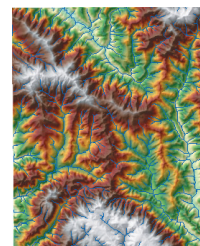


Выходной уклон

Если вы фермер, вы можете выбрать поле с южной *экспозицией склона*



Выходная экспозиция склона



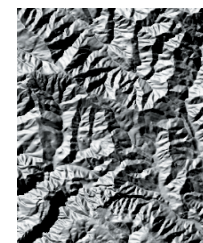
Выходная отмывка рельефа

Вы можете создать *отмывку рельефа* как для аналитических целей, так и для улучшения изображения. В графическом плане отмывка рельефа позволяет создать более привлекательную и реалистичную картину фона, показывающую, как расположены объекты других слоев относительно рельефа.

С аналитической точки зрения вы можете, например, изучить, как освещается ландшафт в разное время суток, изменяя угол освещения солнцем, задаваемый при анализе.

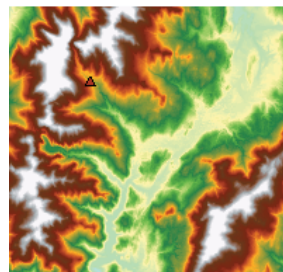


Азимут 45°



Азимут 315°

Вычисление *зон видимости* полезно, когда вы хотите узнать, какие объекты видны из определенной точки. Например, вам может потребоваться найти точку, из которой открывается наиболее широкий обзор, для строительства смотровой площадки.

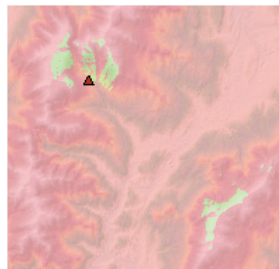


Входной растр высот

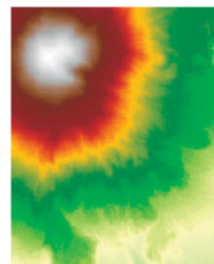


Выходные зоны видимости

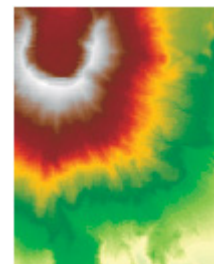
Отобразите прозрачную отмывку рельефа под результатом выполнения функции вычисления зон видимости.



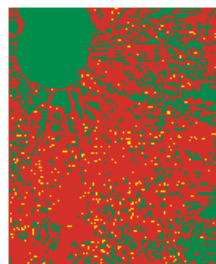
Полезны также могут быть вычисления *Насыпей/Выемок* поверхности, когда вам нужно знать площади и объемы произошедших изменений, представленных двумя поверхностями. Здесь определяются площади и объемы для поверхности, которая изменилась за счет добавления или удаления ее вещества. Это может понадобиться, чтобы выровнять участок для строительства или указать области, которые были понизились или, наоборот, получили прирост в результате извержения вулкана.



Предыдущая поверхность



Последующая поверхность



Поверхность насыпей/выемок
Объемы

- Добавленные
- Неизмененные
- Удаленные

ИЗОЛИНИЯ

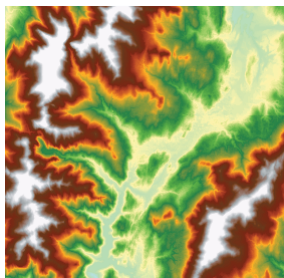
Что такое изолинии?

Изолинии - это полилинии, соединяющие точки с одинаковым значением (например высоты, температуры, осадков, загрязнения или атмосферного давления). Распределение таких полилиний определяет распространение значений на поверхности. Там, где значения меняется медленно, изолинии отстоят далеко друг от друга. Там, где значения меняется резко, изолинии приближаются друг к другу.

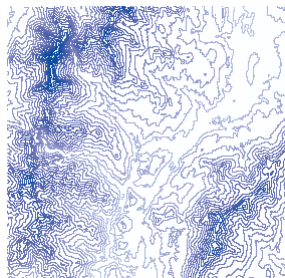
Зачем нужно создавать изолинии?

Следуя определенной изолинии, вы можете выяснить, какие точки имеют одинаковое значение. Изолинии также полезны для представления поверхностей, поскольку они позволяют вам одновременно определять пологие и крутые склоны (по расстоянию между изолиниями) и горные хребты и долины (схождение и расхождение изолиний).

В примере внизу показаны входной набор значений высот и выходной набор изолиний. Области, где изолинии расположены близко, указывают на наиболее крутые участки. Они, в основном, расположены в высокогорных районах (показанных белым цветом в наборе данных высот).



Входной набор данных высот



Выходной набор данных изолиний

Таблица атрибутов изолиний содержит значения высоты для каждой изолинии.

Атрибуты Изолиния			
FID	Shape	ID	CONTOUR
0	Полилиния	1	1200
1	Полилиния	2	1500
2	Полилиния	3	2400
3	Полилиния	4	3600
4	Полилиния	5	1200
5	Полилиния	6	1600
6	Полилиния	7	3200
7	Полилиния	8	2500
8	Полилиния	9	3500
9	Полилиния	10	2200

Создание изолиний

Функция Изолиния позволяет создавать изолинии для всего набора данных.

Базовая изолиния - это значение, с которого начинается создание изолиний. Изолинии создаются выше и ниже данного значения по мере необходимости, пока не покрывают все пространство растра.

Интервал задает расстояние между изолиниями.

Z-коэффициент - это число единиц измерения координат x, y в единице измерения значений z . Значения входной поверхности умножаются на *Z-фактор*, чтобы перевести значения z в другие единицы измерения.

Подсказка

Инструмент Изолиния

Используйте кнопку *Изолиния* в панели инструментов *Spatial Analyst* чтобы создать контуры для определенных точек входного набора данных.

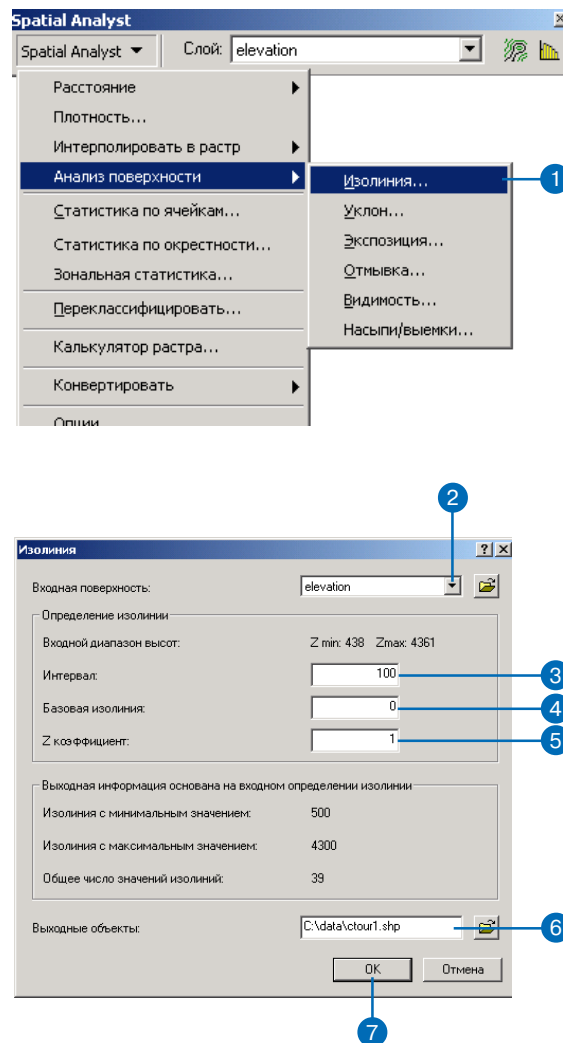
Подсказка

Выделение изолиний

Используйте инструмент *Выбрать* из строки *Инструменты* для выбора необходимых изолиний, затем откройте таблицу, чтобы просмотреть значения. Или выберите изолинии в таблице.

Создание изолиний для всей карты

1. Щелкните на стрелке вниз в *Spatial Analyst*, выберите *Анализ поверхности* и щелкните *Изолиния*.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне *Входная поверхность* и выберите поверхность, по которой вы хотите построить контуры.
3. Наберите значение *Интервала*, чтобы задать расстояние между изолиниями.
4. Наберите значение *Базового* изолинии, с которого нужно начать построение, или оставьте значение по умолчанию - 0.
5. Можете набрать значение *Z-коэффициента*.
6. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
7. Нажмите *ОК*.

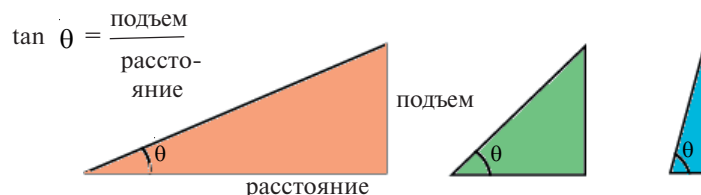


УКЛОН

Что такое уклон?

Функция Уклон вычисляет максимальную скорость изменения значения между соседними ячейками—например, максимальный угол наклона земной поверхности (максимальное изменение значения высоты от ячейки к восьми соседним). Каждой ячейке выходного растра присваивается значение уклона. Чем меньше значения уклона, тем ровнее территория; чем больше значение уклона, тем круче склоны. Выходной набор данных уклона можно вычислить в форме градуса уклона и процента уклона.

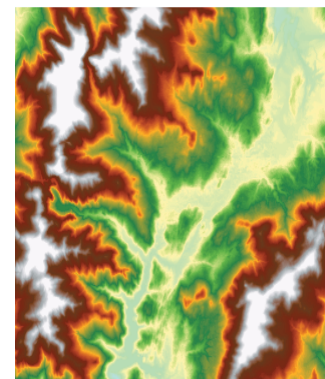
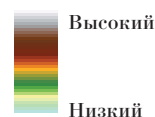
$$\text{Угол уклона} = \theta \quad \text{Процент уклона} = \frac{\text{подъем}}{\text{шаг}} * 100$$



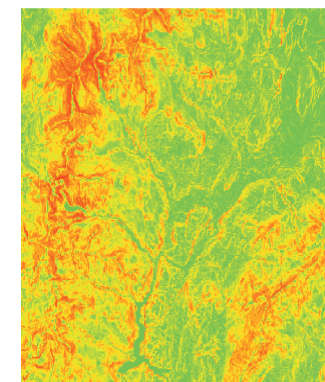
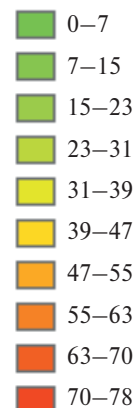
Градусы уклона =	30	45	76
Проценты уклона =	58	100	375

Когда угол уклона равен 45 градусам, на единицу подъема приходится единица по горизонтали. При выражении в форме процента такой угол уклона равен 100 процентам. Обратите внимание, что по мере приближения уклона к вертикальному (90°), процент уклона приближается к бесконечности.

Функция Уклон наиболее часто применяется к наборам данных высот, как показано на рисунках справа. В выходном наборе данных уклона наиболее крутые склоны закрашены красным. Эту функцию можно применять также к другим непрерывным наборам данных, чтобы определить участки резкого изменения значения.



Набор данных высот



Выходной набор данных уклона (в градусах)

Вычисление уклона

Функция Уклон позволяет вам создать растр уклона для всей территории, чтобы получить представление о крутизне склонов и использовать этот растр для дальнейшего анализа.

Z-коэффициент - это число единиц измерения расстояния на поверхности (x,y) в одной единице измерения высоты (z). Значения входной поверхности умножаются на Z-фактор для перевода значений z в другие единицы. Так, например, если x и y измеряются в ярдах, а z - в футах, Z-фактор будет равен 3, поскольку в ярде три фута. По умолчанию Z-коэффициент = 1.

Подсказка

Градус или процент уклона Уклон может быть измерен в градусах (от 0 до 90) или в процентах, получаемых при делении подъема на расстояние и умножении на 100.

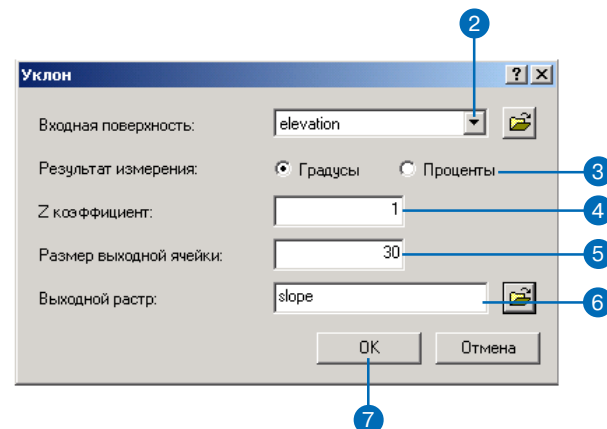
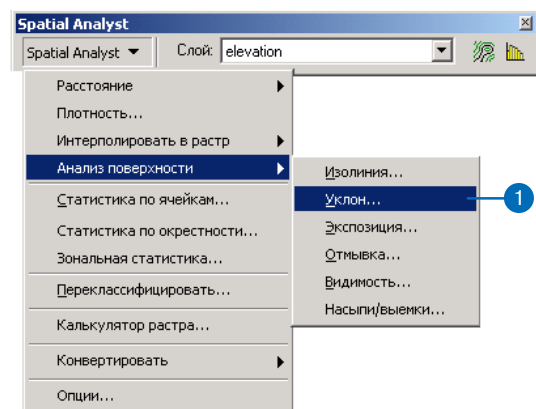
Подсказка

Зачем нужен Z-фактор?

Для правильного вычисления уклона, единицы измерения значений высоты (z) должны соответствовать единицам измерения расстояния (x,y). Если на данной поверхности единицы измерения z отличаются от единиц x,y, используйте Z-фактор для приведения единиц измерения z к единицам измерения x,y. Например, если x и y измеряются в метрах, а z - в футах, задайте Z-фактор равным 0,3048 для конвертации футов в метры.

Создание набора данных уклона

- Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Анализ поверхностей и щелкните на Уклон.
- Щелкните на стрелке вниз в окне Входная поверхность и выберите поверхность, для которой вы хотите вычислить уклон.
- Выберите единицы измерения Выходного растра.
- Можете набрать значение Z-коэффициента.
- Можете изменить заданный по умолчанию Размер выходной ячейки.
- Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
- Нажмите ОК.

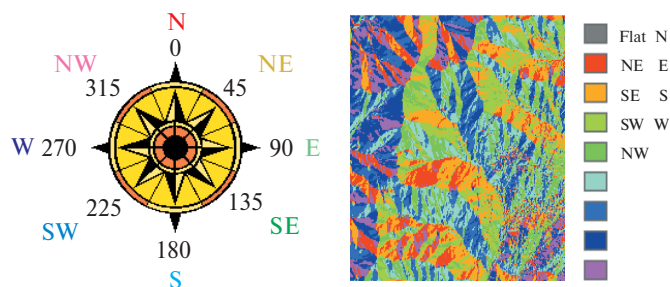


ЭКСПОЗИЦИЯ

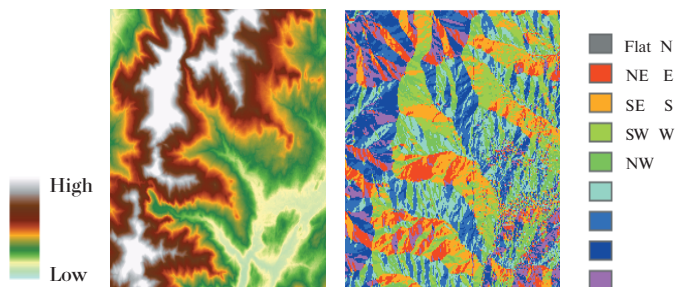
Что такое экспозиция?

Экспозиция указывает направление наиболее крутого уклона от каждой ячейки к соседним. Ее можно считать направлением уклона или направлением по компасу, куда обращен склон холма.

Экспозиция измеряется в градусах против часовой стрелки от 0 (направление на север) до 360 (опять на север, сделав полный круг). Значение каждой ячейки в наборе данных экспозиции указывает направление склона в данной ячейке. Плоские участки не имеют направления, и им присваивается значение -1.



На рисунке внизу показан входной растр высот и выходной растр экспозиции.



Для чего нужна функция Экспозиция?

С помощью функции Экспозиции вы можете:

- Найти на горе все склоны, направленные на север, при поиске наилучших склонов для катания на горных лыжах.
- Выяснить освещенность солнцем каждой точки территории при изучении биоразнообразия в какой-либо области.
- Найти все южные склоны в гористом районе, чтобы определить, где в первую очередь будет таять снег, при изучении опасности затопления жилых районов паводком
- Определить плоские участки при поиске места для аварийной посадки самолета.

Вычисление экспозиции

Функция Экспозиции позволяет создать карту, отображающую направление наиболее крутого склона в каждой точке территории в направлении от ячейки карты к соседним. Чаще всего эта функция применяется к растру высот для создания карты направления склонов.

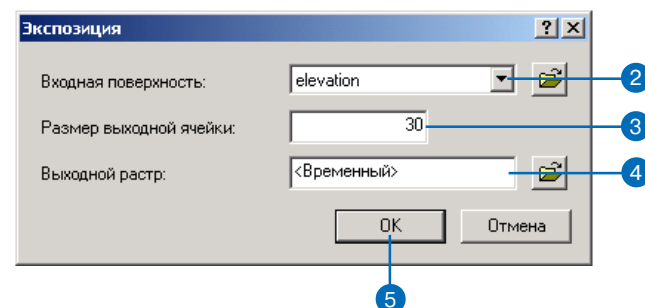
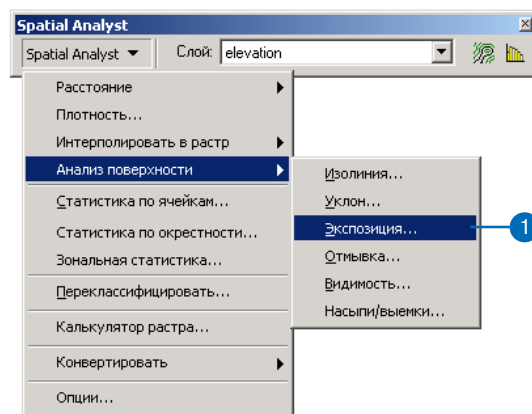
Подсказка

Определение направления уклона

Используйте инструмент Идентифицировать из строки Инструменты для идентификации информации в ячейках. Это позволит вам узнать направление склона по компасу в любой ячейке вашего выходного набора данных экспозиции.

Создание набора данных экспозиции

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Анализ поверхностей и щелкните на Экспозиция.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входная поверхность и выберите поверхность, для которой вы хотите вычислить экспозицию.
3. Можете изменить заданный по умолчанию Размер выходной ячейки.
4. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
5. Нажмите ОК.

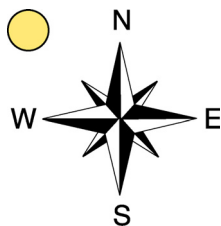


Отмывка рельефа

Что такое функция Отмывки рельефа?

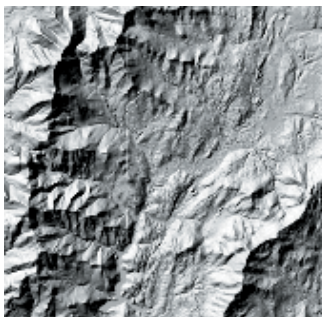
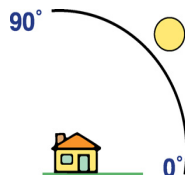
Функция Отмывки рельефа создает эффект искусственного освещения поверхности, определяя значения освещенности в каждой ячейке раstra. Для этого она устанавливает позицию гипотетического источника света и вычисляет значения освещенности для каждой ячейки относительно других ячеек. Таким образом можно значительно улучшить вид данных при визуализации или создать новую информацию для дальнейшего анализа.

По умолчанию оттенки шкалы серого цвета связываются с числами от 0 до 255 (по возрастанию от черного к белому).



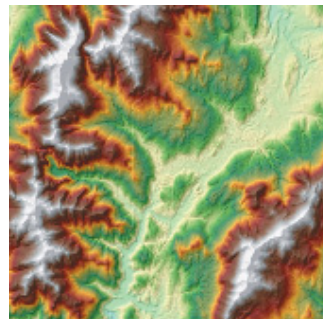
Азимут - это угловое направление расположения солнца, измеряемое от севера против часовой стрелки, в градусах от 0 до 360. Азимут 90 - это восток. По умолчанию установлено значение 315 (северо-запад).

Высота - это угол высоты источника освещения над горизонтом. Единицы измерения - градусы, от 0 (горизонт) до 90 градусов (зенит). По умолчанию установлено значение 45 градусов.



Отмывка рельефа слева выполнена для значения азимута 315 градусов и высоты 45 градусов.

Отмывка рельефа для отображения

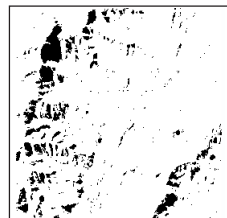


Помещая растр высот поверх созданной отмывки рельефа, а затем сделав растр высот прозрачным, вы можете создать реалистичную картину ландшафта. Добавьте другие слои, например, реки или дороги, чтобы еще повысить информативность изображения.

