

*Л. А. Гафурова, И. о Алябина,
Г. М. Набиева Г.Т. Джалилова,
Б.С. Мамбетназаров*

ГИС ТЕХНОЛОГИИ В ПОЧВОВЕДЕНИИ



**КЛАССИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТСКИЙ УЧЕБНИК**

КЛАССИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТСКИЙ УЧЕБНИК

НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УЗБЕКИСТАНА ИМЕНИ
МИРЗО УЛУГБЕКА

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ .
ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА ФАКУЛЬТЕТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ



Редакционный совет

**Председатель совета ректор
Национального
университета Узбекистана
им. Мирзо Улугбека
профессор А. Р. Марахимов**

**Председатель
Методического совета
Национального университета
Узбекистана им. Мирзо Улугбека
д.ф.м.н., проректор по учебной
работе Д. Джумабаев
I**

**Председатель Федерального
учебно-методического
объединения «Биологические
науки» Российской
Федерации, д.б.н., академик
биологического факультета МГУ
М. П. Кирпичников**

**Председатель Учебно-
методического совета по
почвоведению,
д.б.н., член-корр. РАН, декан
факультета почвоведения МГУ
С. А. Шоба**

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УЗБЕКИСТАНА ИМЕНИ
МИРЗО УЛУГБЕКА

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА



Л.А. Гафурова, И.О. Алябина, Г.М. Набиева,
Г.Т. Джалилова, Б.С. Мамбетназаров

ГИС ТЕХНОЛОГИИ В ПОЧВОВЕДЕНИИ

Рекомендовано Министерством высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан в качестве учебника ■, для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 5141 000 «Почвоведение»

Рекомендовано Учебно-методическим советом по почвоведению при Федеральном учебно-методическом объединении «Биологические науки» Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям 06.03.02 «Почвоведение» и 05.03.06 «Экология и природопользование»

ТАШКЕНТ
2020

УДК 631.4(075)
ББК40.3 Г 24

Гафурова Л.А.
Г 24 ГИС технологии в почвоведении: [Текст]: Учебник. –
Л. А. Гафурова, И.О. Алябина, Г.М.Набиева, Г. Т. Джалилова,
М.С.Мамбетназаров - Ташкент: «Donishmand ziyosi», МЧЖ, 2020.
-232 с.

Печатается по решению Ученого совета Национального Университета
Узбекистана и Федерального учебно-методического объединения
«Биологические науки» Российской Федерации

Рецензенты:

Б.Ш. Исмаилходжаев - доктор биологических наук, профессор кафедры
«Экологии и управления водными ресурсами» ТИИМСХ,

Т. Абдрахмонов - кандидат биологических наук, доцент кафедры
«Почвоведения» НУУз,

Д.М.Хомяков - доктор технических наук, профессор, заведующий
кафедрой агроинформатики факультета почвоведения МГУ имени М.В.
Ломоносова,

И.М. Васнев - доктор биологических наук, профессор, заведующий
кафедрой экологии Российского государственного аграрного университета
МСХА имени К. А. Тимирязева.

ISBN 978-9943-6445-9-5

© Л.А.Гафурова и др., 2020.

© «Donishmand ziyosi», 2020.

Настоящий учебник посвящен геоинформационным системам и технологиям - бурно развивающемуся направлению современных информационных технологий. В учебнике рассматриваются основы географических информационных систем, представлена их роль в изучении пространственно распределенных данных, дается обзор наиболее популярных ГИС - программных продуктов, изложены процедуры сбора и ввода данных, их предварительной обработки для последующего хранения и использования в почвоведении и землепользовании, излагаются принципы создания систем управления базами данных. Отдельные разделы учебника посвящены анализу данных и формам вывода полученной информации, включая возможности мультимедийных средств, сети Интернет и мобильных систем, а также использованию в ГИС данных дистанционного зондирования. Приводится углубленный обзор применения ГИС- технологий в устойчивом управлении земельными ресурсами, повышении плодородия почв, а также при разработке почвоохранных мероприятий и агротехнологий.

Для студентов биолого-почвенных и географических факультетов университетов, естественно-географических факультетов педагогических вузов, факультетов сельскохозяйственных вузов.

This textbook is devoted to geoinformation systems and technologies in the rapidly developing direction of modern information technologies. In the textbook the basics of geographic information systems (GIS), the basis for collecting and inputting data for a geographic system, the principles for creating and storing database management systems in soil science, analyzing geospatial and geoinformation data in land use, reflecting soil information in a geographic information system, organizations GIS management, general information on Remote sensing and their significance in the Geo-information system are given, in-depth review of the distation management and use of geoinformation systems in sustainable land management and increasing soil fertility', as well as in the development of agrotechnologies and environmental protection for the purpose of public health.

This manual is applicable for the students who are studying agriculture, soil science, environmental and geographical sciences at higher educational institutions.

ВВЕДЕНИЕ

Для Продолжения работы наших великих предков одной из актуальных задач науки является помочь студентам в приобретении новых технологий с целью использования геоинформационных технологий в почвоведении.

Роль почвенного покрова велика и многогранна. Являясь одним из основных элементов экосистемы Земли, почва оказывает комплексное действие на все ее компоненты. Следует понимать, что способность потреблять и накапливать ресурсы обеспечивает постоянный прогресс человеческой цивилизации. Поддержание биоразнообразия, концентрация энергии, формирование состава атмосферы, регуляторная, санитарная, инженерная и эстетическая функции заставляют нас задуматься о необходимости проведения разносторонних почвенных исследований.

В современном обществе информационные технологии проникают в различные сферы человеческой деятельности, играя в жизни общества все большую роль. Необходимо отметить цитаты из Послания Президента Республики Узбекистан к Олий Мажлису: «К сожалению, в последние годы не уделялось достаточно внимания внедрению имеющих стратегическое значение аэрокосмических технологий в ведущие отрасли нашей экономики... Мы должны создать отдельный государственный орган по аэрокосмической деятельности, что позволит комплексно решать все вопросы развития сферы».

Наиболее отчетливо эта тенденция проявляется в области образования. Для того чтобы быть востребованными на рынке трудовых услуг, будущие специалисты должны иметь достаточный объем теоретических знаний и практических навыков в области информационных технологий. Использование персо

нального компьютера, умение работать с разнообразным программным обеспечением являются для работодателя главным критерием при выборе специалиста. Почвоведение является фундаментальной наукой, в которой, на данном этапе развития, на первое место выходят методы математической статистики, моделирования, применения геоинформационных технологий (ГИС) и баз данных (БД). Информационные компьютерные технологии вносят большие изменения в традиционную работу почвоведов как по составлению картографических материалов, так и их анализу и использованию. Традиционные бумажные карты из основного носителя информации о территории становятся дополнительным и второстепенным. Вместо карт основная информация о территории в настоящее время содержится в цифровом виде в форме пространственных баз данных, которые поддерживаются в актуальном состоянии с помощью новейших высоких технологий. Например, в режиме реального времени данные о координатах географических объектов поступают со спутниковой системы позиционирования, распознавание и уточнение границ объектов подтверждается материалами космической съемки высокого разрешения и полевыми измерениями с помощью высокоточных лазерных технологий и т.д. Хранителями огромных массивов цифровых пространственных данных в границах государства являются суперкомпьютеры, а по высокоскоростным компьютерным сетям цифровая информация поступает к многочисленным распределенным пользователям геоданных для решения задач территориального планирования и управления.

Настоящий учебник посвящен геоинформационным системам и технологиям - бурно развивающемуся направлению современных информационных технологий. Главная цель учебника - изложить основные понятия геоинформатики, рассказать о принципах функционирования геоинформационных систем и показать конкретные примеры их использования в почвоведении. Учебник состоит из 11 разделов. Первые из них содержат

определение геоинформационных систем, описание их роли в изучении пространственно распределенных данных, обзор наиболее популярных ГИС - программных продуктов, а также изложение процедур сбора и ввода данных, их предварительной обработки для последующего хранения и использования. Отдельные разделы посвящены анализу данных и формам вывода полученной информации, включая возможности мультимедийных средств, сети Интернет и мобильных систем. Отдельные разделы касаются использования в ГИС данных дистанционного зондирования, а также примеров применения ГИС-технологий в исследовании деградации почв. Завершающий книгу глоссарий включает основные использованные тематические термины и аббревиатуры.