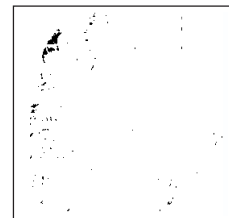
Использование отмывки рельефа в анализе

При моделировании теней (по умолчанию) вы вычисляете локальную освещенность - находится ячейка в тени или нет.

При моделировании теней вы можете вычислить, какие ячейки попадают в тень других ячеек в определенное время дня. Ячейки, попадающие в тень других ячеек, получают значение 0; другим ячейкам присваиваются значения от 1 до 255. Вы можете переклассифицировать все значения больше 1 в 1, создав растр двоичных данных. На примере внизу черные участки - это те, которые находятся в тени. Азимут остался тем же, но угол высоты солнца над горизонтом (высота) изменился.



Солнце: 45 градусов



Солнце: 60 градусов

Вычисление отмывки рельефа

Функция Отмывки рельефа обычно используется для создания карты оттененного рельефа из растра высот.

Заданные по умолчанию значения азимута и высоты дают хороший эффект при графическом отображении. Для анализа вам может потребоваться изменить эти значения.

Азимут - угловое направление позиции солнца, по умолчанию установлено 315 градусов - северо-запад.

Высота - это угловая высота источника освещения над горизонтом. По умолчанию установлено 45 градусов.

Подсказка

Зачем использовать Z-коэффициент?

Для правильного вычисления отмывки рельефа, единицы измерения высоты (z) должны соответствовать единицам расстояния (x, y). Если на данной поверхности единицы измерения z отличаются от единиц x, y , используйте Z-фактор для приведения единиц измерения z к единицам x, y . Например, если x и y измеряются в метрах, а z - в футах, задайте Z-фактор равным 0,3048 для перевода футов в метры.

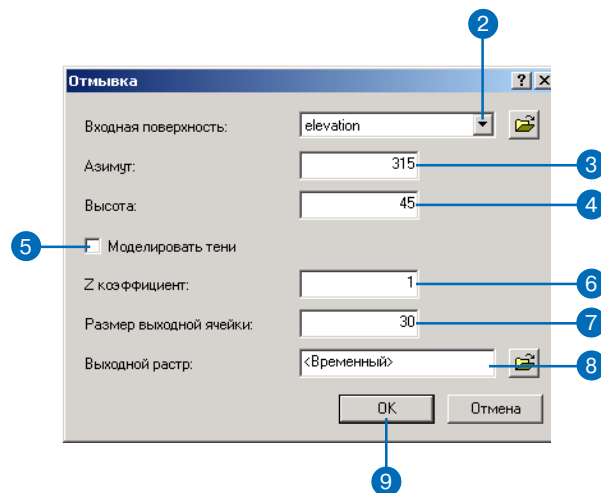
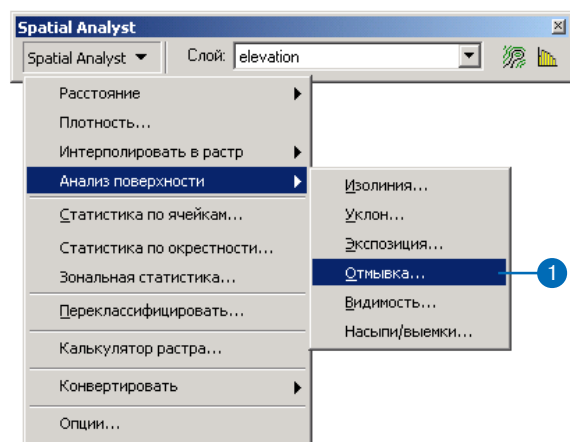
Подсказка

Моделирование теней

Отметка опции Моделировать тени присвоит значение 0 всем ячейкам, попадающим в тень. По умолчанию (не моделировать тени), вычисляется локальное освещение, независимо от того, попадает ячейка в тень или нет.

Создание набора данных отмывки рельефа

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Анализ поверхности и щелкните на Отмывка рельефа.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входная поверхность и выберите поверхность, для которой вы хотите вычислить отмывку рельефа.
3. Задайте нужный азимут. (По умолчанию 315 градусов).
4. Задайте высоту. (По умолчанию 45 градусов).
5. Поставьте отметку против Моделировать тени, если вы хотите моделировать тени, присвоив значение 0 всем ячейкам в тени.
6. Задайте Z-коэффициент. По умолчанию он равен 1.
7. Можете изменить Размер выходной ячейки.
8. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
9. Нажмите ОК.



Использование прозрачности

Прозрачность - это удобный инструмент для графического отображения информации. Задавая определенный процент прозрачности для некоторых слоев, вы можете видеть несколько слоев одновременно.

Прозрачность можно применять и к растровым, и к векторным данным.

Подсказка

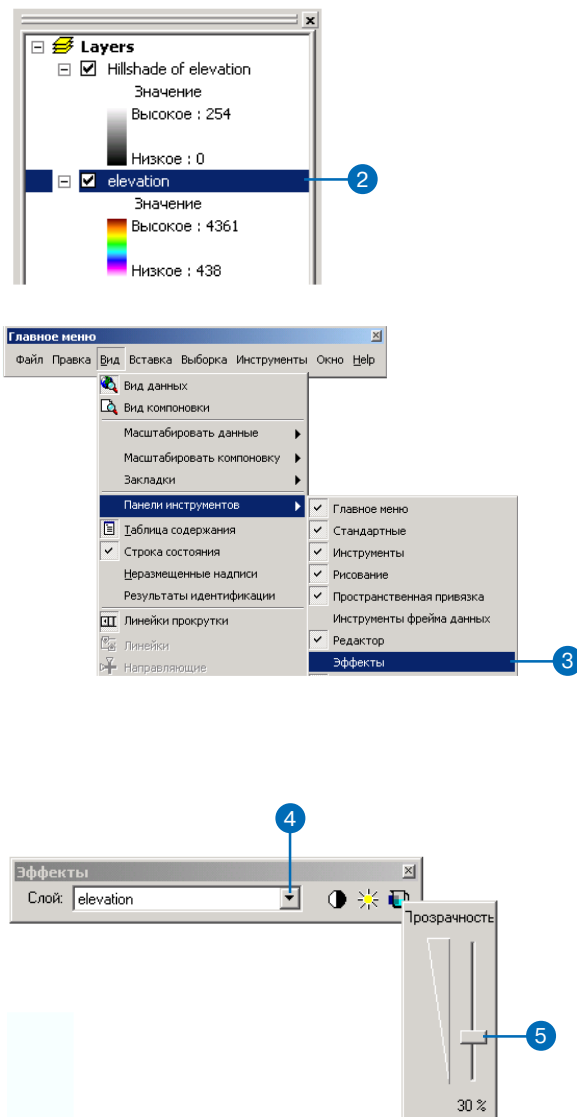
Настройка яркости и контрастности

Используйте кнопки *Настроить Яркость* и *Настроить Контрастность* в панели инструментов *Эффекты*, чтобы настроить яркость или контрастность слоя отмывки рельефа для улучшения изображения.

Изображение прозрачной отмывки рельефа

1. Повторите шаги 1-9 для создания растрового набора данных отмывки рельефа.
2. Щелкните на растре высот в таблице содержания и перетащите его выше созданного слоя отмывки рельефа.
3. Щелкните на Вид, выберите Панели инструментов и щелкните на Эффекты.
4. Щелкните на стрелке вниз в окне Слой и выберите слой высот.
5. Нажмите на кнопку Настроить прозрачность и переведите указатель шкалы на нужный уровень прозрачности (попробуйте 30%).

После этого вы должны увидеть отмывку рельефа под растром высот.



Видимость

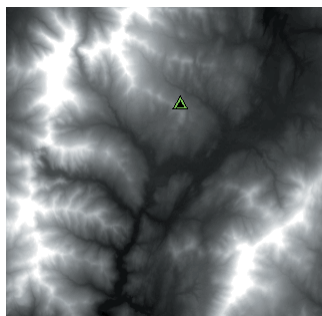
Что такое видимость?

Видимость определяет точки входного растра, которые могут быть видны из одной или нескольких точек или линий наблюдения. Каждая ячейка выходного растра получает значение, указывающее, сколько линий или точек наблюдения видно из этой ячейки. Если у вас только одна точка наблюдения, каждая ячейка выходного растра, которая видна из этой точки, получает значение 1. Все ячейки, которые не видны из точки наблюдения, получают значение 0.

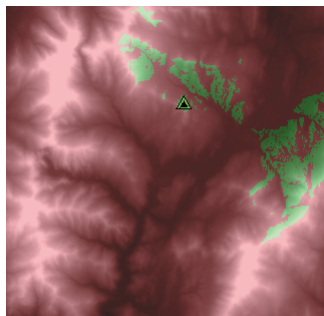
Зачем вычислять видимость?

Видимость полезна, когда вам нужно определить, насколько хорошо видны разные объекты на ландшафте—например, для поиска мест для коммуникационных вышек.

В приведенном ниже примере определен обзор из точки наблюдения. Растр высот показывает высоту земной поверхности (более темный цвет показывает более низкие участки), а точка наблюдения помечена зеленым треугольником. Зеленые ячейки видны из точки наблюдения, красные ячейки не видны.

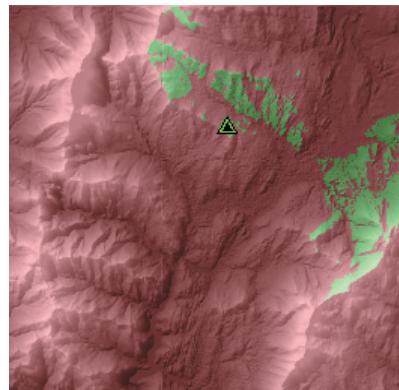


Высоты в районе точки наблюдения



Зеленые ячейки видны из точки наблюдения, красные - не видны.

Отображение отмытки рельефа под слоем высот и результатом выполнения функции Видимости - удобный способ отображения связи между видимостью и рельефом.



Отношение между видимостью и рельефом

Функция Видимости может учитывать кривизну земной поверхности и распределение лучей света при прохождении сквозь атмосферу, если для входной поверхности есть связанный файл проекции, где наземные единицы и z-единицы поверхности выражены в стандартных единицах - футах, метрах и т.д.

Нахождение видимости

Функция Видимость позволяет определить места, видимые из одной или более точек или линий наблюдения. В случае линий в качестве точек наблюдений берутся их вершины.

Растр создается из ячеек, значение которых указывает, видимы или невидимы они из точки наблюдения. Если точек наблюдения больше одной, каждая видимая ячейка растра показывает число точек, из которых ее видно.

Подсказка

Определение Z-фактора

Для правильного вычисления видимости, единицы измерения значений высоты (z) должны соответствовать единицам измерения расстояния (x, y). Если на данной поверхности единицы измерения z отличаются от единиц измерения x, y , используйте Z-фактор для приведения единиц измерения z к единицам измерения x, y . Например, если x и y измеряются в метрах, а z — в футах, задайте Z-фактор равным 0,3048 для конвертации футов в метры.

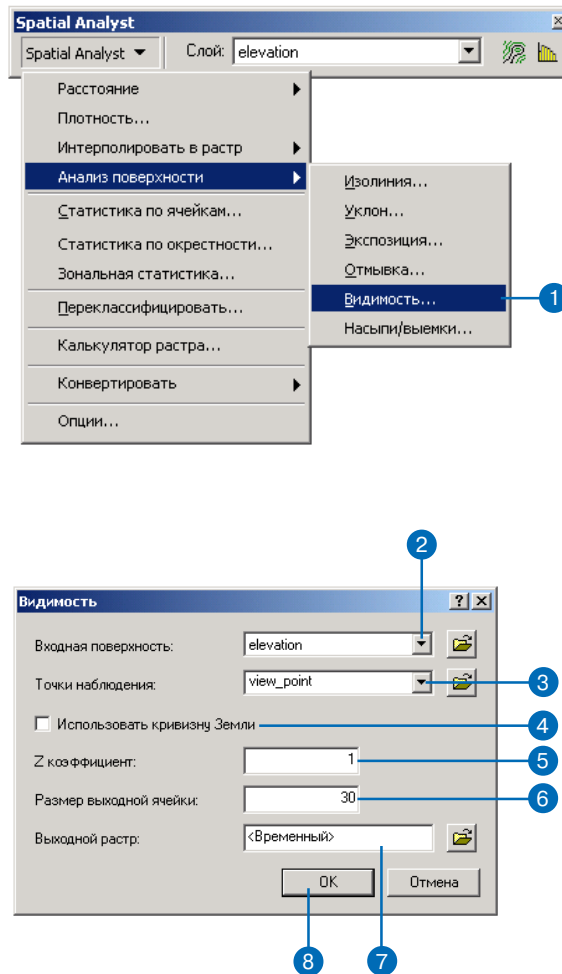
Tip

Дополнительные опции

Дополнительные параметры видимости—SPOT, OFFSETA, OFFSETB, и т.д.используются, если они представлены в таблице атрибутов объектов наблюдения. Дополнительную информацию смотрите в Справке ArcGIS

Создание набора данных видимости

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Анализ поверхности и щелкните на Видимость.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входная поверхность и выберите поверхность, для которой вы хотите вычислить видимость.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Точки наблюдения и выберите векторный слой, содержащий точки наблюдения.
4. Можете изменить заданный по умолчанию Z-коэффициент
5. Можете изменить заданный по умолчанию Размер выходной ячейки.
6. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
7. Нажмите OK.



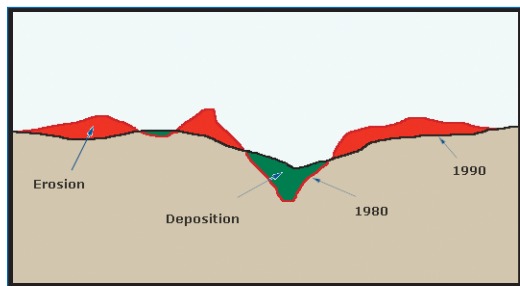
Насыпи/выемки

Что такое насыпи/выемки?

Функция Насыпей/Выемок показывает площади и объемы изменений между двумя поверхностями. Она указывает площадь и объем поверхности, в которой произошли изменения, связанные с добавлением или удалением вещества поверхности.

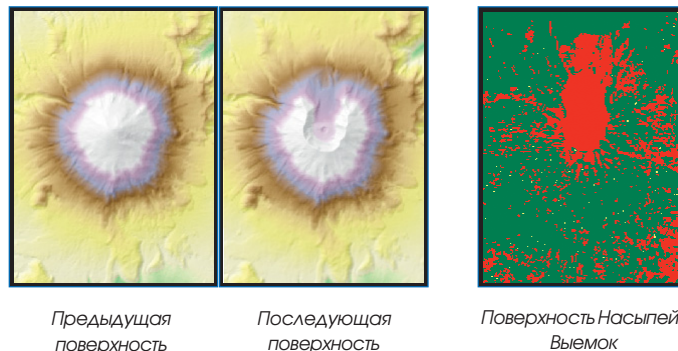
Имея на входе две поверхности для данной области для двух различных периодов времени, функция Насыпей/Выемок создает растр, содержащий регионы, где добавлено вещество, регионы, где удалено вещество, и области, где за период времени не произошло изменений. Отрицательные значения объема указывают области, где количество вещества выросло, а положительные значения указывают области, где оно уменьшилось.

Взяв морфологию речной сети в качестве примера, чтобы проследить величину и местоположение участков эрозии и отложений в речной долине, необходимо наметить серии профилей через долину и регулярно проводить наблюдение для определения областей эрозии и отложений.



Функция Насыпей/Выемок выполняет эти наблюдения для вас, определяя области, изменившиеся за счет размывания или, наоборот, отложений, а также области без изменений. При этом также вычисляется объем вещества, который добавлен или изъят из каждой области.

На диаграмме ниже показано как функция Насыпей/Выемок использует поверхности “До” и “После” для определения областей с насыпями, выемками и неизменившихся в результате извержения вулкана Св. Елены в Национальном парке Пиночета. Области с насыпями отображены зеленым, области с выемками - красным, а неизменившиеся участки показаны на диаграмме желтым цветом.



Когда использовать функцию Насыпей/Выемок?

При помощи функции Насыпей/Выемок:

- Определить области эрозии и отложений в речной долине.
- Вычислить объемы и площади вещества поверхности, которые необходимо изъять или насыпать до определенного уровня строительного участка.
- Определить области, которые часто засыпает во время оползней при поиске безопасных участков для строительства домов.

Вычисление Насыпей/Выемок

Функция Насыпи/выемки позволяет вам создать карту по двум входным поверхностям “До” и “После”, показывающую площадь и объем поверхности, которая была изменена добавлением или удалением вещества, из которого она состоит.

Z-коэффициент - это число единиц измерения расстояний на поверхности (x,y) в единице измерения высоты (z). Значения входной поверхности умножаются на заданный Z-фактор для приведения значений z к другим единицам измерения.

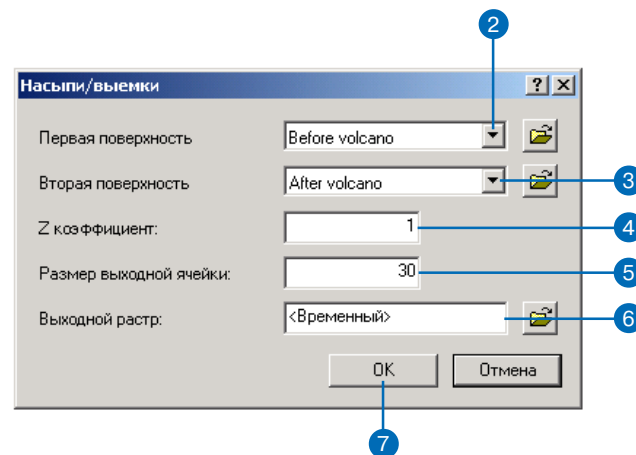
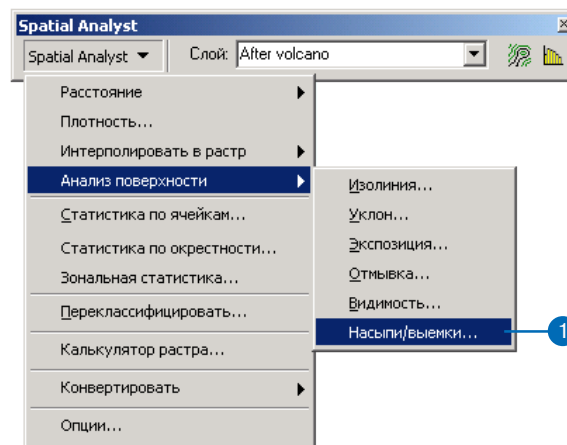
Подсказка

Определение Z-коэффициента

Для правильного вычисления результатов функции Насыпи/выемки, единицы измерения значений высоты (z) должны соответствовать единицам расстояния (x,y). Если на данной поверхности единицы измерения z отличаются от единиц x,y, используйте Z-фактор для приведения единиц измерения z к единицам измерения x,y. Например, если x и y измеряются в метрах, а z - в футах, задайте Z-фактор равным 0,3048 для конвертации футов в метры.

Создание набора данных Насыпи/Выемки

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Анализ поверхности и щелкните на Насыпи/Выемки.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Первая поверхность, и выберите нужную.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Вторая поверхность, и выберите нужную.
4. Можете изменить заданный по умолчанию Z-коэффициент.
5. Можете изменить заданный по умолчанию Размер выходной ячейки.
6. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
7. Нажмите ОК.



Статистика по ячейкам

Что такое функция Статистики по ячейкам?

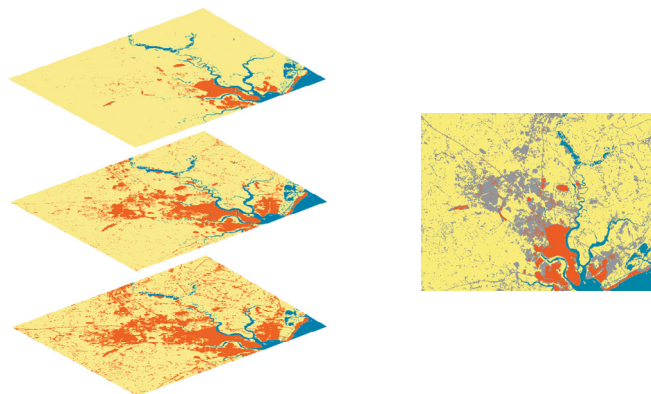
Функция *Статистика по ячейкам* - это локальная функция, где значение каждой ячейки выходного растра является функцией от значений ячеек с тем же местоположением из входных растров.

При вычислении статистики по ячейкам вы можете вычислить для каждой ячейки выходного растра статистическую величину на основании значений ячеек с таким же местоположением во всех входных растрах.

Зачем вычислять статистику по ячейкам?

Используйте эту функцию, когда вам нужно вычислить статистические данные по нескольким растрам. Например, проанализировать развитие определенного явления во времени, например, среднюю урожайность за 10-летний период или разницу температур в разные годы.