Материал учебника подобран и сформирован таким образом, чтобы помочь студентам - почвоведом, агрохимикам, экологам, географам, а также руководителям и специалистам различных организаций в выборе прикладной ГИС и в постановке задач, которые можно решать, применяя геоинформационные технологии. В учебнике содержится большое число рисунков и таблиц, что значительно повышает наглядность и доступность материала. Одним из основных достоинств данной работы является подробное структурированное изложение сведений, необходимых для деятельности будущих специалистов почвоведов в области применения геоинформационных технологий.

1. ОСНОВЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ПОЧВОВЕДЕНИИ

1.1. Общее представление о ГИС и задачи дисциплины

Первый безусловный крупный успех становления геоинформатики и ГИС - это разработка и создание Географической Информационной Системы Канады (Canada Geographic Information System, CGIS). Начав свою историю в 60-х годах, эта крупномасштабная ГИС поддерживается и развивается по сей день.

² Основателем ГИС считается Роджер Томлинсон (Roger Tomlinson, Canada); ^ч под руководством которого были разработаны и реализованы многие концептуальные и технологические решения.

к ... ЁМ : 1 ШИ
Ш

Назначение ГИС Канады состояло в анализе многочисленных данных, накопленных Канадской службой земельного учета (Canada Land Inventory), и в получении статистических данных о земле, которые бы использовались при разработке планов землеустройства огромных площадей преимущественно сельскохозяйственного назначения.

Для этих целей требовалось создать классификацию использования земель, используя данные по сельскохозяйственной, рекреационной, экологической, лесохозяйственной пригодности земель, отразить сложившуюся структуру использования земель, включая землепользователей и землевладельцев. В данный момент ГИС используют в глобальном, региональном, национальном и местном масштабах в таких направлениях как картография, дистанционное зондирование, статистика, в обработке кадастровых, метеорологических данных, в отслеживании экспедиционных полевых исследований, результатов бурения, подводного

В современном обществе информационные технологии проникают в различные сферы человеческой деятельности, играя в жизни общества все большую роль. Наиболее отчетливо эта тенденция проявляется в области образования. Для того чтобы быть востребованными на рынке трудовых услуг, будущие специалисты должны иметь достаточный объем теоретических знаний и практических навыков в области информационных технологий. Использование персонального компьютера, умение работать с разнообразным программным обеспечением являются для работодателя главным критерием при выборе специалиста.

Целью дисциплины «ГИС технологии в почвоведении» является выработка у студентов бакалавриата целостного представления в области применения современных геоинформационных систем в почвоведении, овладение ими современными методами геоинформационных Технологий, приобретение практических навыков и компетенций в сфере геоинформационного моделирования и оценки функционально-экологического качества базовых почвенных ресурсов.

Эта цель достигается путем решения следующих задач:

- приобретением необходимых систематизированных теоретических знаний и практических навыков комплексного анализа пространственно-координированных данных, с применением геоинформационных технологий;
- выработкой умений формулировать геоинформационные термины рабочих версий, решаемых исследовательских, информационно-аналитических, прогнозных и оценочных задач;
- развитием способностей анализировать экспериментально полученные данные по характеристике базовых компонентов природных почвенных ресурсов с применением цифровых моделей рельефа.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается основное отличие ГИС от иных информационных систем?
2. Кто был основателем ГИС?

3. Дайте собственное определение ГИС.
4. В чем заключается цель дисциплины «ГИС технологии в почвоведении» ?
5. В чем заключаются задачи дисциплины «ГИС технологии в почвоведении» ?

1.2. Роль ГИС технологий в почвоведении

Почвенные исследования включают в себя анализ двух основных почвообразующих факторов - рельефа и растительности - и состоят из двух этапов: полевого и камерального. В основе дифференциации почвенного покрова лежит утверждение о решающей роли рельефа и его морфометрических характеристик. Экологическое значение рельефа обусловлено влиянием топографических факторов, таких как экспозиция и крутизна склонов, расчлененность рельефа, относительная и абсолютная высота. Не менее важным элементом почвообразования является растительность со своим ботаническим составом и количеством опада. Можно выделить ряд косвенных факторов, так или иначе связанных с почвообразованием: освещенность, температура, влажность почвы и воздуха, почвенный сток и, конечно, материнская горная порода.