На рисунке внизу вычислено разнообразие типов землепользования для каждой ячейки за несколько лет, что позволяет найти участки, где разнообразие больше единицы (участки, закрашенные серым). Это показывает районы, где тип землепользования изме-



нился за указанный период времени, в данном случае отражая рост застройки прилегающих к городу территорий (показанной красным).

Следующие функции могут быть вычислены для каждого положения ячейки во входных растрах и записаны в соответствующую ячейку выходного растра:

Большинство: определяет для каждого положения ячейки наиболее часто встречающееся значение во входных растрах

Максимум: определяет для каждого положения максимальное значение из входных растров

Среднее: определяет для каждого положения среднее значение из входных растров

Медиана: определяет для каждого положения медиану значений из входных растров

Минимум: определяет для каждого положения минимальное значение из входных растров

Меньшинство: определяет для каждого положения наиболее редкое значение во входных растрах

Диапазон: определяет для каждого положения диапазон значений во входных растрах

Стандартное (ср.кв.) отклонение: определяет для каждого положения стандартное отклонение значений из входных растров

Сумма: определяет для каждого положения сумму значений из входных растров

Разнообразие: определяет для каждого положения количество уникальных значений во входных растрах

Вычисление статистики по ячейкам

Функция Статистика по ячейкам позволяет вам вычислить статистическую величину по значениям нескольких входных растров в ячейке с определенным местоположением и записать это значение в выходной растр.

Если ячейка с таким адресом хотя бы в одном из входных растров имеет значение “Нет данных”, ячейка в выходном растре тоже получит значение “Нет данных”.

Подсказка

Установка параметров анализа

Выберите *Опции* в панели инструментов *Spatial Analyst*, чтобы определить рабочую папку, экстенит и размер ячейки для результатов анализа.

Подсказка

Поиск файлов и папок

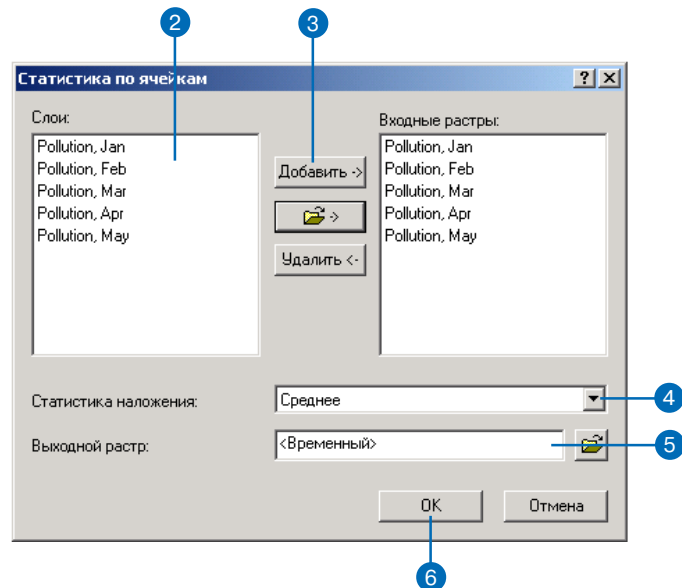
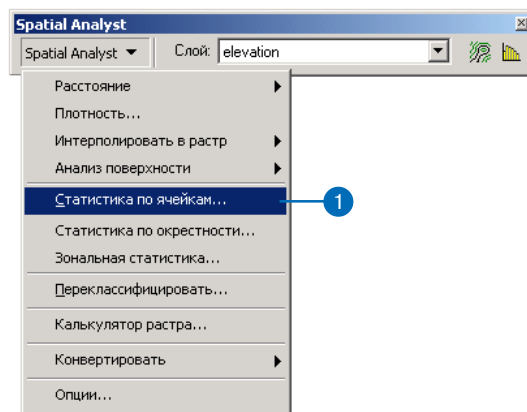
Если нужного вам файла нет в таблице содержания, или если вам нужно указать каталог для записи результатов, щелкните на кнопке *Обзор*.

Создание набора данных с помощью Статистики по ячейкам

1. Щелкните на стрелке вниз в *Spatial Analyst* и выберите *Статистика по ячейкам*.
2. Выберите слои, которые вы хотите использовать в вычислении (для выделения нескольких слоев используйте клавишу Shift).

Или щелкните на кнопке *Обзор*, чтобы выбрать растровые наборы данных с диска.

3. Нажмите *Добавить*.
4. Щелкните на стрелке вниз в окне *Статистика наложения* и выберите тип статистического значения, которое вы хотите вычислить по данным входных растров.
5. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
6. Нажмите *ОК*.



Статистика по окрестности

Что такое функция Статистики по окрестности?

Функция *Статистика по окрестности* - это фокальная функция, которая вычисляет выходной растр, где значение каждой ячейки является функцией от значений входных ячеек в окрестности этой ячейки.

Для каждой ячейки входного растра функция Статистики по окрестности вычисляет статистическую величину на основании значения этой ячейки и ячеек в пределах заданной окрестности, и затем записывает полученное значение в соответствующую ячейку выходного растра.

Следующие виды статистических величин можно вычислить по окрестности каждой ячейки входного растра и записать в соответствующую ячейку выходного растра:

Большинство: определяет для каждого местоположения ячейки наиболее часто встречающееся значение в окрестности

Максимум: определяет для каждого местоположения максимальное значение в окрестности

Среднее: определяет для каждого местоположения среднее значение в окрестности

Медиана: определяет для каждого местоположения медиану значений в окрестности

Минимум: определяет для каждого местоположения минимальное значение в окрестности

Меньшинство: определяет для каждого местоположения наиболее редкое значение в окрестности

Диапазон: определяет для каждого местоположения диапазон значений в окрестности

Стандартное отклонение: определяет для каждого местоположения стандартное отклонение значений в окрестности

Сумма: определяет для каждого местоположения сумму значений в окрестности

Разнообразие: определяет для каждого местоположения количество уникальных значений в окрестности

Формы окрестностей

Окрестность может представлять собой прямоугольник любой площади, круг любого радиуса, кольцо (форма пончика) любого радиуса или сектор круга (клин) в любом направлении.



Прямоугольник

Ширину и высоту прямоугольника можно задать либо в ячейках, либо в единицах измерения карты. По умолчанию установлено значение 3x3 ячейки.



Круг

Размер круга определяется заданным радиусом. Радиус задается в ячейках или в единицах измерения карты, измеряется перпендикулярно оси x или y. Любая ячейка, центр которой попадает в пределы заданного круга, будет использована в вычислениях.



Кольцо

Ячейки, попадающие в пределы кольца, участвуют в вычислениях. Внутренний радиус определяет радиус внутренней окружности кольца от центра обрабатываемой ячейки. Ячейки, попадающие в пределы этого круга, не участвуют в вычислениях по окрестности.

от центра обрабатываемой ячейки. Внешняя окружность определяет экстенгт окрестности. В процессе обработки окрестности ячейки будут использованы значения всех ячеек, центры которых попадают внутрь внешней окружности, но не попадают в пределы внутренней окружности.

Радиус измеряется в количестве ячеек, перпендикулярно оси x или y.



Клин

Ячейки, попадающие в пределы клина, участвуют в вычислениях. Клин определяется значениями радиуса и угла.

Радиус измеряется в ячейках или в единицах измерения карты, перпендикулярно оси x или y.

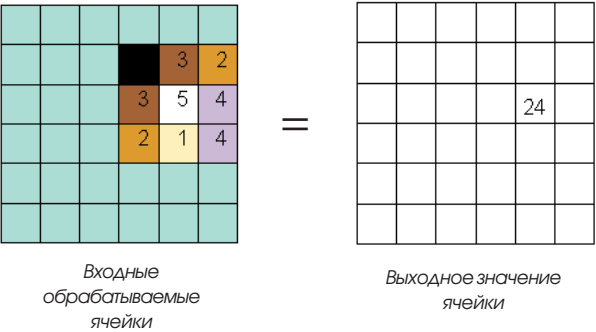
Начальный угол клина может быть целым или числом с плавающей запятой от 0 до 360. Значения угла начинаются с 0 на положительной полуоси x и возрастают против часовой стрелки, пока не завершают полный круг снова в 0.

Конечный угол клина может быть целым числом или с плавающей запятой от 0 до 360. Для создания клина используется угол, определенный начальным и конечным значениями. В обработке окрестности участвуют все ячейки, попадающие в пределы клина.

Функция окрестности для отдельной ячейки

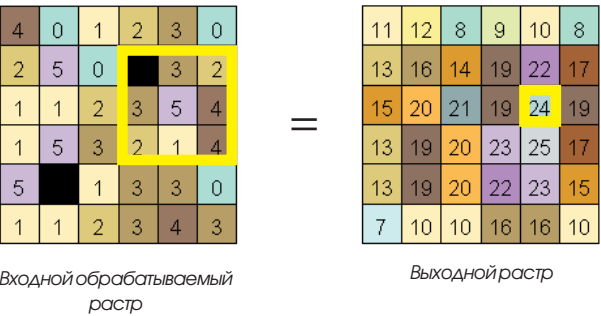
Рассмотрим ячейку со значением 5 на схеме внизу. При работе с прямоугольной окрестностью 3x3 ячейки, сумма значений ячеек-соседей плюс значение самой обрабатываемой ячейки составит 24. Поэтому ячейке выходного растра, позиция которой сов-

падает с позицией обрабатываемой ячейки входного растра, присваивается значение 24.



Функция окрестности для всего набора данных

Каждая ячейка представленного ниже выходного растра получила значение суммы по окрестности 3x3 ячейки. Выделенные желтым ячейки указывают окрестность входной обрабатываемой ячейки со значением 5 и выходной ячейки со значением 24. Этот процесс повторяется для каждой ячейки, пока не будут вычислены значений всех ячеек.



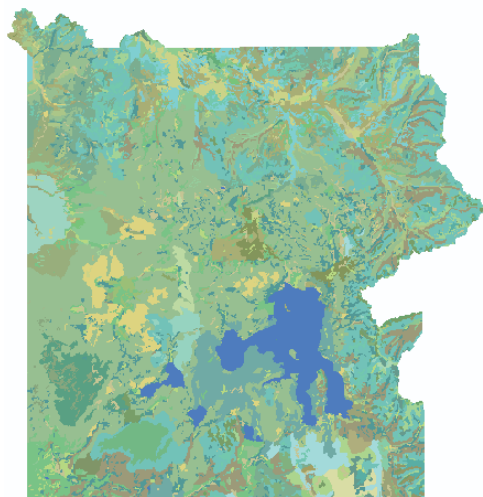
Обработка ячеек со значением “Нет данных”

Если в окрестности имеется ячейка со значением “Нет данных”, она будет проигнорирована. Если вся окрестность состоит из ячеек “Нет данных” выходная ячейка получит значение “Нет данных”.

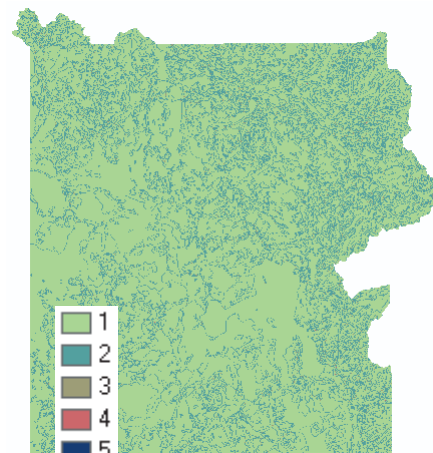
Зачем вычислять статистику по окрестности?

Вычисление статистики по окрестности полезно для получения значения каждой ячейки на основе значений соседних ячеек. Например, при исследовании стабильности экосистемы может быть полезно узнать разнообразие видов животных в каждой окрестности, чтобы определить места, где разнообразие видов сократилось.

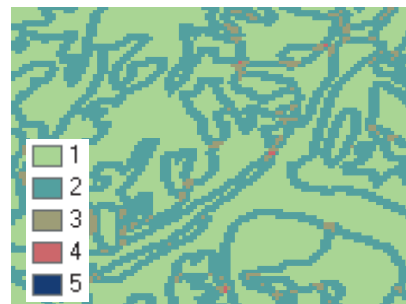
В приведенном ниже примере был взят растр типов землепользования и вычислено разнообразие типов землепользования в окрестности каждой ячейки.



Тип землепользования



Значение, присвоенное каждой выходной ячейке, основано на значениях входной ячейки и ячеек из ее окрестности. Быстрый взгляд на район показывает вам области, где есть более одного типа землепользования.



Увеличив определенный участок, вы можете рассмотреть подробности и узнать, что в определенных местах имеется три и даже четыре различных типа землепользования.

Атрибуты NbrVariety of land cover			
	ObjectID	Value	Count
	1	1	2771514
	2	2	758855
	3	3	24495
	4	4	169
	5	5	1

Запись: 1 Показать: Все Выбранны

Таблица атрибутов сообщит вам, сколько имеется ячеек с определенным количеством типов землепользования в заданной окрестности.

Вычисление статистики по окрестности

Функция Статистика по окрестности позволяет вам вычислять статистические данные для каждой ячейки на основании ее значения и значений ячеек в заданной ее окрестности. Используйте ее, например, для определения преобладающих видов животных в окрестности (статистика Большинство) или количества видов (статистика Разнообразие).

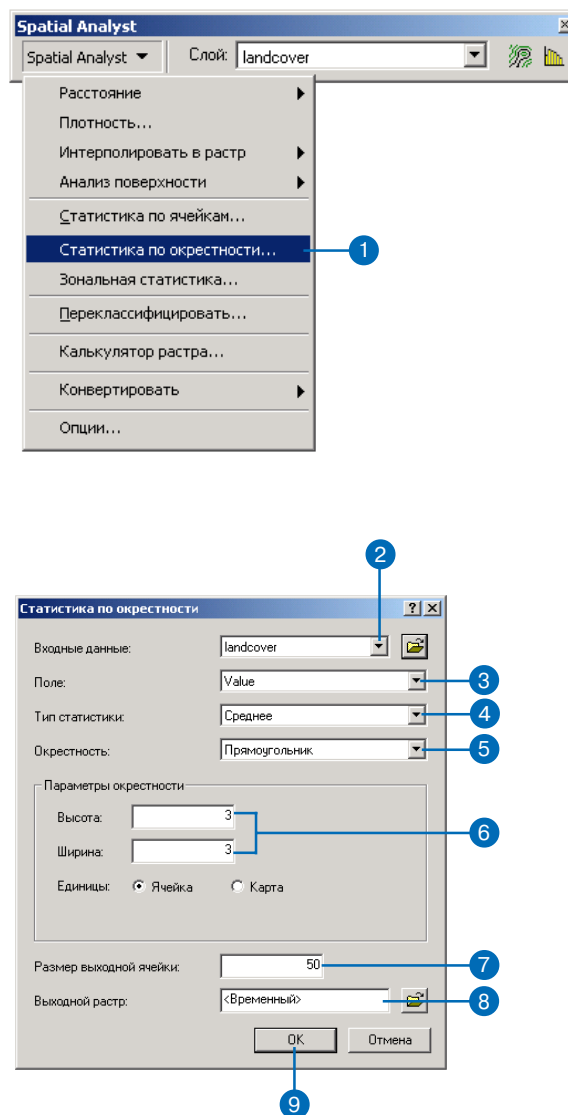
Окрестность определяет форму области, из которой будут выбраны значения для вычислений. Параметры окрестности задают ее форму и размер (количество ячеек или единиц измерения карты), которые будут использоваться при выборе значений для вычислений.

Подсказка

Выделение ячеек на карте
Щелкните правой кнопкой мыши на выходном растре и выберите Открыть таблицу атрибутов. Чтобы выделить ячейки на карте, щелкните на строке таблицы.

Создание карты статистики по окрестности

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Статистику по окрестности.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входные данные и выберите слой данных, по которому вы хотите вычислить статистику.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Поле и выберите поле входных данных, которое вы хотите использовать.
4. Щелкните на стрелке вниз в окне Тип статистики и выберите статистическую характеристику, которую вы хотите вычислить.
5. Щелкните на стрелке вниз в окне Окрестность и выберите нужный тип окрестности.
6. Задайте Параметры окрестности для выбранной окрестности.
7. Можете изменить заданный по умолчанию Размер выходной ячейки.
8. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
9. Нажмите OK.



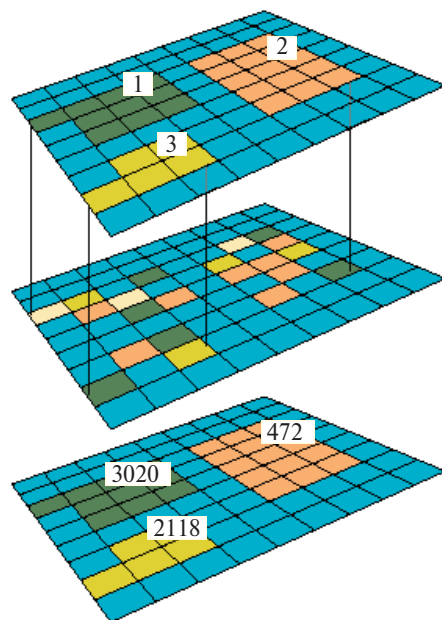
Зональная статистика

Что такое функция Зональной статистики?

С помощью функции Зональной статистики можно вычислить статистические данные по каждой зоне в наборе данных по зонам на основании значений в другом наборе данных.

Зона - это все ячейки раstra с одинаковым значением, независимо от их пространственной связанности. Однако, в качестве “набора данных зон” можно использовать как растровые, так и векторные данные. Так, например, участки с жилой застройкой - это зона растрового набора данных землепользования, а векторный набор данных дорог может представлять зоны для статистики ДТП.

Функции зональной статистики работают по-зонно; одно выходное значение вычисляется для всей зоны в растровом наборе данных



Слой зон:

Определяет зоны (форму, значения и расположение).

Растр значений:
Содержит исходные значения, используемые для вычисления статистики по каждой зоне.

Входной слой зон:
в таблицу атрибутов слоя зон может быть добавлено поле, содержащее статистическое значение по каждой зоне.

По каждой зоне можно вычислить следующие статистические значения:

Большинство: определяет для каждого местоположения ячейки наиболее часто встречающееся значение в зоне

Максимум: определяет для каждого местоположения максимальное значение в зоне

Среднее: определяет для каждого местоположения среднее значение в зоне

Медиана: определяет для каждого местоположения медиану значений в зоне

Минимум: определяет для каждого местоположения минимальное значение в зоне

Меньшинство: определяет для каждого местоположения наиболее редкое значение в зоне

Диапазон: определяет для каждого местоположения диапазон значений в зоне

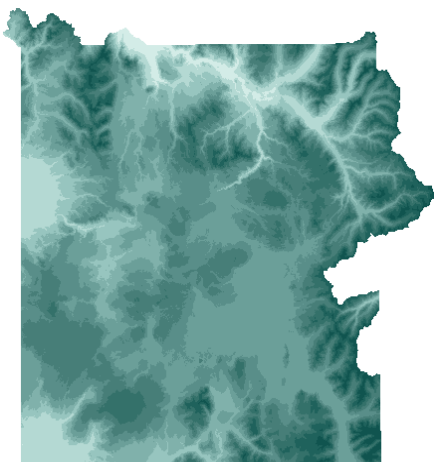
Стандартное (ср.кв.) отклонение: определяет для каждого местоположения стандартное отклонение значений в зоне

Сумма: определяет для каждого местоположения сумму значений в зоне

Разнообразие: определяет для каждого местоположения количество уникальных значений в зоне

Зачем использовать зональную статистику?

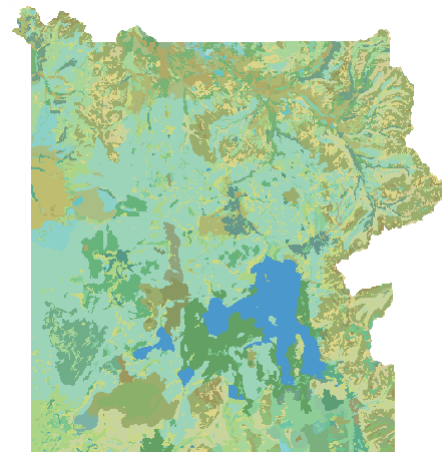
Вы можете вычислить среднюю высоту над уровнем моря для каждой лесной зоны или количество дорожно-транспортных происшествий на каждой улице города. Или вы можете выяснить, сколько типов растительности характерно для каждой высотной зоны (разнообразие). На рисунке внизу показан пример входных и выходных данных зональной статистики. На выходной диаграмме и в таблице показано разнообразие видов растительности для каждой высотной зоны. Наибольшее многообразие растительности наблюдается в зонах в районе 2500 метров.



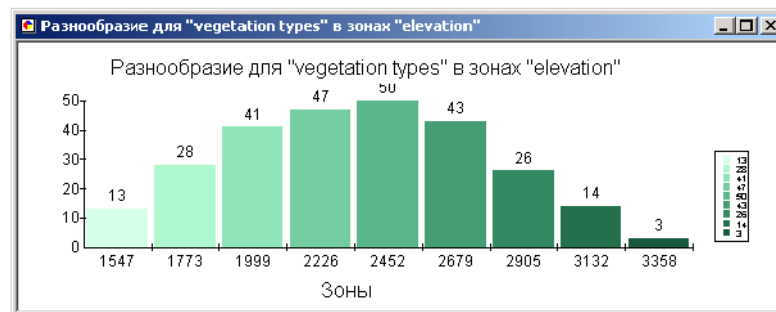
Входной набор данных зон: зоны высот
(Высота от 1,547 до 3,358 м)

Атрибуты zones	
VALUE	VARIETY
1547	13
1773	28
1999	41
2226	47
2452	50
2679	43
2905	26
3132	14
3358	3

Выходная таблица



Входной растр значений: виды растительности



Выходная диаграмма

Вычисление зональной статистики

Функция Зональной статистики позволяет вам вычислять статистику для каждой зоны набора данных зон на основании информации из растра значений. Это может быть средняя плотность населения в зоне, загрязнение окружающей среды или тип растительности для зон высот.

Подсказка

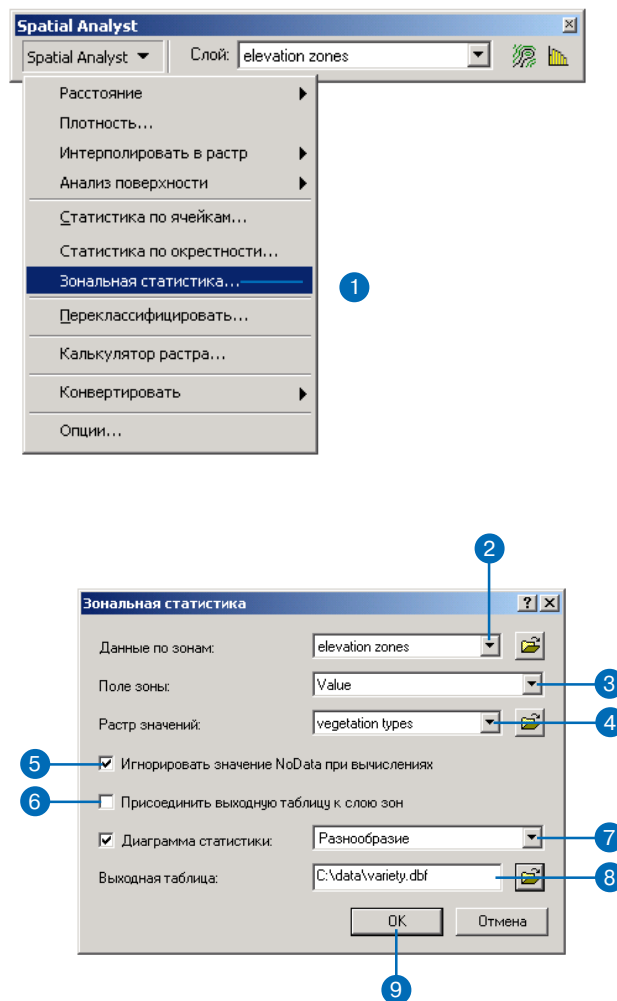
Использование значения “Нет данных”

Отключите опцию *Игнорировать значения “Нет данных”* при вычислениях, если вы хотите, чтобы значения “Нет данных” учитывались в вычислениях. Если в пределах зоны встретится значение “Нет данных”, выходное значение для этой зоны будет “Нет данных”, так как недостаточно информации для завершения вычислений.

Оставьте опцию *Игнорировать “Нет данных”* включенной, если вы хотите, чтобы значения “Нет данных” игнорировались. При вычислениях в каждой зоне будут использоваться только те ячейки растра значений, в которых содержатся реальные значения.

Создание диаграммы зональной статистики

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Зональную статистику.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Набор данных зон и выберите слой, который вы хотите использовать.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Поле зоны и выберите в слое зон нужное поле.
4. Щелкните на стрелке вниз в окне Растр значений и выберите нужный растр.
5. Уберите отметку против Игнорировать “Нет данных” при вычислениях, чтобы значения “Нет данных” из растра значений учитывались в вычислениях.
6. Поставьте отметку против Присоединить выходную таблицу к слою зон.
Обратите внимание, что это возможно только для слоев, а не для наборов данных с диска.
7. Щелкните на стрелке вниз в окне Диаграмма статистики и выберите тип статистики для диаграммы.
8. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
9. Нажмите ОК.



Переклассификация

Что такое переклассификация?

Переклассификация означает просто замену входных значений ячеек новыми выходными значениями.

Входные данные могут быть в любом поддерживаемом растровом формате. Если вы имеете дело с многозональным растром, в переклассификации будет использована первая полоса.

Зачем переклассифицировать данные?

Существует множество различных целей переклассификации данных. Вот наиболее распространенные из них:

- Замена значений на основании новой информации
- Группировка значений
- Переклассификация значений по общей шкале (например, при анализе пригодности или создании растра стоимости для использования функции Расстояние с весом стоимости)
- Замена определенных значений на “Нет данных” или замена “Нет данных” на действительные значения.

Замена значений на основе новой информации

Переклассификацию полезно использовать, когда вы хотите заменить значения во входном растре новыми значениями. Это может потребоваться, если вы выяснили, что значение одной или нескольких ячеек в действительности должно быть другим, например, если изменился тип землепользования.

Группировка значений

Вам может потребоваться упростить информацию в растре. Например, вы можете объединить различные типы лесов в один класс лесов.

Переклассификация значений в наборе растров по единой шкале

Другая причина для переклассификации - присвоение растру значений предпочтительности, чувствительности, приоритета или другого аналогичного критерия. Эту операцию можно выполнить с одним растром (растру типов землепользования можно присвоить значения 1–10, отражающие вероятность эрозии), или с несколькими растрами, чтобы привести их к общей шкале значений.

Например, при поиске склонов, на которых наиболее велика опасность появления лавины, исходными данными должны быть уклон, тип почв и растительность. Каждый из этих растров можно переклассифицировать по шкале 1-10 в зависимости подверженности каждого атрибута каждого растра образованию лавин (Например, самым крутым склонам в растре уклона должно быть присвоено значение 10, поскольку они наиболее подвержены возникновению лавин). Подробнее модель пригодности рассмотрена в Главе 2 “Поиск места для новой школы в г. Стоув, штат Вермонт, США”.

Замена определенных значений на “нет данных” или замена “Нет данных” на значение

Иногда вам нужно исключить определенные данные из анализа, например, если на некоторые типы почв (например, на болота) наложены ограничения, не позволяющие вести на них строительство. В таких случаях вы можете заменить эти значения на “Нет данных”, чтобы исключить их из дальнейшего анализа.

В других случаях может потребоваться заменить “Нет данных” на значение, например, если появились данные для ячеек, ранее помеченных, как “Нет данных”.

Переклассификация данных

Диалоговое окно Переклассификация позволяет вам модифицировать значения входного растра и сохранить изменения в новом выходном растре.

Для этого может быть много разных причин, например, замена значений на основании новой информации, группировка значений, переклассификация по общей шкале (например, для использования в анализе пригодности), перевод определенных значений в “Нет данных” или присвоение реальных значений вместо “Нет данных”.

Кнопка Загрузить позволяет вам загрузить таблицу перекодировки, созданную ранее с помощью кнопки Сохранить, и применить ее ко входному растру.

Кнопка Сохранить позволяет вам сохранить таблицу перекодировки для дальнейшего использования.

Подсказка

Замена значений “Нет данных”

Значения “Нет данных можно превратить в численные значения так же, как вы изменяете значения других данных.

Подсказка

Изменение классов старых значений

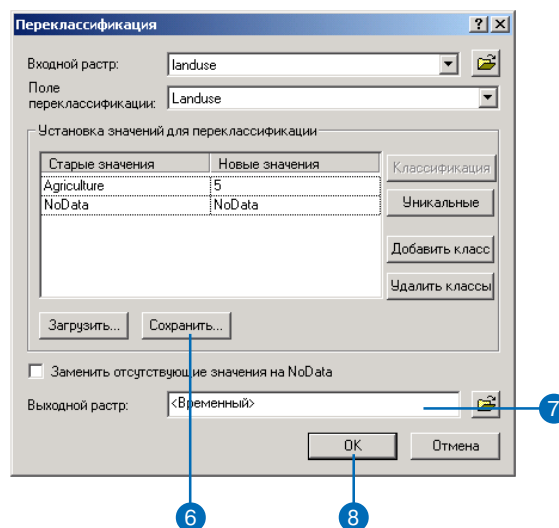
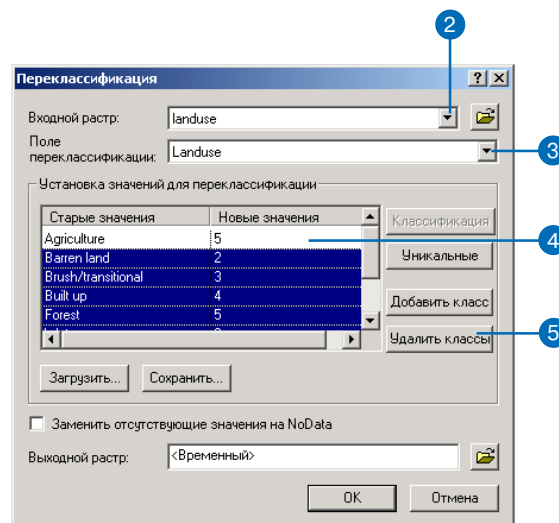
Щелкните Классифицировать, чтобы по-разному классифицировать старые значения. Щелкните на Уникальные, чтобы разделить старые классы значений на уникальные значения.

Замена значений на основе новой информации

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Переклассифицировать.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входной растр и выберите растр, значения которого вы хотите изменить.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Поле переклассификации и выберите поле, которое вы хотите использовать.
4. Щелкните на Новые значения там, где вы хотите изменить старые, и наберите новые значения .
5. Выделите все остальные Новые значения, удерживая клавишу Shift, затем щелкните на Удалить записи.

Все остальные значения останутся в выходном растре неизмененными.

6. Можете нажать Сохранить, чтобы сохранить таблицу переклассификации.
7. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
8. Нажмите ОК.



Подсказка

Разгруппировка значений

Чтобы разгруппировать значения, щелкните правой кнопкой на группе и выберите Разгруппировать значения.

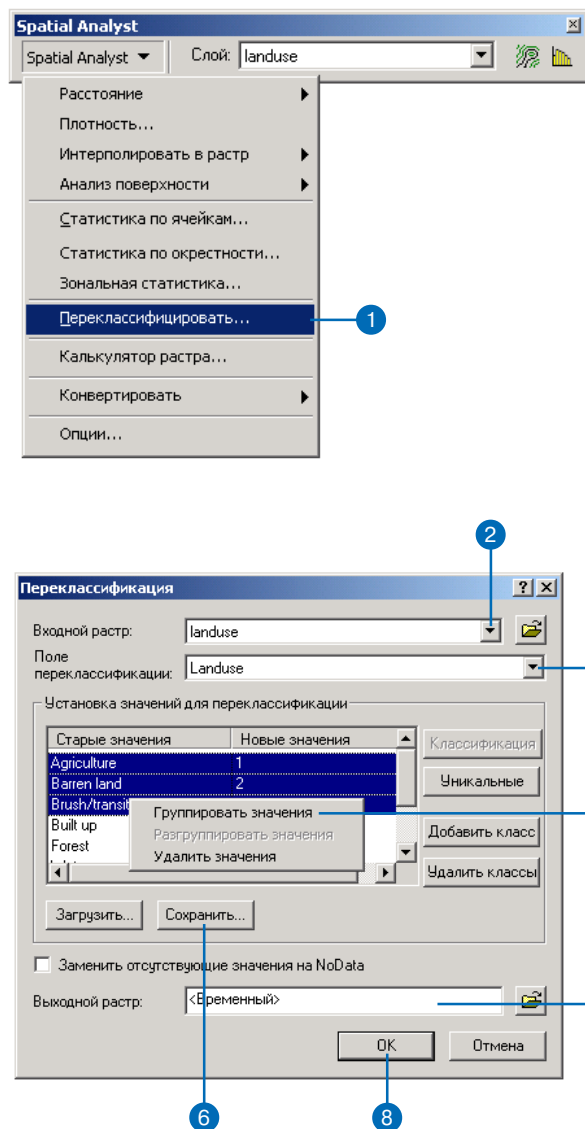
Подсказка

Изменение классов старых значений

Щелкните на Классифицировать, чтобы изменить классификацию старых значений. Щелкните на Уникальные, чтобы разделить старые классы значений на отдельные значения.

Группировка значений

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Переклассифицировать.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входной растр и выберите растр, в котором вы хотите сгруппировать значения.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Поле переклассификации и выберите поле, которое вы хотите использовать.
4. Щелкните на Старых значениях, которые вы хотите сгруппировать (выделите одно, затем, удерживая клавишу Shift, выберите остальные), затем щелкните на них правой кнопкой мыши и выберите Группировать значения.
5. Задайте сгруппированным записям и другим старым значениям Новые значения, которые вы хотите им присвоить.
6. Можете нажать Сохранить, чтобы сохранить таблицу переклассификации.
7. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
8. Нажмите ОК.



Используйте диалоговое окно Переклассификация, чтобы переклассифицировать по общей шкале входные растры для моделирования пригодности. При это каждый из растров переклассифицируется по общей шкале, так, чтобы старые значения, имеющие большее влияние на пригодность, получили более высокие новые значения.

Подсказка

Изменение классов старых значений

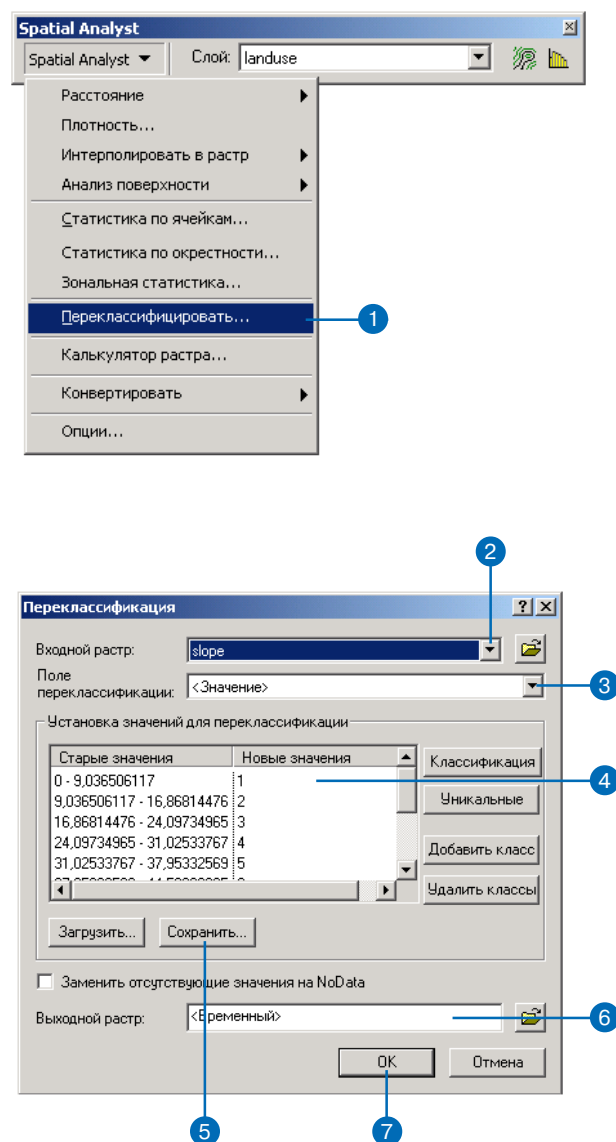
Щелкните на *Классифицировать*, чтобы изменить классификацию старых значений. Щелкните на *Уникальные*, чтобы разделить старые классы значений на отдельные значения.

См. также

Подробнее о моделировании пригодности см. Главу 2, “Поиск места для новой школы в г. Стоув, штат Вермонт, США”.

Переклассификация значений набора растров по единой шкале

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Переклассифицировать.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входной растр и выберите растр, в котором вы хотите присвоить значениям приоритеты.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Поле переклассификации и выберите поле, которое вы хотите использовать.
4. Щелкните на кнопке Новые значения и задайте приоритеты для каждой записи (это, в зависимости от вашей пространственной задачи, может быть предпочтение, стоимость или время).
5. Можете нажать Сохранить чтобы сохранить таблицу переклассификации.
6. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
7. Нажмите ОК.



Подсказка

Изменение диапазонов в выходном растре на уникальные значения

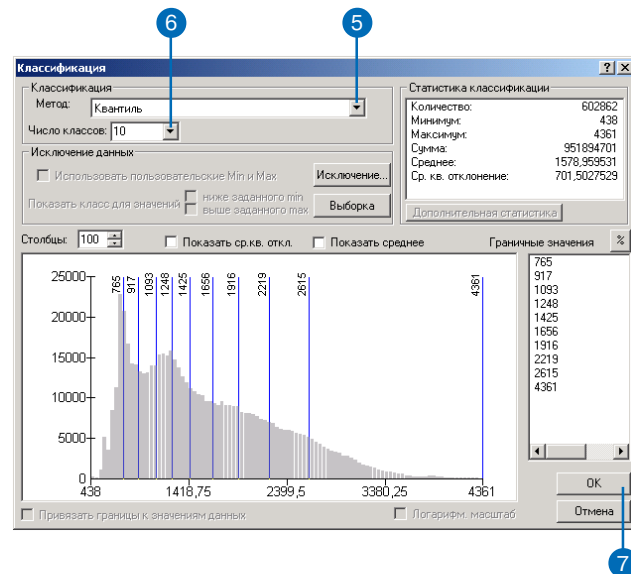
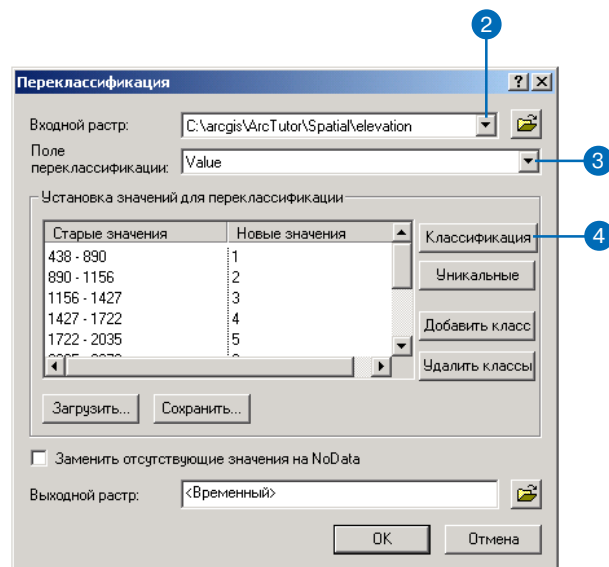
Если значения в вашем входном растре сгруппированы по диапазонам, а вы хотите вернуть уникальные значения, щелкните на Уникальные.

См. также

Информацию о схемах классификации вы найдете в разделе “стандартные схемы классификации” в Руководстве пользователя ArcMap.

Изменение классификации входных растров

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Переклассифицировать.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входной растр и выберите растр, в котором вы хотите присвоить значения приоритеты.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Поле переклассификации и выберите поле, которое вы хотите использовать.
4. Нажмите кнопку Классифицировать.
5. Щелкните на стрелке вниз в окне Метод и выберите метод классификации для ваших входных данных.
6. Щелкните на стрелке вниз в окне Классы и выберите количество классов, на которые вы хотите разбить данные.
7. Нажмите ОК.
8. Модифицируйте Новые значения выходного растра, как вам требуется.
9. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
10. Нажмите ОК в диалоговом окне Переклассификация.



Подсказка

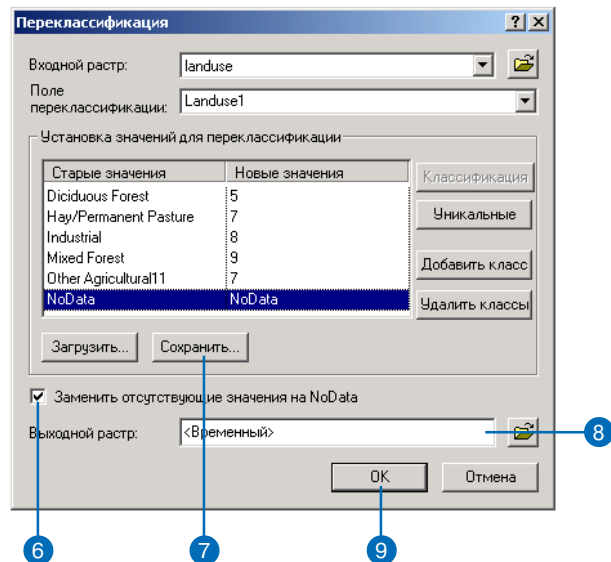
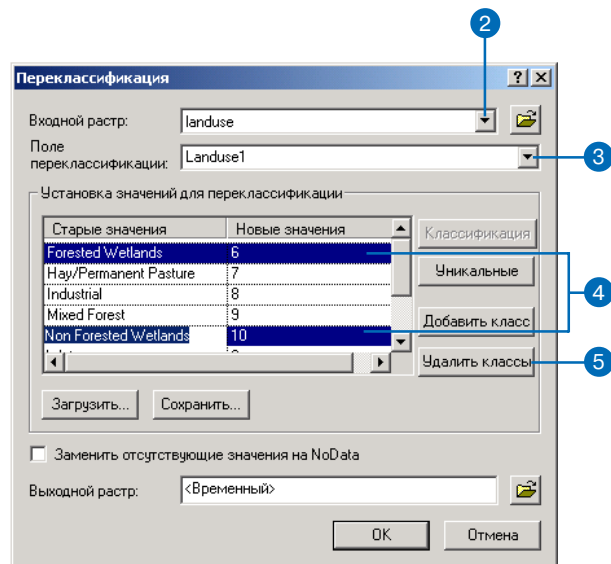
Изменение значения на “Нет данных”

Значения “Нет данных” можно превратить в численные значения так же, как вы изменяете значения других данных.