Одной из основных задач полевого этапа почвенных исследований является выбор мест отбора проб, так называемых - точек копания. Сейчас для этого приходится неоднократно выезжать на место обследования с целью детального изучения местности. А на подготовительном этапе проводится анализ топографических карт. На топооснову, используя дедовские методы, исследователь наносит данные об экспозиции и крутизне склонов, заранее их рассчитывая. Затем он примерно намечает места точек копания, после чего выезжает на местность, где визуально оценивает правильность теоретического заложения и, при необходимости, корректируя их. Это весьма длительный процесс, и не трудно подсчитать, каким затратным делом это обернется.

С появлением и развитием геоинформационных технологий стало возможным решать с их использованием некоторые из перечисленных и многие другие задачи. Применение ГИС заметно упрощает и ускоряет процесс проведения почвенных исследований как на камеральном, так и на полевом этапах. Возможность точно смоделировать анализируемую поверхность позволяет существенно сократить сроки и объемы работ и, как следствие, материальные затраты.

Таким образом, достаточно ясно вырисовывается эффективность применения геоинформационных технологий как в теоретическом, так и в практическом приложениях при изучении почв. Следует отметить, что возможности применения ГИС для сбора, анализа, моделирования и наглядного представления данных в почвоведении далеко не исчерпываются различными наработками.

Почвоведение является фундаментальной наукой, в которой, на данном этапе развития, на первое место выходят методы математической статистики, моделирования, применения геоинформационных технологий и баз данных.

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются почвенные исследования?
2. В чем заключается полевой этап почвенных исследований?
3. В чем заключается эффективность применения геоинформационных технологий в почвенных исследованиях?
4. Что такое детальное исследование местности?
5. Какой наукой является почвоведение?

1.3. Общие сведения о геоинформационных системах

Геоинформационные технологии существуют уже более 50 лет. Много ли это или мало для подобного высокотехнологического направления? Почему геоинформатика и геоинформационные технологии представляют собой одно из наиболее бурно

развивающихся направлений среди информационных технологий? И вообще, что это - наука, технология, метод, компьютерная программа?

Человек, абсолютно незнакомый с географическими информационными системами, может задать вопрос: «а зачем мне нужно знать, что такое геоинформатика?» Действительно, в жизни большинства из нас далеко не каждый день возникает необходимость обращаться к географическим атласам или картам. Но если разобраться, то геоинформационные технологии представляют из себя несколько больше, чем просто карту, помещенную в компьютер. В то же время, понятие «географическая информационная система (геоинформационная система, ГИС)» неразрывно связано с обычной печатной картой. По сути любая географическая карта есть модель земной поверхности и является объектом анализа ее пользователей. Специалисту хватит беглого взгляда на географическое расположение каких-либо явлений или объектов на карте для оценки закономерностей их возникновения и связи с другими параметрами.

Простейший пример - это определение расстояния от одного пункта на карте до другого. Более сложной задачей является определение площадей объектов неправильной формы. В самых сложных задачах устанавливают зависимости между различными тематическими данными карт, например, зависимость популяции снежного барса от рельефа местности или состава почв от геологии коренных пород. Список примеров можно увеличивать. Человек в научной, производственной и управленческой деятельности постоянно сталкивается с необходимостью обработки больших массивов информации, которые связаны с пространственным местоположением разных объектов, описывающих трансформацию их свойств и характеристик в зависимости от времени. В итоге получают визуальное отображение, а весь процесс визуализации - есть процесс создания карты.

Согласно современным представлениям, принятым в русскоязычной литературе, географическая информационная си

стема (ГИС) или Geographic Information System (GIS) - это совокупность технических, программных и информационных средств, обеспечивающих ввод, хранение, обработку, математико-картографическое моделирование и образное интегрированное представление географических и соотнесенных с ними атрибутивных данных для решения проблем территориального планирования и управления (рис. 1.3.1).