Замена определенных значений на “Нет данных”

1. Щелкните на стрелке вниз в окне Входной растр и выберите Переклассифицировать.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входной растр и выберите растр, в котором вы хотите изменить значения на “Нет данных”.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Поле переклассификации и выберите поле, которое вы хотите использовать.
4. Щелкните на значениях, которые вы хотите изменить на “Нет данных”.
5. Нажмите Удалить записи.
6. Поставьте отметку против Заменить отсутствующие значения на “Нет данных”.
7. Можете нажать Сохранить чтобы сохранить таблицу переклассификации.
8. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
9. Нажмите ОК.

В выходном растре удаленные значения будут заменены на “Нет данных”.



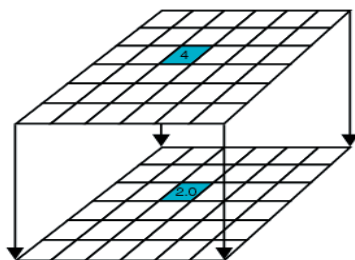
Калькулятор растров

Что можно делать с помощью Калькулятора растров?

Калькулятор растров предоставляет вам мощный инструмент для решения многих задач. Вы можете использовать язык *Алгебры карт* для выполнения математических вычислений с помощью *операторов* и *функций*, создавать запросы выбора или выполнять операции Spatial Analyst. Входными данными могут быть растровые слои или наборы данных грида, шейп-файлы, покрытия, таблицы, константы и числа.

Математические операторы и функции

Операторы и функции вычисляют выражение на основании значений входных ячеек, пространственно совпадающих с выходной ячейкой.



$\text{Sqrt}([\text{Слой1}])$

Математические операторы

Математические операторы применяют математическую операцию к значениям двух или более входных растров. В Калькуляторе растров есть три группы математических операторов: *Арифметические*, *Булевы* и *операторы отношений*. Все операторы, включая Побитовые, Комбинаторные и Логические, можно набрать в Калькуляторе растров. Поддерживае-

мые операторы и значения приоритета см. в Приложении В.

Арифметические операторы

Арифметические операторы выполняют сложение, вычитание, умножение и деление двух растров или двух чисел или их комбинации.

Арифметические операторы : *, /, -, +

Например, операция $[\text{Inlayer1}] + [\text{Inlayer2}]/2$ (см. рисунок) - в выходном растре отобразится среднее значение для каждой ячейки.

1	1	0
2	3	3
2	0	1

Входной растр Inlayer1

1	2	0
2	3	3
1	1	1

Входной растр Inlayer2

1.0	1.5	0.0
2.0	3.0	3.0
2	0.5	1.0

Выходной растр
(Среднее от Inlayer1 и
Inlayer2)

Булевы операторы

Булевы операторы применяют Булеву логику TRUE (ИСТИННО) или FALSE (ЛОЖНО) поочередно к входным растрам. На выходе значению TRUE соответствует 1, FALSE - 0.

Булевские операторы: And, Or, Xor, Not

And (&): находит ячейки, в которых в обоих входных растрах стоит не 0.

1	1	0
2	3	3
	0	1

Входной растр Inlayer1

1	2	0
2	3	3
1	1	1

Входной растр Inlayer2

1	1	0
1	1	1
	0	1

Выходной растр
(Inlayer1) & (Inlayer2)

Or (|): находит ячейки, в которых в одном из входных растрах, или в обоих, стоит не 0.

Xor (!): находит ячейки, в которых в одном из входных растрах, но не в обоих, стоит не 0.

Not (^): находит в одном входном растре ячейки, в которых не присутствует ненулевое значение.

Операторы отношений

Операторы отношений оценивают определенные условия отношений. Если условие TRUE, на выходе присваивается 1, если условие FALSE, на выходе присваивается 0.

Операторы отношений : ==, >, <, <>, >=, <=

Например, результатом “Inlayer1 <> 3” (значения слоя 1 не равны 3) может создать выходной растр всех территорий кроме лесов, если лесам соответствует значение 3.

1	1	0
2	3	3
	0	1

Входной растр Inlayer1

1	1	1
1	0	0
	1	1

Выходной растр
(Inlayer1) <> 3

Математические функции

Математические функции применяются к значениям одного входного растра.

Есть четыре группы математических функций: Логарифмические, Арифметические, Тригонометрические и Степенные.

Логарифмические функции: *Логарифмические функции* выполняют экспоненциальные и логарифмические вычисления с входными растрами и числами. Есть средства вычисления экспоненты по основанию e (Exp), 10 (Exp10) и 2 (Exp2), а также натурального логарифма (Log), десятичного (Log10) и двоичного (Log2).

Например, ниже показан результат Exp ([Inlayer1]):

1	1	0
2	3	3
	0	1

Входной растр Inlayer1

2.72	2.72	1.00
7.39	20.10	20.10
	1.00	2.72

Выходной растр
Exp([Inlayer1])

Арифметические функции: Поддерживается шесть *Арифметических функций*. Функция Abs определяет модуль значений входного растра. Две функции округления, Ceil и Floor, преобразуют десятичные дроби в целые значения. Int и Float преобразуют значения из целочисленных в значения с плавающей запятой и обратно. Функция IsNull возвращает 1 если во входном растре значение равно “No data” и 0, если нет.

Тригонометрические функции: *Тригонометрические функции* выполняют различные тригонометрические вычисления со значениями из входного растра. Есть функции: синус (Sin), косинус (Cos), тангенс (Tan), арксинус (Asin), арккосинус (Acos) и

арктангенс (Atan).

Степенные функции: Поддерживаются три *Степенные функции*. Это квадратный корень (Sqrt) от значений входного растра, квадрат (Sqr) и степень (Pow).

Использование Алгебры карт

Алгебра карт является аналитическим языком Spatial Analyst. Выходные данные являются результатом определенных манипуляций со входными данными. Язык Алгебры карт дает прямой доступ ко множеству дополнительных функций.

Основные правила и ограничения

- Входные данные должны быть наборами данных гридов, растровыми слоями, шейп-файлами, покрытиями, таблицами, константами и числами.
- Выходные данные могут быть в виде наборов данных гридов, шейп-файлов, таблиц или файлов, таких как ASCII файлы.
- Поддерживаются многострочные выражения.
- Должно быть задано полное имя слоя (если слой в таблице содержания) или полное имя, включающее путь, для набора данных.
- Аккумулятивные операторы не поддерживаются.
- Функции Spatial Analyst могут быть выполнены через калькулятор растров:

уклон ([Inlayer1]) —вычисляет уклон для Слой 1

среднее ([Inlayer1], [Inlayer2], [Inlayer3]) —вычисляет среднее значение среди растров пояечно.

отмывка рельефа (e:\spatial\elevation) —создает отмывку рельефа для растра высот, расположенного на диске

Команды и правила Алгебры карт вы найдете в Приложении А, или в ArcGIS Desktop Help index for Map Algebra.

Использование Калькулятора растров

Калькулятор растров предоставляет вам доступ ко многим инструментам. Вы можете использовать Алгебру карт для присвоения растрам веса и комбинирования их для построения модели пригодности, создавать выборку данных с помощью запросов, применять математические операторы и функции или выполнять операции Spatial Analyst. Используйте слои из таблицы содержания или наберите полное имя пути к набору данных (гриду) на диске. Например, команда `c:\spatial\elevation * 2` использует набор данных высот, находящийся по указанному адресу, умножив его на два. ►

Подсказка

Изменение шрифта, используемого в выражении
Щелкните правой кнопкой в окне выражения и выберите шрифт

Подсказка

Создание постоянного результата

Задайте имя результата в выражении,

`outgrid = [Inlayer1] * [Inlayer2]`
или создайте временный результат, затем щелкните на нем правой кнопкой в таблице содержания и выберите Сделай постоянным.

Использование калькулятора растров для присвоения веса

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Калькулятор растров.

2. Дважды щелкните на слое, которому вы хотите присвоить вес.

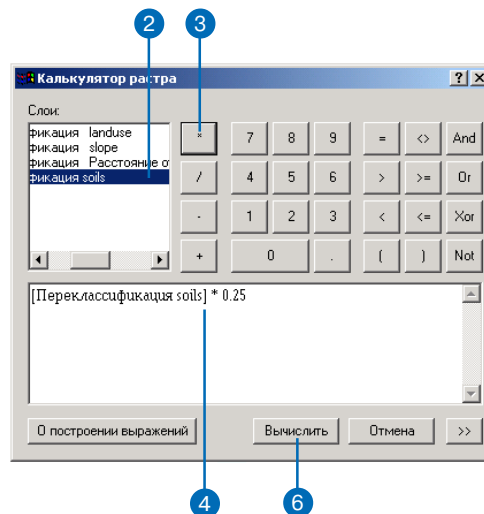
Имя слоя будет добавлено в окно выражения.

3. Щелкните на значке Умножение.

4. Наберите значения веса для данного набора данных.

5. Повторите шаги 1-5 для всех наборов данных, которым нужно присвоить вес.

6. Нажмите Вычислить.



Использование калькулятора растров для комбинирования

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Калькулятор растров.

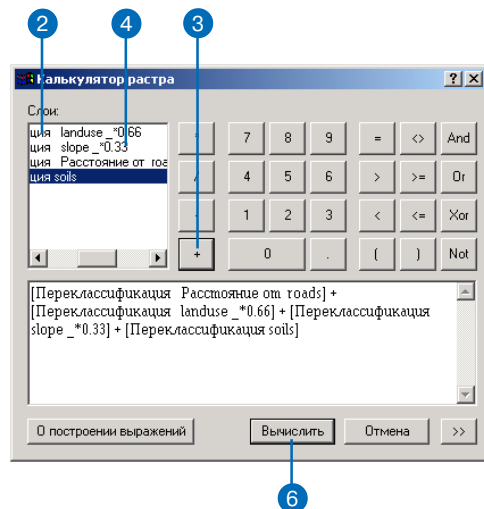
2. Дважды щелкните на первом слое.

3. Нажмите на кнопку Сложения.

4. Щелкните на следующем слое.

5. Повторите шаги 3 и 4, чтобы сложить растры.

6. Нажмите Вычислить.



Калькулятор растров позволяет вам выполнить множество разнообразных запросов к данным. Например, операция $[elevation] > 3000 \ \& \ [landuse] == 5$

найдет в растре высот все ячейки со значением высоты более 3000 метров, для которых тип землепользования равен 5. Ячейкам, удовлетворяющим критериям (высота больше 3000 и тип землепользования равен 5) в выходном растре будет присвоено значение 1. Ячейкам, не удовлетворяющим заданным критериям (высота меньше 3000 или тип землепользования не равен 5) в выходном растре будет присвоено значение 0. ►

Подсказка

Доступ к последним выражениям

Щелкните правой кнопкой в окне выражений и выберите Последние выражения. Можете копировать и вставлять выражения в окне выражений.

Подсказка

Длинные выражения

Если ваше выражение слишком длинное для написания в одной строке - используйте значок комбинирования строк, ~, в конце строки, затем продолжайте выражение в следующей строке.

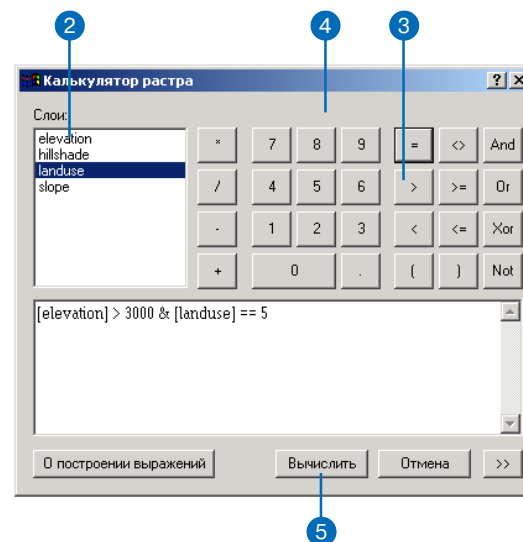
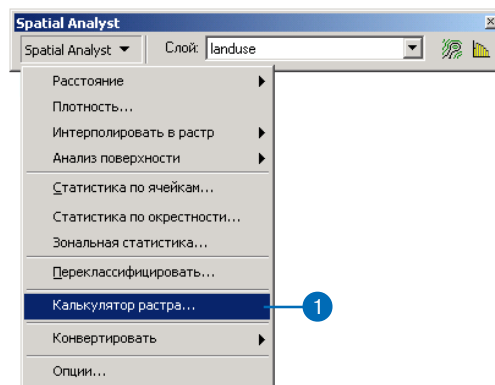
См. также

Наберите *expressions, multiline* в индексе Справки для получения информации по вводу многострочных выражений.

Использование калькулятора растров для выбора данных

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Калькулятор растров.
2. Дважды щелкните на слое, в котором вы хотите выбрать ячейки, чтобы добавить его в окно выражений (например, слой elevation).
3. Выберите оператор, который вы хотите использовать (например, ">" or "And").
4. Наберите, или введите щелчком на соответствующей цифре значение (например, 3000) или щелкните на другом слое, в зависимости от используемого оператора.
5. Нажмите Вычислить, чтобы выполнить вычисления.

Калькулятор растров будет закрыт, и вы получите сообщение о результате.



Используйте Калькулятор растров для выполнения математических функций с вашими данными.

Приведем пример использования функции Expr.

Используйте приведенный ниже синтаксис выражения, если вы работаете со слоем из списка Слоев, которые вы ранее добавили к ArcMap): Expr([Density])

Если вы не добавили растровый набор данных, который вы хотите использовать, в качестве растрового слоя в ArcMap, его не будет в списке Слоев. Если растровый набор данных - это грид, вы можете задать путь к набору данных грида на диске: Expr(c:\data\Density)

Используйте Калькулятор растров для выполнения функций ►

Подсказка

Расширение окна выражений

Щелкните и растяните нижнюю границу диалогового окна калькулятора растров для увеличения окна выражений.

См. также

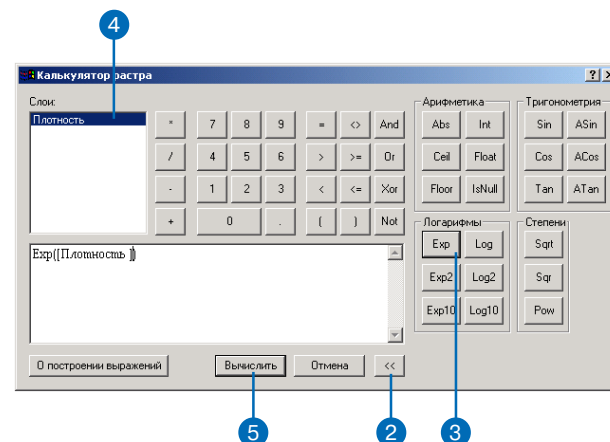
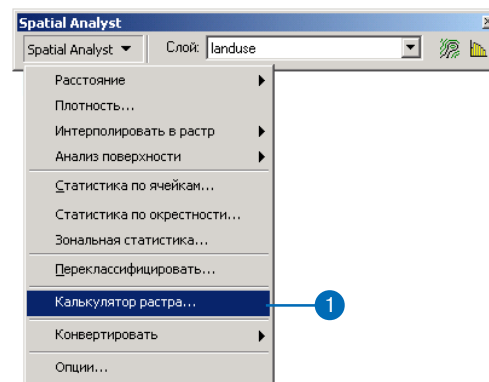
Команды и правила Алгебры карт вы найдете в Приложении А. Поддерживаемые операторы и значения приоритета см. в Приложении В.

См. также

Щелкните на кнопке О построении выражений для доступа к справке по калькулятору растров, а также по функциям Spatial Analyst.

Использование калькулятора растров для выполнения математических функций с данными

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst и выберите Калькулятор растров.
2. Щелкните на значке Расширение (>>), чтобы расширить Калькулятор растров и открыть доступ к математическим функциям.
3. Выберите функцию, которую вы хотите использовать.
4. Дважды щелкните на слое, к которому вы хотите применить функцию.
5. Нажмите Вычислить.



Spatial Analyst.

Приведем пример использования функции SLICE:

`slice([elevation], eqinterval, 20)`
SLICE разделяет входные данные (высоты) на 20 классов с равными интервалами.

Для всех выражений Алгебры карт нужно напечатать функцию Алгебры карт, открыть скобку, указать входной растр, затем любые другие параметры и закрыть скобку.

Приведенный ниже синтаксис нужно использовать при работе со слоями из списка Слоев (слоями, добавленными в ArcMap):

`slice([elevation], eqinterval, 20)`

В ином случае, если входные данные - это покрытие, шейп-файл, таблица или набор данных грида, вы можете задать путь к входным данным на диске: `slice(c:\data\elevation], eqinterval, 20)`

Подсказка

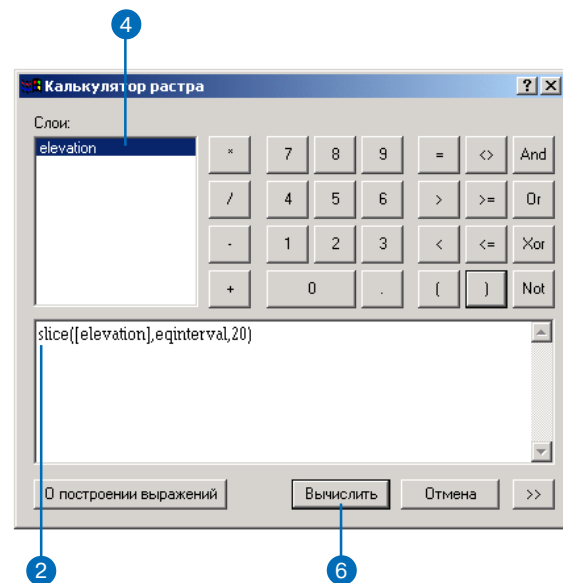
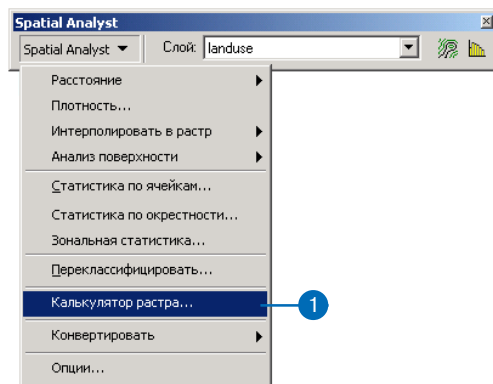
Доступ к информации по применению Наберите функцию *Spatial Analyst*, выделите ее, затем щелкните правой кнопкой и выберите *Применение...* для просмотра синтаксиса *Map Algebra*.

См. также

Щелкните на кнопке *О построении выражений* для доступа к справке по калькулятору растров, включая функции *Spatial Analyst*.

Использование калькулятора растров для работы с Алгеброй карт

1. Щелкните на стрелке вниз в *Spatial Analyst* и выберите *Калькулятор растров*.
2. Наберите функцию Алгебры карт (например, `slice`).
3. Откройте скобку.
4. Дважды щелкните на слое, который вы хотите использовать в качестве входного набора данных.
5. Закройте скобку или поставьте запятую, добавьте параметры и закройте скобку.
6. Нажмите *Вычислить*.



Конвертация

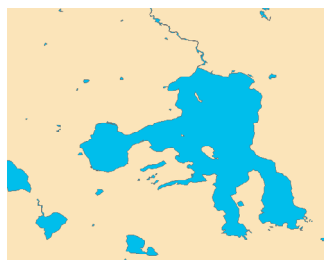
Конвертация векторных данных в растры

Полигоны, полилинии и точки из любого исходного векторного файла можно преобразовать в растр. Не имеет значения, представляют ли исходные векторные данные чертежи САПР, покрытие или шейп-файл, их все можно преобразовать в растр.

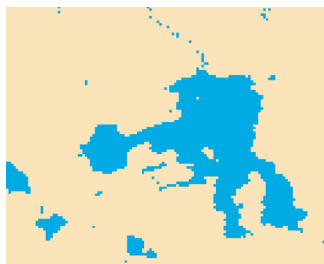
Вы можете преобразовывать векторы, используя как численные, так и символьные поля. Если вы используете символьное поле, каждой уникальной строке в поле будет присвоено уникальное значение в выходном растре. Чтобы сохранить в выходном растре исходное значение строки для объектов, это поле будет добавлено к таблице растра.

Преобразование полигонов в растры

При преобразовании полигонов каждой ячейке присваивается значение того полигона, на который попадает ее центр.



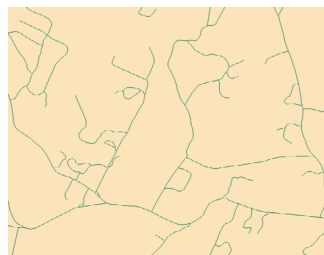
Исходные полигоны



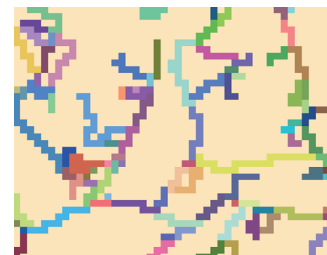
Выходной растр

Преобразование полилиний в растры

При преобразовании линий ячейке присваивается значение пересекающей ее линии. Ячейкам, которые не пересекает ни одна линия, присваивается значение “Нет данных”. Если ячейку пересекает несколько линий, ей присваивается значение первой линии, встретившейся при обработке. Использование меньшего размера ячейки поможет уменьшить количество таких случаев.



Исходные линии

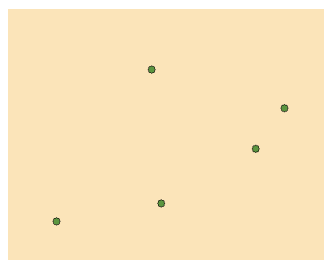


Выходной растр

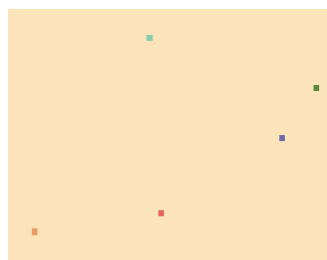
Преобразование точек в растры

Когда вы преобразуете точки, каждой ячейке присваивается значение точки, которая в ней оказалась. Ячейкам, не содержащим точек, присваивается значение “Нет данных”.

Если в ячейке оказалось несколько точек, ей присваивается значение первой точки, встретившейся при обработке. Использование меньшего размера ячейки поможет уменьшить количество таких случаев.



Исходные точки



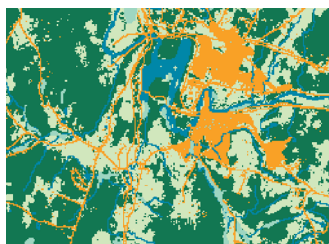
Выходной растр

Конвертация растров в векторные данные

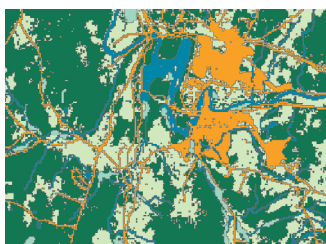
Преобразование растра в полигоны

Когда вы преобразуете растр, представляющий полигоны, в полигональные объекты, полигоны строятся из непрерывных групп ячеек с одинаковым значением.

Дуги создаются из границ ячеек растра. Непрерывные группы ячеек с одинаковым значением объединяются, формируя полигоны. Ячейки со значением “Нет данных” во входном растре не становятся объектами в выходном слое полигонов.



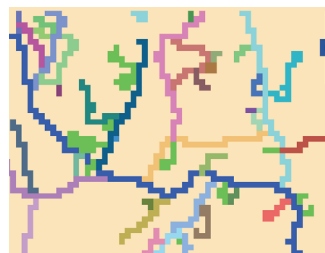
Входной растр



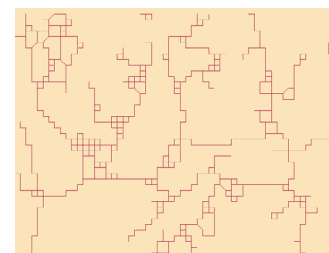
Выходные полигоны

Преобразование растра в ломаные линии

Когда вы преобразуете растр, представляющий линейные объекты, в векторы - ломаные линии, каждая ломаная линия создается из всех ячеек входного растра и проходит через центры всех этих ячеек. Ячейки со значением “Нет данных” во входном растре не становятся объектами в выходном слое линий.



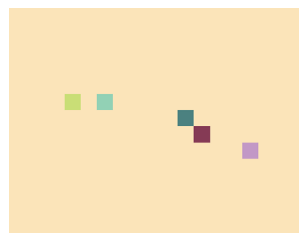
Входной растр



Выходные линии

Преобразование растра в точки

Когда вы преобразуете растр, представляющий точки, в точечные объекты, для каждой ячейки входного растра в выходном векторном слое будет создана точка. Координаты каждой точки совпадают с центром соответствующей ячейки. Ячейки со значением “Нет данных” не будут преобразованы в точки.



Входной растр



Выходные точки

Конвертация данных

Данные можно конвертировать из растра в вектор или из вектора в растр.

При преобразовании вектора в растр вы можете задать размер ячейки выходного растра. Выбор размера ячейки должен опираться на несколько факторов: разрешение входных данных, разрешение выходных данных, необходимое для выполнения анализа, и необходимость поддержки приемлемой скорости работы. Более объемные растры обрабатываются дольше. Более точное разрешение (означающее снижение скорости обработки) может быть иногда важным для выполняемого анализа. По умолчанию размер ячейки равен 1/250 от минимального расстояния (ширины и высоты) экстенда входного векторного слоя, если вы не задали другой размер ячейки в диалоговом окне Опции.

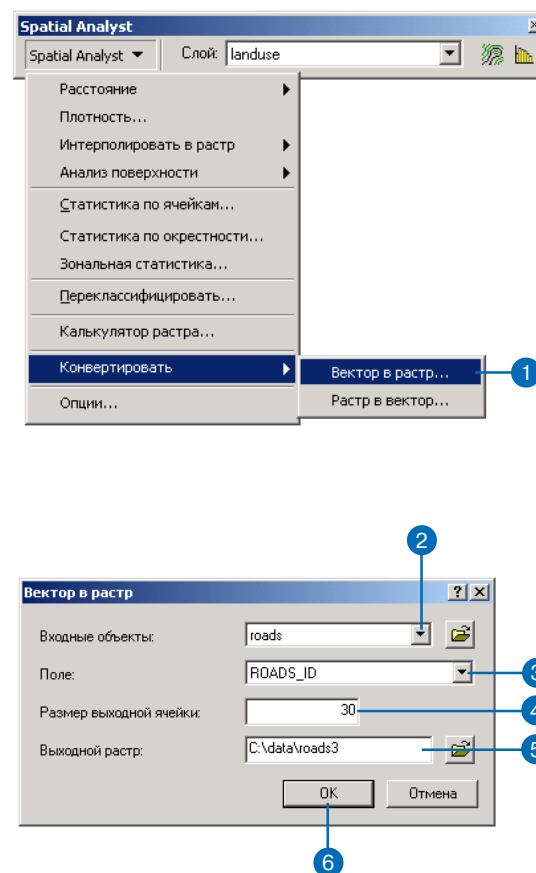
Подсказка

Установка параметров анализа

Щелкните на Опции в панели инструментов Spatial Analyst, чтобы определить рабочую папку, экстенд и размер ячейки для результатов анализа.

Конвертация векторных данных в растровые

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Конвертировать, и щелкните на Вектор в растр.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входные объекты и выберите векторный слой объектов, который вы хотите преобразовать в растр.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Поле и выберите поле, которое вы хотите скопировать в выходной растр.
4. Можете набрать Размер выходной ячейки.
5. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
6. Нажмите ОК.



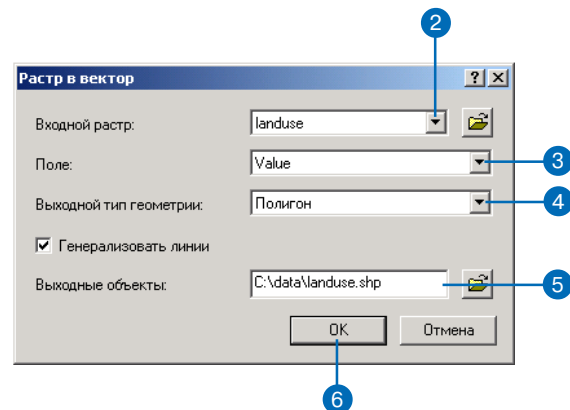
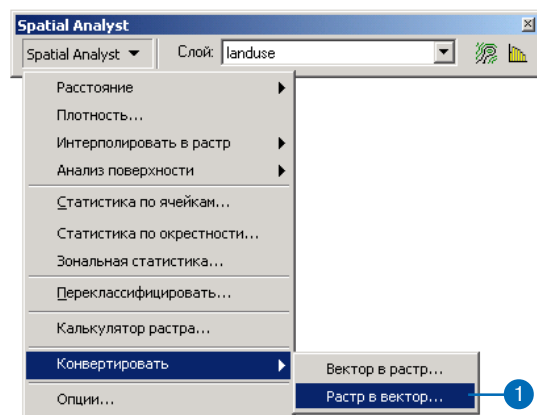
Подсказка

Поиск файлов и директорий

Если нужного вам файла нет в таблице содержания, или если вам нужно указать директорию для записи результатов, щелкните на кнопке *Пролистать*.

Конвертация растровых данных в векторные

1. Щелкните на стрелке вниз в Spatial Analyst, выберите Конвертировать, и щелкните на Растр в вектор.
2. Щелкните на стрелке вниз в окне Входной растр и выберите растр, который вы хотите конвертировать в вектор.
3. Щелкните на стрелке вниз в окне Поле и выберите поле, с помощью которого вы хотите определить объекты во входном растре.
4. Щелкните на стрелке вниз в окне Выходной тип геометрии и выберите тип объектов, которые вы хотите создать из ваших растровых данных.
5. Задайте имя для результата или оставьте по умолчанию, чтобы сохранить временный набор данных в рабочей папке.
6. Нажмите ОК.



Приложение

A

В ЭТОМ ПРИЛОЖЕНИИ

- Компоненты языка Алгебры карт
- Правила Алгебры карт

В дополнение к множеству функций, вызываемых в Spatial Analyst через интерфейс пользователя, можно использовать разнообразные функции из Алгебры карт. Вы можете обращаться к Алгебре карт через диалоговое окно Калькулятора растров. Выражения Алгебры карт можно строить с помощью кнопок Калькулятора растров, или напрямую набирать в окошке Выражения. Вычисление выражений происходит, когда вы нажимаете кнопку Вычислить.

Алгебра карт (Map Algebra) - это язык анализа для Spatial Analyst. Ее синтаксис прост и похож на любую другую алгебру. Выходной растровый набор данных является результатом заданных действий с входными растрами. Входные данные могут быть простыми, т.е. отдельным набором данных грида, растровым слоем или шейп-файлом, и действие может быть простым, например, вычислением синуса от значения в каждой точке, или же действие может применяться к набору входных растровых слоев или наборов данных гридов, например, сложение значений трех наборов данных гридов или растровых слоев. Алгебра карт не только обеспечивает доступ к дополнительному набору функций, отсутствующих в интерфейсе пользователя, но также позволяет вам строить более сложные выражения и обрабатывать их одной командой. Например, вы можете вычислить синус от входного растрового слоя или набора данных и сложить его с другими растровыми слоями или наборами данных гридов.

Как и все языки, Алгебра карт состоит из набора правил. Зная основные правила, вы сможете использовать Spatial Analyst для продвинутых задач. В данном приложении описан синтаксис Алгебры карт.

Компоненты языка Алгебры карт

Главная сила Spatial Analyst - в его аналитических возможностях. Spatial Analyst через язык Алгебры карт предоставляет инструменты для выполнения таких операций, как локальные, фокальные, зональные и глобальные функции и функции приложений.

Компоненты языка

Язык Алгебры карт предоставляет строительные блоки, которые можно использовать по отдельности или совместно друг с другом для решения задач. При комбинировании блоков для выполнения поставленной задачи необходимо следовать синтаксису, или набору правил, предусмотренному в Spatial Analyst. Грамматика языка определяет значение строительных блоков в зависимости от положения блока в выражении. Если ограничения по типам данных или синтаксис нарушены, Spatial Analyst выдаст сообщение об ошибке и не вычислит результат.

Строительными блоками в языке Алгебра карт являются объекты, действия и квалификаторы действий. По своей роли они аналогичны существительным, глаголам и наречиям.

Объекты

Объекты - это либо хранимая информация, либо значения. Они являются исходными данными для вычислений или могут указывать место хранения результата. Объектами языка Алгебры карт являются наборы данных гридов, растровые слои, таблицы, константы и числа. Любое слово, использованное в выражении и не являющееся оператором, функцией или константой, считается именем существующего или создаваемого набора данных грида или существующего растрового слоя или таблицы. Выполняемая функция или оператор определяет контекст, в котором задаются типы объектов.

Действия

Действия, которые могут быть выполнены с входными объектами - это операторы и функции. Операторы Spatial Analyst выполняют

математические вычисления с наборами данных гридов, растровыми слоями, таблицами и числами, или любыми комбинациями таких объектов. Набор операторов состоит из арифметических, булевых, побитовых, логических операторов и операторов отношений, работающих с целыми числами и числами с плавающей запятой, и комбинаторных операторов, которые одновременно производят наложение растровых слоев и наборов данных и поддерживают входные атрибуты.

Функции Spatial Analyst - это инструменты пространственного картографического моделирования, анализирующие данные по ячейкам. Эти функции делятся на пять основных категорий: локальные, фокальные, зональные, глобальные и функции приложений. Локальные функции включают тригонометрические, экспоненциальные, переклассификацию, выборку и статистику. Фокальные функции предоставляют набор инструментов для анализа окрестности. Зональные функции позволяют проводить анализ и вычислять статистику по зонам. Глобальные функции представляют собой инструменты для анализа всего растрового слоя или набора данных, такие как вычисление раstra Расстояния по прямой (Straight Line) или Расстояния, взвешенного по стоимости (Cost Weighted Distance). Функции приложений предоставляют инструменты для решения специальных задач, таких как гидрология, чистка данных или геометрическая трансформация.

Квалификаторы

Квалификаторы - это параметры, которые указывают, как и где должно быть выполнено действие. Хотя каждый оператор и функция выполняет определенное действие, тип и образ этого действия могут меняться.

Действия либо допускают, либо требуют наличия параметров, определяющих, как, на каком экстенде и с какими значениями должно быть выполнено действие. Например, для выполнения действия в Spatial Analyst могут потребоваться такие параметры: какой растровый слой или набор данных будет использоваться в зональ-

ной функции, какие ячейки следует включить в фокальную окрестность или в какую степень должна возвести значения функция степени.

Константы и числа - это объекты с одним значением, обычно численным, их можно использовать для получения результата в сочетании с оператором или функцией. Среди встроенных в язык Алгебры карт констант имеются: π (3.14), e (2.718) и DEG (57.296) - градус/радиан. Все значения в растровом слое или наборе данных можно умножить или разделить на любое число, или прибавить число к каждому значению растрового слоя или набора данных, или же вычесть. Числа можно использовать в любых операциях с растровыми слоями, наборами данных или константами. Для функции число может быть также и параметром, например, ширина окрестности, максимальное расстояние, до которого следует вычислять Расстояние по прямой, или критерий для условного оператора.

Синтаксис Алгебры карт

Операторы размещаются между двумя объектами: растровыми слоями, наборами данных, константами и числами.

`[i nlayer1] + [i nlayer2]`

В приведенном выше выражении, выходной растровый набор данных создается для хранения результатов вычисления выражения, в котором производится поэлементное сложение значений входных слоев `inlayer1` и `inlayer2`.

Или оператор может быть помещен перед одним растровым слоем, набором данных, константой или числом.

`- [i nlayer1]`

В приведенном выше выражении создается выходной растровый набор данных, в котором каждая ячейка будет содержать значение соответствующей ячейки из растрового слоя `inlayer1` с противоположным знаком

Выражение, выполняющее функцию, зависит от синтаксиса и параметров, связанных с каждой функцией.

`sin(c:\data\ingrid1)`

`mean([i nlayer1], [i nlayer2], [i nlayer3])`
`focal sum([i nlayer1], rectangle, 3, 3)`
`zonal mean([i nlayer1], c:\spatial\ingrid2)`
`eucdistance(e:\data2\ingridsource)`

Все приведенные выше выражения построены правильно. В первом выражении выходной растровый набор данных содержит значения синуса, вычисленного поэлементно от значений входного растрового набора данных `inlayer1`. Во втором выражении выходной растровый набор данных содержит значения среднего, вычисленного поэлементно от входных растровых слоев `inlayer1`, `inlayer2` и `inlayer3`. В третьем выражении выходной растровый набор данных содержит значения суммы восьми ближайших соседей обрабатываемой ячейки плюс ее собственное значение. В четвертом выражении результатом будет среднее значение из растрового набора данных `inlayer2` в зонах, определяемых растровым слоем `inlayer1`. Последнее выражение присваивает каждой ячейке выходного растрового набора данных значение Расстояния по прямой (`eucdistance`) до ячеек источника, определенных растровым набором данных `ingridsource`.

Можно создавать составные или вложенные выражения, выполняющие несколько задач. Они формируются путем комбинирования констант, чисел, растровых слоев и наборов данных, имен полей и таблиц с операторами и функциями. Каждое составное выражение включает несколько действий, как в следующем примере:

`sin([i nlayer1]) + pow([i nlayer2], 2)`

Каждому оператору присваивается значение приоритета (см. 'Таблицу поддерживаемых операторов и значений приоритета' в Приложении B). `Spatial Analyst` обрабатывает сначала оператор с наиболее высоким значением приоритета, затем со следующим значением приоритета и так далее. Если у двух операторов значения приоритета одинаковы, будет обработан сначала оператор, стоящий ближе к левому концу выражения, поскольку в `Spatial Analyst` принято чтение слева направо. Значение приоритета всех функций одинаково, и, следовательно, они выполняются по очереди

слева направо.

Скобки меняют приоритеты, поэтому Spatial Analyst сначала выполняет все операторы, заключенные в скобки. Скобки могут быть вложенными, при этом первым будет обрабатываться наиболее глубоко вложенный оператор или функция.

Алгебра карт в Spatial Analyst похожа на стандартную алгебру и следует многим соглашениям о порядке выполнения алгебраических операций. Основная разница между ними в том, что Алгебра карт Spatial Analyst была построена для работы с растровыми слоями и наборами данных, в то время как стандартная алгебра работает с числами.

Типы входных данных Алгебры карт

Входными данными в Алгебре карт могут быть растровые наборы данных, растровые слои, шейп-файлы, покрытия, таблицы, константы и числа.

Все растровые наборы данных, растровые слои, шейп-файлы, покрытия и таблицы должны уже существовать на момент вычисления выражения.

При вводе растрового набора данных, шейп-файла, покрытия или таблицы в выражение можно задать только их имена, если они находятся в текущей рабочей папке (установленной в диалоговом окне Опции, как в следующем примере:

```
cos (i nl ayer1)
```

Однако, необходимо задать полное имя и путь растрового набора данных, шейп-файла, покрытия или таблицы, если такой объект не находится в текущей рабочей папке и не является растровым слоем, добавленным к вашему сеансу ArcMap:

```
cos (E: \mydi rectory\i ngri d1)
```

Если входной объект - это растровый слой, включенный в список Слои в Калькуляторе растров, имя слоя следует заключить в скобки.

```
cos ([i nl ayer1])
```

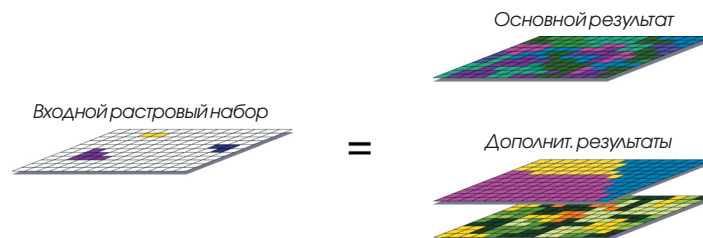
Результаты Алгебры карт

В калькуляторе растров нельзя использовать функции и операторы, результатом которых не будет растровый набор данных. Имя выходного растрового набора данных задавать не нужно, поскольку создается временный растровый набор данных; Spatial Analyst назовет его именем "calc" с порядковым номером (например, calc1). Число, следующее за словом "calc" будет последовательно увеличиваться на единицу для каждого следующего выходного растрового набора данных.

Обычно с каждым вычисленным целочисленным растровым набором данных бывает связана таблица атрибутов значений - (Value Attribute Table, или VAT), содержащая два поля по умолчанию: Значение (Value) и Счет (Count). Некоторые операторы возвращают растровые наборы данных с таблицей, содержащей дополнительные поля. Для выходного набора, полученного при выполнении комбинаторных операторов и функций, в таблице содержатся не только Значение и Счет, но и комбинация значений исходных растров, результатом которой явилось каждое итоговое значение.