Г Представьте себе, что вы находитесь в 1960-х годах, в той эпохе, когда еще компьютерные технологии не разработаны. Организация, где вы работаете дала задание: собрать общую информацию о природных ресурсах региона, дать прогноз на будущее о состоянии запасов этих природных ресурсов по собранными вами материалам. Естественно, для выполнения такой работы вам необходимо собрать достоверный материал, результаты исследований многих специалистов в бумажных версиях. В дополнение к этому вам нужно будет тратить много времени, чтобы выполнить эту работу. Для того чтобы систематизировать работу вам необходима автоматизированная система. Из-за нехватки этой системы впервые были введены специалистами географические информационные системы

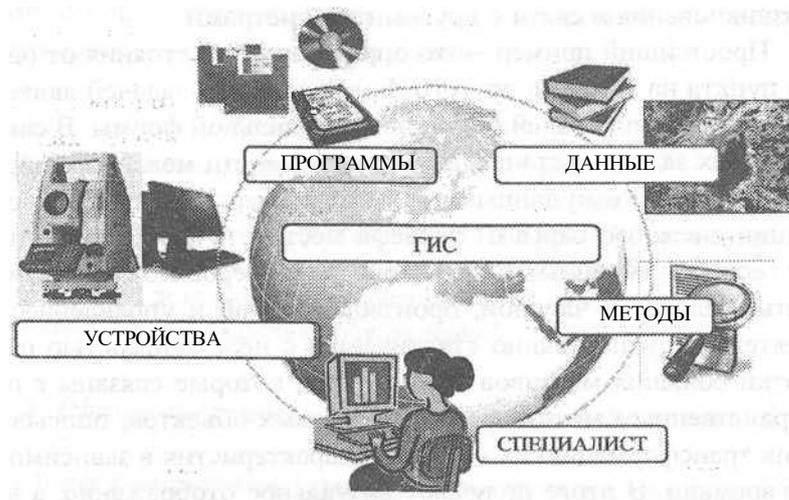


Рис. 1.3.1. Перечень вопросов, связанных с пространственным местоположением разных объектов при ГИС анализе

Контрольные вопросы

1 Дайте собственное определение ГИС.

2 Какие критерии используются при классификации ГИС?

3 (формулируйте одну из задач, в решении которой целесообразно использование ГИС.

4 Расскажите о структуре ГИС.

5 Какими научными дисциплинами и технологиями образуются информационные технологии?

1.4. Основные термины и понятия

1.4.1 Информационные технологии - бурно развивающееся направление современных информационных технологий. По причине пока нельзя говорить о существовании общепринятой терминологии в этой отрасли знаний. Достаточно привести многочисленные определения ГИС, предложенные разными авторами, чтобы понять, насколько еще молода эта сфера деятельности.

1.4.1.1 Информационные технологии - это комплекс аппаратно-программных средств и деятельности по сбору, обработке, отображению и распространению информации, связанной с географическими объектами и процессами.

1.4.1.2 ГИС - это система, состоящая из людей, а также технических и программных средств, предназначенная для сбора, хранения, обработки, анализа, отображения и распространения географической информации.

1.4.1.3 Географическая информационная система (ГИС) - это комплекс аппаратно-программных средств и деятельности по сбору, хранению, обработке, анализу, отображению и распространению географической информации.

1.4.1.4 ГИС - это комплекс аппаратно-программных средств и деятельности по сбору, хранению, обработке, анализу, отображению и распространению географической информации.

* ГИС - это динамически организованное множество данных (динамическая база данных или банк данных), соединенное с множеством действий, реализованных на ЭВМ для расчета, статистических и картографических преобразований этих данных в пространственной информации с целью удовлетворения специфических потребностей пользователей в пределах структуры той или иной отрасли; * (сбор, хранение и технологии) (Degmi A).

ГИС ~ это "система, включающая базу данных, аппаратуру, специализированное программное обеспечение и пакеты программ, предназначенных для расширения базы данных, для манипулирования данными, т.е. представляющими в виде карт или таблиц и, в конечном итоге, способствующими принятию решений о том или ином варианте хозяйственной деятельности".

V

фундаментальные основы геоинформатики,
М.В.У.

и др. (Профессор ХМ ИИИ РАН)

Карта - (Map, Chart, нем. Karte, фр. Carte, от греч. Chartes - лист, свиток) - плоское, математически определенное, уменьшенное, генерализованное условно-знаковое изображение поверхности Земли, другого небесного тела или космического пространства, показывающее размещение, свойства и связи природных и социально-экономических явлений. Карта рассматривается как образно-знаковая модель, обладающая высокой информативностью, пространственно-временным подобием относительно оригинала, метричностью, особой обзорностью и наглядностью, что делает ее важнейшим средством познания в науках о Земле.