Набор результатов

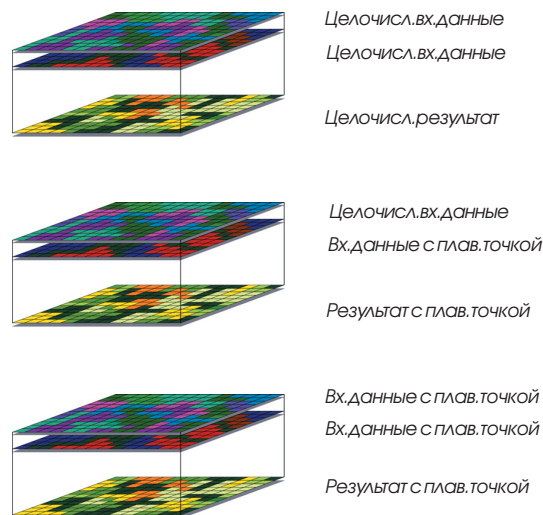
Хотя большинство функций в качестве результата создают один растровый набор данных, некоторые функции, такие как Эвклидово распределение и Стоимостное распределение, создают несколько выходных растров. В таких случаях один из растров является основным. Остальные растры являются необязатель-



ными результатами, создание которых определяется параметрами функции. Они будут сохранены в виде постоянных файлов в текущей рабочей папке, если аргументы содержат их имя, или в папке, которую вы укажете, задав полный путь.

Типы выходных значений

Тип исходных значений может определять тип значений в выходном растровом наборе данных. Обычно, когда оператор (но не функция) применяется к одному или более целочисленным растровым наборам данных или растровым слоям, результатом будет растровый набор данных с целочисленными значениями; когда же оператор применяется к одному или более растровым наборам данных или растровым слоям с плавающей точкой, результатом будет рас-



стровый набор данных с плавающей точкой. Когда оператор применяется к нескольким растровым наборам данных или растровым слоям, и хотя бы один из них содержит значения с плавающей точ-

кой, результатом будет растровый набор данных с плавающей точкой. Из этих правил есть исключения. Например, булевы и комбинаторные операторы всегда выдают целочисленные значения, независимо от типа исходных значений.

Значения с плавающей точкой возвращают все локальные, фокальные и зональные функции вычисления статистики, например, среднего значения и стандартного отклонения. Некоторые глобальные функции, такие как функции расстояния и интерполяции, также возвращают значения с плавающей точкой. Для других функций, таких как Выборка, FocalSum или ZonalMin, тип выходного значения определяется типом входного значения. Тип выходного значения для каждой функции можно посмотреть в системе онлайн-справки (Help).

Алгебра карт предоставляет несколько функций для преобразования растров из целочисленного формата в формат с плавающей точкой и наоборот. Дополнительную информацию вы найдете в системе онлайн-справки (Help) по функциям Int, Float, Floor и Ceil.

Значение "Нет данных" в операторах и функциях

Общие правила для значения "Нет данных" (NoData) в Spatial Analyst состоят в следующем:

- Для любого оператора или локальной функции - если ячейка с определенным адресом хотя бы в одном из входных растров содержит значение "Нет данных", ячейка с тем же адресом в выходном растре получает значение "Нет данных".
- Для фокальных функций: если какая-либо ячейка в окрестности обрабатываемой ячейки содержит значение "Нет данных", функция игнорирует это значение и проводит вычисления с остальными значениями. Ключевое слово "Нет данных" (NoData) можно использовать для изменения поведения по умолчанию, чтобы оно присваивалось каждой ячейке, в заданной окрестности которой встретилось такое значение.
- Для зональных функций: если какая-либо ячейка во входном наборе данных грида или растровом слое в пределах зоны, определенной входным гридом зон или растровым слоем, имеет значение "нет данных", по умолчанию функция проигнорирует

это значение и вычислит результат по остальным данным. Ключевое слово "Нет данных" (NoData) можно использовать для изменения поведения по умолчанию, чтобы "Нет данных" присваивалось каждой ячейке, в зоне которой встретилось такое значение. Если "Нет данных" имеется в любой ячейке набора данных грида или слоя зон, в выходном растре эта ячейка получает значение "Нет данных".

- Функции вычисления расстояния по прямой игнорируют значение "Нет данных" при вычислениях, поскольку расстояние и направление являются истинными расстояниями и направлениями по прямой. Входной набор данных грида или растровый слой источника должны содержать действительные значения в ячейках источника и значения "Нет данных" в остальных ячейках.
- Функции стоимостного расстояния при вычислениях считают значение "Нет данных" в стоимостном гриде или растровом слое барьером, а местоположениям входных ячеек со значением "Нет данных" присваивается "Нет данных" в выходном растре. Входной набор данных грида или растровый слой источника должен содержать действительные значения в ячейках источника и значения "Нет данных" в остальных ячейках.
- Для остальных глобальных функций, если значение "Нет данных" есть в какой-либо ячейке во входном наборе данных грида или растровом слое, ей присваивается "Нет данных" и в выходном растре.
- При выполнении функции Select (Выборка), если результат оценки условий, заданных выражением - не Истина (True), ячейке присваивается значение "Нет данных", а не 0. В этом состоит отличие от операторов отношений и функции Test, записывающих 0 в ячейки, для которых результат вычисления - Ложь (False).
- При выполнении условной функции (Con), если не присвоено никакого значения выходному аргументу, который используется, когда оценка условия - Ложь (False), то ячейки, оцененные как False, получают на выходе значение "Нет данных".

- Некоторые локальные функции, например, Popularity (Встречаемость), Majority (Большинство) и Minority (Меньшинство), оценивают количество повторений значения, а не само значение. Если не найдено ни одного *N-ного* значения для Popularity, Majority или Minority, ячейке на выходе присваивается значение "Нет данных". Это происходит, когда все входные значения ячейки для данного местоположения различны. Ни одно значение не встречается чаще или реже, чем другие. Возвращение одного из входных значений, например, первого обнаруженного, было бы неправильно. Вы не будете знать, действительно ли это значение *N-ное* по встречаемости, наиболее частое или редкое.

Раздел по каждой команде в системе онлайн-справки Spatial Analyst (Help) описывает обработку значения "Нет данных" при вычислениях.

Замена значений на "Нет данных" и "Нет данных" на значения

Иногда может потребоваться заменить ячейки со значением "Нет данных" в наборе данных грида или растровом слое на некое действительное значение. Результат, достигаемый с помощью такого преобразования - чтобы значения "Нет данных" обрабатывались как нули (или какие-либо другие значения). Существует много способов замены "Нет данных" на действительные значения в Spatial Analyst. В интерфейсе пользователя вы можете использовать диалоговое окно Переклассификация (Reclassify), а в Алгебре карт - функции IsNull и Con.

```
con(!snul | ([i nl ayer1]), 0, [i nl ayer1])
```

Приведенное выше выражение говорит: если (Con) значение ячейки в слое inlayer1 равно NoData (IsNull), то ей присваивается 0; если оно не равно "Нет данных" (если это действительное значение), присвоить ей значение из inlayer1. Чтобы выполнить обратное действие и присвоить ячейкам с определенными значениями значение "Нет данных" (маскировать ячейки), используйте функцию SetNull.

```
setnul | ([i nl ayer1] > 100, [i nl ayer1])
```

Приведенное выше выражение переведет все значения больше 100 в значения "Нет данных". Ячейки, уже имевшие значение "Нет данных", сохраняют его, а остальные ячейки сохраняют свои исходные значения.

Ячейки вне границ набора данных грида или растрового слоя или вне экстенда анализа считаются имеющими значение "Нет данных".

Условные операторы

Функция Con

Имя функции Con - это сокращение от "conditional statement" (условный оператор). Con - локальная функция, выполняющая поэлементные вычисления. Формат функции Con таков:

```
Con (condition, true_expression, condition,  
true_expression, condition, true_expression,  
false_expression)
```

где "condition" - это условное выражение, вычисляемое для каждой ячейки в экстенде анализа. Если условие - true, то true_expression определяет формулу вычисления выходного значения ячейки. Также можно для ячеек входного набора данных грида или растрового слоя применить дополнительные условные операторы с обязательным выражением true_expression, задающим значение для ячеек, где дополнительное условие - true. Если ни один из результатов применения условного оператора не дает значения true, значение выражения применяется к ячейкам через дополнительный аргумент false_expression. Если этим аргументом не задаются никакие значения, ячейкам, не отвечающим никакому из условий, присваивается значение "Нет данных". Ниже приведен простой пример функции Con:

```
con([inlayer1] > 5, 10, 100)
```

В приведенном выше выражении, если значение ячейки в растровом слое inlayer1 больше 5, ей в выходном растровом наборе данных будет присвоено 10, а ячейкам в слое inlayer1 со значе-

нием 5 или меньше в выходном растре будет присвоено значение 100.

Если для false_expression не задано значения или выражения, `con([inlayer1] > 5, 10)`

результат будет таким же, как в прошлом примере, только ячейкам со значением 5 или меньше в растровом слое inlayer1 в выходном растровом наборе данных будет присвоено значение "Нет данных".

Вместо значения в выражениях true_expression и false_expression может быть использовано любое корректное выражение (см. 'Правила Алгебры карт' ранее в этом приложении).

```
con([inlayer1] > 5, sin([inlayer1]), cos([inlayer1]))
```

В приведенном выше выражении вычисляется синус всех значений больше 5 и косинус всех значений равных 5 или меньше, и результат записывается в выходной растровый набор данных.

В функции Con можно задать несколько условных выражений, но для каждого должно быть задано "true_expression", которое будет присвоено ячейкам выходного растрового набора данных, для которых соответствующее условное выражение истинно. Необязательное false_expression используется, если ни одно из условных выражений не истинно.

```
con([inlayer1] < 5, sin([inlayer1]), [inlayer1] < 20,  
cos([inlayer1]), [inlayer1] > 50, 100, 0)
```

В приведенном выше выражении вычисляется синус всех значений меньше 5, косинус всех значений равных или больше 5 и меньше 20; значениям больше 50 присваивается 100; а остальным значениям, которые больше или равны 20, но меньше 50, присваивается 0.

В условном выражении функции Con можно использовать несколько параметров.

```
con([i n l ayer1] > 5 & [i n l ayer1] < 10), 5, 100)
```

В условном выражении к входным растровым наборам данных и растровым слоям можно применять операторы и функции и оценивать результат.

```
con(sin([i n l ayer1]) > .5, 10, 100)
```

```
con([i n l ayer1] + [i n l ayer2] > 10, 100, 5)
```

```
con([i n l ayer1] > 5, cos([i n l ayer1]), sin([i n l ayer1]))
```

Функция Con может быть вложена в другую функцию Con.

```
con([i n l ayer1] > 23, 5, con([i n l ayer1] > 20, 12,  
con([i n l ayer1] > 2) & (i ngri d1 < 17)),  
sin([i n l ayer1]), 100))
```

В условном выражении или в выражении вычислений с ячейками можно использовать несколько растровых наборов данных или растровых слоев.

```
con([i n l ayer1] + c: \data\i ngri d2 > 7, sin([i n l ayer1]),  
cos(c: \data\i ngri d2))
```

```
con([i n l ayer1] < 9, [i n l ayer1] * c: \data\i ngri d2 +  
tan([i n l ayer3]), cos([i n l ayer1]))
```

Правила Алгебры карт

Далее следует краткое руководство по использованию Алгебры карт в Spatial Analyst. Обзор Алгебры карт представлен в виде формулировок правил и примеров к ним. В этом разделе описана только грамматика языка. Примеры могут не соответствовать точно вашей задаче, но, разбивая свое выражение на компоненты, вы можете определить грамматические правила, применимые к каждой части выражения.

Общие правила Алгебры карт

Результатом выполнения выражения Алгебры карт в Калькуляторе растров может быть растровый набор данных, шейп-файл, таблица или файл, хранящийся на диске, например файл ASCII.

Все операторы должны быть отделены от операндов пробелами, с обеих сторон:

```
[i nl ayer1] * [i nl ayer2] di v c:\data\i ngri d3
[i nl ayer1] & [i nl ayer2]
[i nl ayer1] + c:\resul ts\i ngri d2 - [i nl ayer3]
```

Скобки - это не операторы, и их не нужно отделять пробелами:

```
(([i nl ayer1] di v [i nl ayer2])) * [i nl ayer3]
[i nl ayer1] + ([i nl ayer2] + 8)
(((i nl ayer1] * 6) + [i nl ayer2])) & d:\data\i ngri d3
```

Имена наборов данных гридов, растровых слоев, шейп-файлов, таблиц и имен полей могут состоять из любых комбинаций букв и цифр:

```
[i nl ayer_1] + [i nl ayer2]
[i nl ayer12345] + [i nl ayer2]
```

Знаки '(', '{' и '\' в именах использовать нельзя.

Правила Алгебры карт для операторов

Большинство операторов применяется к нескольким растровым слоям, целочисленным или с плавающей точкой наборам данных гридов:

```
[i nl ayer1] * [i nl ayer2]
[i nl ayer1] && [i nl ayer2]
[i nl ayer1] di ff [i nl ayer2]
```

Обычно оператор помещается между двумя растровыми наборами данных или слоями; однако, унарные (одноместные) операторы из-за своей природы располагаются перед единственным набором данных грида или растровым слоем:

```
- [i nl ayer1]
^^ c:\mydi rectory\i ngri d1
^ [i nl ayer1]
```

Если встречается значение “Нет данных” в какой-либо ячейке входного растрового слоя или набора данных грида, при выполнении любого оператора эта ячейка в результирующем растре получит значение “нет данных”.

Выражение может быть построено из нескольких операторов:

```
[i nl ayer1] + [i nl ayer2] - [i nl ayer3]
e:\sp\i ngri d1 mod [i nl ayer2] di v e:\sp\i ngri d3
^ [i nl ayer1] & [i nl ayer2]
```

Скобки и выражения с несколькими операторами, наборами данных или растровыми слоями

Когда выражение включает несколько операторов, порядок их обработки зависит от значений приоритета, присвоенных операторам (см. Приложение В). Чем выше значение приоритета, тем раньше будет обработан оператор.

Если двум операторам в выражении присвоены одинаковые значения приоритета, первым будет обработан левый оператор:

```
[i nl ayer1] + c:\input_data\input_data2 - [i nl ayer3]
```

Значения приоритета могут отменяться наличием скобок. Выражение в скобках будет обработано первым независимо от его значения приоритета:

```
([i nl ayer1] di ff [i nl ayer2]) * [i nl ayer3]  
[i nl ayer1] + (c:\data\input_data2 & [i nl ayer3])  
[i nl ayer1] / ([i nl ayer2] - [i nl ayer3])
```

Когда на одном уровне задано две или более пар скобок, все выражения в скобках имеют одинаковые значения приоритета; поэтому первым из них обрабатывается выражение в самом левом наборе скобок :

```
([i nl ayer1] + [i nl ayer2]) / ([i nl ayer3] !! [i nl ayer4])  
([i nl ayer1] - [i nl ayer2]) >> ([i nl ayer3] mod  
c:\spatial\input_data4)
```

Скобки могут быть вложенными. Первым обрабатывается выражение на самом глубоком уровне вложенности:

```
([i nl ayer1] + ([i nl ayer2] - ([i nl ayer3] >>  
[i nl ayer4]))) / [i nl ayer5]  
[i nl ayer1] >> (( ^ [i nl ayer2]) ! [i nl ayer3])  
([i nl ayer1] di ff ([i nl ayer2] - ([i nl ayer3] &&  
[i nl ayer4] - [i nl ayer5]))) di v [i nl ayer6]
```

Операторы с числами

В выражениях могут также использоваться числа:

```
[i nl ayer1] + 5  
c:\data\input_data1 > 8  
[i nl ayer1] di ff 3
```

Иногда числа используются в качестве параметров в выражении, включающем оператор:

```
[i nl ayer] in {0, 3, 5, 8}
```

Выражения не обязательно должны включать данные и могут состоять только из чисел и операторов. Выходной набор данных будет по умолчанию иметь экстенд и размер ячеек, установленные в среде анализа:

5

Результатом будет растр, каждая ячейка которого содержит значение 5.

9 + 20

Результатом будет растр, каждая ячейка которого содержит значение 29.

Операции с числами и растрами

Числа можно использовать для создания составных выражений:

```
[i nl ayer1] / [i nl ayer2] + 5  
[i nl ayer1] < 2 * 35  
[i nl ayer1] <= 40 - [i nl ayer2] + 7
```

Порядок обработки по-прежнему зависит от значений приоритета каждого оператора. Порядок обработки можно изменить с помощью скобок. Все правила для значений приоритета и скобок применимы к смешанным выражениям, содержащим наборы данных грида, растровые слои, числа и операторы:

```
([i nl ayer1] + 5) * 20  
[i nl ayer1] / [i nl ayer2] - (5 - 2)  
10 * ([i nl ayer1] + (6 / ([i nl ayer2] di ff [i nl ayer3])))
```

Правила Алгебры карт для функций

Все функции начинаются с имени функции, за которым следует набор или наборы данных грида, растровый слой или слои, к которым применяется функция, а также необходимые параметры, все в скобках:

```
tan([i n l a y e r])
```

```
focal max([i n l a y e r 1], rectangle, 4, 4)
```

```
zonal min([zonal a y e r], [v a l u e l a y e r])
```

Аргументы или параметры функций разделяются запятыми:

```
focal min([i n l a y e r 1], circle, 6)
```

```
zonal max([zonal a y e r], c:\data\valuegrid)
```

У многих функций есть дополнительные параметры. Это могут быть ключевые слова, числа, имена таблиц или даже растры.

Набор параметров зависит от конкретной функции:

```
selectbox([i n l a y e r 1], 45, 67, 200, 360)
```

```
focal range([i n l a y e r 1], annulus, 2, 4)
```

```
zonal mean([zonal a y e r], c:\data\valgrid, NoData)
```

Составные выражения

Функции можно использовать в составных выражениях вместе с операторами, наборами данных грида, растровыми слоями, шейп-файлами, покрытиями и числами:

```
sin([i n l a y e r 1]) + [i n l a y e r 2]
```

```
focal sum([i n l a y e r 1], rectangle, 3, 3) *  
tan([i n l a y e r 2])
```

```
zonal min([zonal a y e r], [v a l u e l a y e r]) - 3
```

Всем функции имеют одно значение приоритета; таким образом, когда выражение включает несколько функций, они выполняются последовательно слева направо:

```
min([i n l a y e r 1], [i n l a y e r 2], [i n l a y e r 3]) +  
abs([i n l a y e r 4])
```

```
ceil([i n l a y e r 1]) * slice([i n l a y e r 2], eqarea, 10)
```

```
popularity(2, [i n l a y e r 1], [i n l a y e r 2], [i n l a y e r 3])  
* tan([i n l a y e r 4])
```

Все правила, применимые к скобкам для выражений, построенных из операторов, наборов данных грида и растровых слоев, применимы также к функциям внутри выражений. Функция или оператор на самом глубоком уровне вложенности скобок будут обработаны первыми. Как и для оператора, результатом функции является растровый набор данных, и этот набор данных может быть использован в качестве входных данных в выражении:

```
(sin([i n l a y e r 1]) + focal range(c:\data\ingrid2, circle,  
7)) - 6
```

```
[i n l a y e r 1] * (zonal max([i n l a y e r 2] +  
e:\algebra\ingrid3) + [v a l u e l a y e r] / 8)
```

```
(majority([i n l a y e r 1], ([i n l a y e r 2] - [i n l a y e r 3]),  
[i n l a y e r 4]) && (^([i n l a y e r 5] - 10)) / [i n l a y e r 6])  
> 8
```

Функции могут быть составными, если только тип результата внутренней функции совпадает с типом аргумента внешней функции:

```
sin(focal mean ([i n l a y e r 1])) < 2 * 3
```

```
regiongroup(reclass([i n l a y e r 1],  
c:\data\reclass_table.txt))
```

```
majority([i n l a y e r 1] + [i n l a y e r 2]), cos([i n l a y e r 3]),  
zonal min([i n l a y e r 4], [i n l a y e r 5]))
```


Приложение

В

В ЭТОМ ПРИЛОЖЕНИИ

- Таблица поддерживаемых операторов и значений приоритета
- О значениях приоритета

Калькулятор растров дает возможность использовать полный набор операторов для выполнения анализа внутри одного растра или с несколькими растрами. В данном разделе приведена таблица, в которой содержатся все поддерживаемые операторы. Для каждого оператора приведено краткое описание и значение приоритета. Дополнительную информацию об операторах вы найдете в Главе 7 ‘Калькулятор растров’.



Таблица поддерживаемых операторов и значений предшествования

Данная таблица содержит все поддерживаемые операторы. Для каждого приводится краткое описание и значение приоритета.

OPERATORS		
Operator	Description of operator	Precedence
Arithmetic:		
-	unary minus	12
mod	modulus	11
*	multiplication	11
/	division	11
div	Floating-point division	11
+	addition	10
-	subtracts	10
Boolean:		
^, not	complement of expression	12
&, and	and	3
!, or	exclusive or	2
l, xor	or	2
Relational:		
<, lt	less than	6
<=, le	less than and equal to	6
>, gt	greater than	6
>=, ge	greater than and equal to	6
==, eq	equal to	6
^=, <>, ne	not equal to	6
Bitwise:		
^^	bitwise complement of expression	12
>>	right shift	7
<<	left shift	7
&&	bitwise and	5
!!	bitwise exclusive or	4
ll	bitwise or	4
Combinatorial:		
cand	and	9
cor	or	8
cxor	exclusive or	8
Logical:		
diff	logical difference	8
in	contained in	8
over	over	8

О значениях приоритета

Значение приоритета определяет приоритет обработки каждого оператора. Чем более высокое значение приоритета присвоено оператору, тем раньше интерпретатор Spatial Analyst будет его обрабатывать. Интерпретатор Spatial Analyst сначала обрабатывает оператор с наиболее высоким приоритетом, затем следующим по старшинству приоритетом и так далее.

$-(inlayer1) + (inlayer2) \div (inlayer3)$

В приведенном выше выражении, сначала вычисляется отрицательная величина от *inlayer1*, затем значения *inlayer2* делятся на значения *inlayer3* и, наконец два полученных временных растра складываются (результат “-(*inlayer1*)” + результат “(*inlayer2* делить на *inlayer3*)”).

Операторы с одинаковыми значениями приоритета обрабатываются последовательно слева направо.

$(inlayer1) * (inlayer2) \div (inlayer3)$

При обработке приведенного выше выражения Spatial Analyst сначала умножит значения *inlayer1* на значения *inlayer2*, а затем разделит результат на значения *inlayer3*.

Правило “слева направо” применяется ко всем операторам кроме операторов сдвига (<< и >>) имеющим значение приоритета 7, и унарным операторам (унарный -, ^ и ^^), имеющим значение приоритета 12. Операторы этих двух типов обрабатываются в порядке справа налево.

$-(inlayer1)^{^^}$

Сначала выполняется оператор побитового дополнения (^^) для слоя *inlayer1*, затем оператор булевого дополнения (^) применяется к результатам побитового дополнения и, наконец, унарный минус применяется к результирующему растру предшествующих вычислений.

Приложение

С

В ЭТОМ ПРИЛОЖЕНИИ

- О таблицах перекодировки
- Функция Slice и таблицы перекодировки
- Функция Reclass и таблицы перекодировки
- Slice против Reclass в использовании таблиц перекодировки

Функция Переклассификации (Reclassify) в интерфейсе пользователя Spatial Analyst позволяет вам быстро и легко переклассифицировать ваши данные, а также сохранить таблицу переклассификации для дальнейшего использования. Формат этой таблицы позволяет в том числе переклассифицировать значения “Нет данных” (NoData) в действительные значения, переклассифицировать значение, диапазон значений или строку в “Нет данных”, а также переклассифицировать строки в новые значения.

В качестве альтернативы можно использовать таблицы перекодировки (в формате INFO™ и ASCII) в Калькуляторе растров с помощью функций Reclass и Slice. Данная глава рассказывает о правилах создания таких таблиц перекодировки в формате INFO и ASCII и приводит примеры их использования в функциях Reclass и Slice.

О таблицах перекодировки

Обзор переклассификации

Таблицы перекодировки применяются к растрам в Калькуляторе растров с помощью функций Reclass и Slice. Однако вам необязательно использовать таблицы перекодировки в Spatial Analyst. Вы можете просто использовать функцию Переклассификации из строки инструментов Spatial Analyst, чтобы переклассифицировать данные и, если вы желаете, сохранить таблицу переклассификации. После этого вы сможете снова использовать эту таблицу.

Описанные здесь таблицы перекодировки нельзя использовать в диалоговом окне Переклассификация.

Таблицы перекодировки

Таблицы перекодировки могут быть либо файлами в формате ASCII либо таблицами INFO. Они состоят из двух частей. В первой части определяются переклассифицируемые значения ячеек, а во второй - новые значения этих ячеек.

Таблицы перекодировки в формате INFO

Value	Symbol
3	1
5	2
10	3
15	4

Ячейкам со значением меньше или равным 3 присваивается символ 1.

Ячейкам со значением больше 3 и меньше или равным 5 присваивается символ 2.

Ячейкам со значением больше 5 и меньше или равным 10 присваивается символ 3.

Ячейкам со значением больше 10 и меньше или равным 15 присваивается символ 4.

Ячейкам со значением больше 15 присваивается “Нет данных” (NoData).

Таблицы перекодировки в формате ASCII

Таблица в формате ASCII работает так же, как таблица INFO, но предоставляет значительно большую гибкость в определении переклассифицируемых значений. Таблицу перекодировки можно создать в любом текстовом редакторе, следуя при определении параметров переклассификации правилам, описанным в следующих разделах.

Таблица перекодировки ASCII состоит из необязательных комментариев, необязательных ключевых слов и обязательных операторов присваивания. Каждый оператор должен находиться на отдельной строке. Комментарии и описательный текст можно использовать для предоставления дополнительной информации, которая требуется в таблице. Комментарии можно включить в любое место таблицы перекодировки, но им должен предшествовать знак “#”. Ключевые слова устанавливают параметры выполнения переклассификации. Операторы присваивания задают выходные значения для входных значений или диапазонов значений.

Ключевые слова располагаются в начале файла, до любых операторов присваивания. Однако, комментарии могут располагаться где угодно, в том числе до ключевых слов. Есть два необязательных ключевых слова, которые могут быть включены в таблицу перекодировки. Первое - это LOWEST-INPUT, оно указывает минимальное значение ячейки в растре, которое будет участвовать в переклассификации. Формат LOWEST-INPUT выглядит так: lowest-input <значение>, где <значение> - это минимальное из значений ячеек, которое будет участвовать в переклассификации. LOWEST-INPUT используется, когда вы хотите исключить из переклассификации ячейки со значениями меньше указанного. Например, в растре со значениями ячеек от 1 до 20 установка LOWEST-INPUT на 5 исключит из переклассификации все ячейки со значениями меньше 5. Если LOWEST-INPUT не задано, по умолчанию оно равно минимальному значению во входном растре.

Второе необязательное ключевое слово, LOWEST-OUTPUT, определяет минимальное выходное значение или начальную точ-

ку в значениях перекодировки. Это ключевое слово используется для установки автоматической переклассификации выходных значений в тех случаях, когда операторы присваивания (описанные ниже в этом приложении) указывают только исходное значение. LOWEST-OUTPUT задается в формате: lowest-output <значение>, где <значение> - мини-мальное значение для переклассификации. Если LOWEST-OUTPUT не задано, по умолчанию оно равно 1.

Операторы присваивания следуют за ключевыми словами. Их можно форматировать несколькими методами. Общая форма оператора присваивания устанавливает отношение между входным значением ячейки и ее переклассифицированным значением:

входное значение ячейки \longrightarrow выходное переклассифицированное значение

Исходное значение ячейки может быть целым числом или числом с плавающей запятой. Однако выходное переклассифицированное значение может быть только целым числом.

Задать входное значение и переклассифицированное значение можно разными методами. Эти методы проще всего объяснить на примерах. Далее будет описано, как переклассифицируются значения в соответствии с конкретными таблицами. Во всех примерах будет переклассифицирован растровый набор данных, содержащий ячейки со значениями от 1 до 20. В первом примере показано, как переклассифицировать значения с помощью таблицы, с операторами присваивания, которые содержат только исходные значения.

Пример 1

Таблица переклассификации значений ячеек

LOWEST-INPUT 3

LOWEST-OUTPUT 2

5

6

7

15

Исходные значения должны быть упорядочены в возрастающем порядке.

Как и в таблице перекодировки INFO, последовательные операторы присваивания точно определяют интервалы значений ячеек для переклассификации. Поэтому важно, чтобы исходные значения были расположены в восходящем порядке. Выходное значение переклассификации автоматически вычисляется на основании значения, заданного в LOWEST-OUTPUT. Первому интервалу значений присваивается значение, заданное в LOWEST-OUTPUT. Следующему интервалу присваивается LOWEST-OUTPUT плюс 1 и так далее, пока всем заданным диапазонам не будут присвоены переклассифицированные значения. Любая ячейка, значение которой попадает вне заданных диапазонов, получает значение “Нет данных” (NoData).

Input Cell Value	Output Reclassified Value
Less than 3	NoData
3 to 5	2 (lowest-output)
Greater than 5 to 6	3 (lowest-output + 1)
Greater than 6 to 7	4 (lowest-output + 2)
Greater than 7 to 15	5 (lowest-output + 3)
Greater than 15	NoData

Ниже кратко описана данная переклассификация:

Если значение LOWEST-INPUT не задано, все ячейки меньше или равные 5 получают значение 2. Переклассифицированное значение по умолчанию будет равно 1, если LOWEST-OUTPUT 2 не будет задано.

Первый метод показывает, как переклассификация может быть ограничена значениями, попадающими в интервал. Однако, она не позволяет контролировать значения внутри этого диапазона. Для этого нужно задавать точные диапазоны входных значений. Например:

Пример 2

Таблица переклассификации значений ячеек

LOWEST-OUTPUT 2

3 5

5 9

13 15

В этом методе LOWEST-INPUT игнорируется. Значение LOWEST-OUTPUT автоматически задает вычисление переклассифицированных значений для входных диапазонов. Помните, что диапазоны должны быть сортированы в возрастающем порядке. Они также не должны накладываться, разрешена только общая граница. Так, диапазон 5 - 9 следом за диапазоном 8 to 12 не допускается. По приведенной выше таблице перекодировки входные значения будут переклассифицированы следующим образом:

При пропущенном операторе присваивания для диапазона от 9 до 13, все ячейки, попадающие в этот диапазон, получают значение “Нет данных”, отображаемое символом NoData.

Input Cell Values	Output Reclassified Value
Less than 3	NoData
3 to 5	2
Greater than 5 to 9	3
Greater than 9 to 13	NoData
Greater than 13 to 15	4
Greater than 15	NoData

Добавив дополнительное поле в таблицу перекодировки, пользователь может задать свои значения переклассификации для исходных значений или диапазонов значений. За исходным значением ячейки или диапазоном значений следует сначала двоеточие (:) и затем выходное переклассифицированное значение.

Если задано точное выходное значение, LOWEST-OUTPUT игнорируется.

Например:

Пример 3

Таблица переклассификации значений ячеек

LOWEST-INPUT 3

5 : 10

6 : 16

7 : 62

15 : 28

Ниже кратко описана данная переклассификация:

Так же можно задать выходные значения для диапазонов значений.

Input Cell Values	Output Reclassified Value
Less than 3	NoData
3 to 5	10
Greater than 5 to 6	16
Greater than 6 to 7	62
Greater than 7 to 15	28
Greater than 15	NoData

Пример 4

Таблица переклассификации значений ячеек

3 5 : 9

5 9 : 8

13 15 : 59

Ниже показан результат такой переклассификации:

Input Cell Values	Output Reclassified Value
Less than 3	NoData
3 to 5	9
Greater than 5 to 9	8
Greater than 9 to 13	NoData
Greater than 13 to 15	59
Greater than 15	NoData

Все приведенные выше примеры являются корректными таблицами перекодировки в формате ASCII, которые могут использоваться для переклассификации значений ячеек. Для каждого из четырех описанных методов приведен пример правильного синтаксиса таблицы перекодировки в формате ASCII. Однако, нельзя смешивать синтаксис разных методов. Например, нельзя задать оператор присваивания, содержащий единственное входное значение, за которым следует другой оператор присваивания, содержащий диапазон входных значений.

Ниже представлена некорректная таблица перекодировки. Отдельные значения ячеек и диапазоны значений нельзя задавать в одной таблице.

Некорректная таблица переклассификации значений ячеек

LOWEST-INPUT 3
LOWEST-OUTPUT 2

5
6 9
11
15

Также нельзя задавать выходные переклассифицированные значения только для некоторых операторов присваивания в таблице перекодировки. Если введено хотя бы одно указанное пользо-

вателем выходное значение, значения должны быть заданы во всех операторах присваивания.

Ниже представлена неправильная таблица переклассификации значений ячеек. Все операторы присваивания должны иметь заданное выходное значение.

Неправильная таблица переклассификации значений ячеек

LOWEST-INPUT 3

5 : 10
6
7 : 62
15

Функция Slice и таблицы перекодировки

Функция Slice использует таблицы перекодировки для изменения диапазонов значений.

С помощью функции Slice вы можете определить имена полей в таблице перекодировки INFO для входных и выходных столбцов.

```
slice (<raster>, {TABLE}, <remap_table>, {in_item}, {out_item},  
{in_min})
```

Пример:

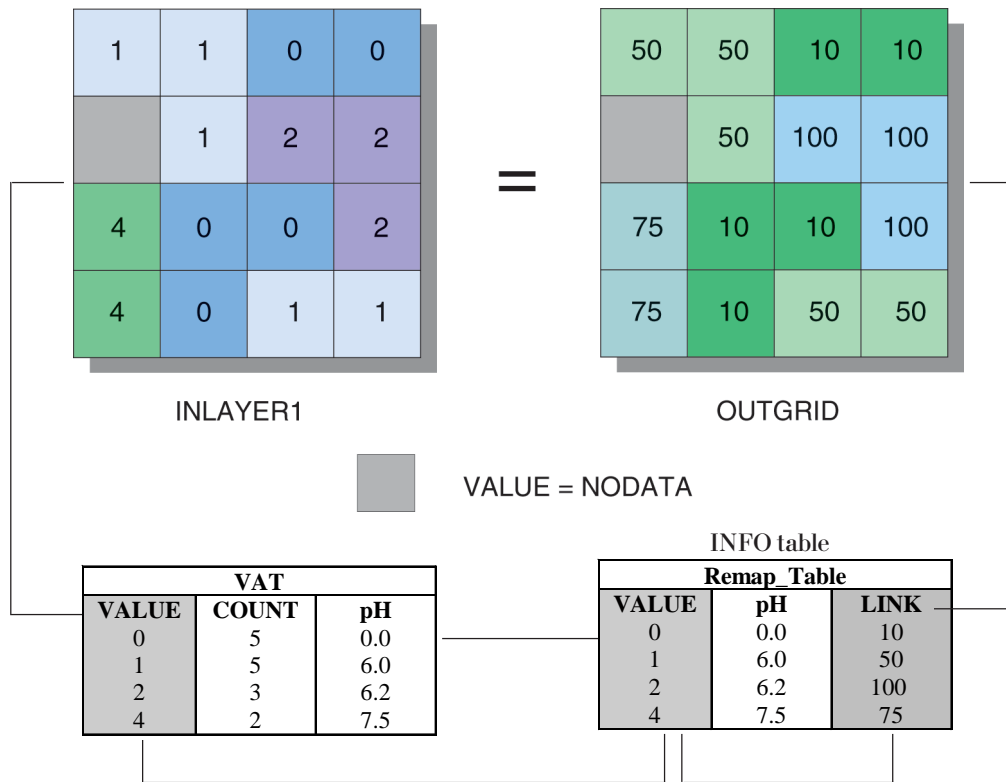
```
slice([in_l ayer1], table, remap_table, type, code)
```

В примере выше, “table” - это ключевое слово, определяющее тип функции, remap_table - это имя таблицы перекодировки, code - это имя выходного столбца.

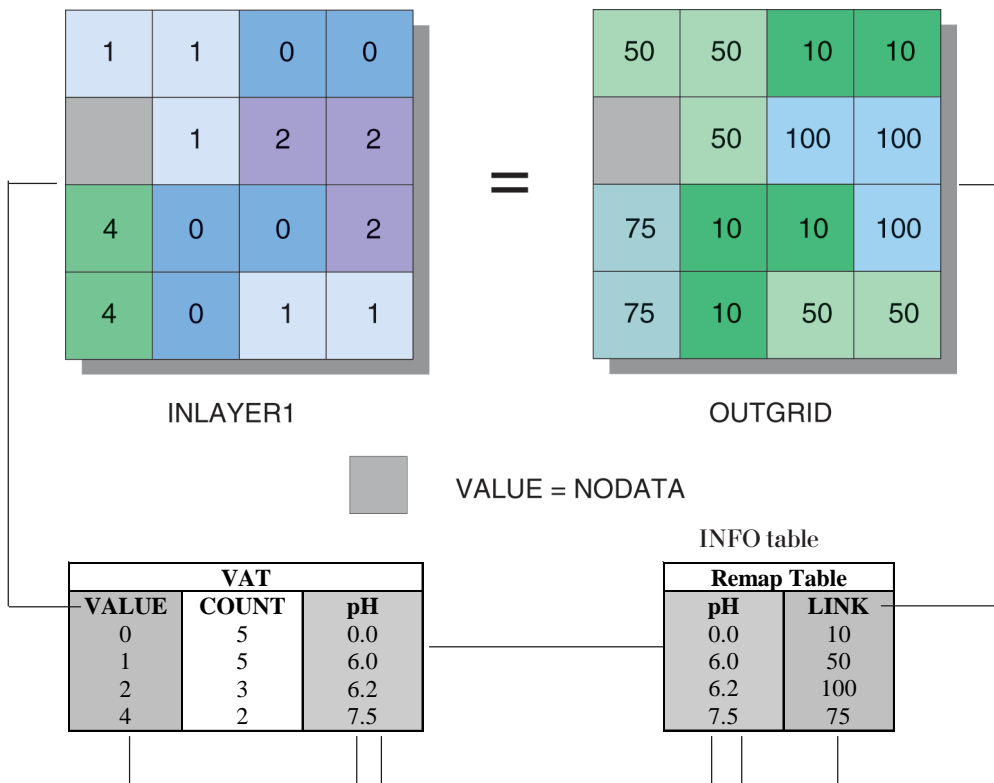
Поля, содержащие входные и выходные значения, не обязательно должны быть соседними в таблице INFO. Если имена входного и выходного поля не заданы, по умолчанию предполагаются имена VALUE и LINK. Если заданное входное или выходное поле не существует, или если нет заданных полей, а в таблице INFO нет полей с именами VALUE и LINK, вы получите сообщение об ошибке.

В Калькуляторе растров можно использовать синтаксис Grid.item. Если во входном выражении функции Slice поле .item не определено, значения из поля входных значений таблицы INFO будут переноситься в поле VALUE таблицы атрибутов значений грида (VAT). Для установления этого соответствия имя поля входных значений в таблице INFO не обязательно должно называться VALUE. Если в таблице перекодировки INFO есть диапазон значений, выходящих за пределы значений поля VALUE таблицы VAT, этот диапазон будет игнорироваться. Значения, связанные с указанным полем таблицы VAT, переносятся в соответствующие ячейки. Затем таблица перекодировки INFO используется для переклассификации значений в этих ячейках.

На последующих страницах показано графическое представление использования таблиц перекодировки в функции Slice.



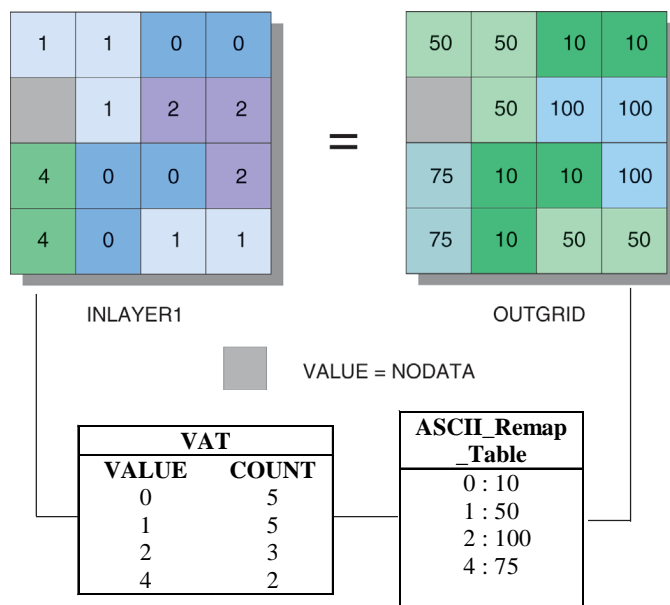
```
slice([inraster1], table, c:\data\remap_table, value, link)
```



`slice([inlayer1].ph, table, c:\data\Remap_Table, ph, link)`

Функция Reclass и таблицы перекодировки

Функция Reclass (Переклассифицировать) предназначена для работы с номинальными данными, в то время как функция Slice используется для работы с порядковыми значениями. Принципиальная разница состоит в том, как функция Reclass обрабатывает входные значения, которые не заданы явно в таблице перекодировки. Вместо того, чтобы присваивать таким входным значениям выходные значения в соответствии с предполагаемыми диапазонами, Reclass присваивает им на выходе либо “Нет данных”, либо выходное значение, равное входному, в зависимости от



```
reclass([inlayer1], c:\data\ASCII_Remap_Table.txt)
```

выбранной опции. В следующем примере выполняется идентификация и затем изменение значения ячейки.

Сравнение функций Slice и Reclass в отношении таблиц перекодировки

Функция Reclass удобна при изменении отдельных значений на новые, в то время как специализация Slice - изменение диапазонов значений. Slice также предоставляет несколько специальных возможностей, например, разделение значений ячеек на группы, основываясь на диапазоне значений или на числе ячеек в каждой группе. При выполнении некоторых типов переклассификации можно использовать любую из функций, а в других случаях одна из функций может выполнить задачу более эффективно. Далее приведены различия в использовании этими двумя функциями таблиц перекодировки:

- Slice всегда рассматривает диапазоны значений, а Reclass изменяет отдельные значения, если не заданы точные диапазоны.
- Reclass может копировать исходные значения в выходные значения. Slice изменяет все значения.
- Reclass не может использовать таблицу перекодировки в формате INFO для переклассификации диапазонов.