Чтение карты - восприятие карты (визуальное, тактильное или автоматическое), основанное на распознавании картографических образов, истолковании и понимании ее содержания. Эффективность чтения карты зависит от читаемости карты, то есть от легкости и быстроты восприятия отдельных обозначений, картографических образов и всего изображения, в целом. В свою очередь, читаемость определяется наглядностью условных знаков, качеством оформления карты, общей загруженностью карты, различимостью деталей изображения.

Цифровая карта - (Numerical map. Digital map, нем. Numerische Karte) цифровая модель поверхности, сформированная с учетом законов картографической генерализации в

принятых для карт проекции, разграфке, системе координат и высот. По сути, термин «цифровая карта» означает именно цифровую модель, цифровые картографические данные. Цифровая карта создается с полным соблюдением нормативов и правил картографирования, точности карт, генерализации, системы условных обозначений. Цифровая карта служит основой для изготовления обычных бумажных, компьютерных, электронных карт, она входит в состав картографической базы данных, является одним из важнейших элементов информационного обеспечения ГИС и одновременно может быть результатом функционирования ГИС.

Компьютерная карта - карта, полученная на устройстве графического вывода с помощью средств автоматизированного картографирования (графопостроителей, принтеров, дигитайзеров и др. на бумаге, пластике, фото пленке и иных материалах) или с помощью геоинформационной системы. Иногда к компьютерной карте относят также карты, изготовленные на специализированных приборах, например, на аэрофотограмметрических устройствах, так называемые ЭВМ-карты.

ГИС-технологии - технологическая основа создания географических информационных систем, позволяющая реализовать их функциональные возможности.

Геоинформационный анализ - анализ размещения, структуры, взаимосвязей объектов и явлений с использованием методов пространственного анализа и геомоделирования.

Функциональные возможности ГИС - набор функций географических информационных систем и соответствующих программных средств:

» ввод данных в машинную среду путем импорта из существующих наборов цифровых данных или с помощью оцифровки источников;

® преобразование данных,.. включая...конвертирование данных из одного формата в другой, трансформацию картографических проекций, изменение систем координат;

ТЯТ-ТО >.io _____ -

ТошДАУ ТашГАУ

- хранение, манипулирование и управление данными во внутренних и внешних базах данных;
- картометрические операции;
- средства персональных настроек пользователей.

Геоинформатика - наука, технология и производственная деятельность:

- по научному обоснованию, проектированию, созданию, эксплуатации и использованию географических информационных систем;
- по разработке геоинформационных технологий;
- по прикладным аспектам или приложениям ГИС для практических или геонаучных целей.

Цифровое покрытие (слой, тема) - семейство однотипных (одной мерности) пространственных объектов, относящихся к одному классу объектов в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев. По типу объектов различают точечные, линейные и полигональные цифровые покрытия.

Пространственный объект ГИС (графический примитив) - цифровое представление объекта реальности (цифровая модель местности), содержащее его местоуказание и набор свойств, характеристик, атрибутов или сам этот объект.

Контрольные вопросы

1. Определите, что входит в понятие «картографические источники».
2. Какие из источников информации дают наиболее оперативную пространственную информацию?
3. В чем недостатки использования текстовых материалов в геоинформационных системах?
4. Дайте пример комплексного представления данных в ГИС.
5. Является ли картой цифровая карта?
6. В чем принципиальное отличие цифровой карты и набора слоев или иной организованной совокупности данных об объектах местности в ГИС?

7. Применимо ли к цифровой карте понятие масштаба?
8. Как осуществляется цифрование исходных картографических материалов?
9. Каковы требования к цифровым картам-основам в ГИС?
10. Перечислите элементы содержания цифровой картографической основы.

1.5. Применение ГИС в различных сферах

В настоящее время геоинформационные технологии проникли практически во все сферы жизни, отметим основные:

- почвоведение;
 - экология и природопользование;
 - земельный кадастр и землеустройство;
 - морская, авиационная и автомобильная навигация;
 - управление городским хозяйством;
 - региональное планирование;
 - маркетинг;
 - демография и исследование трудовых ресурсов;
 - управление дорожным движением; 5 >, ,,
 - оперативное управление и планирование в чрезвычайных ситуациях; :
 - социология и политология;
- кроме того, ГИС используются для решения разнородных задач, таких как:
- обеспечение комплексного и отраслевого кадастра;
 - поиск и эффективное использование природных ресурсов;
 - » территориальное и отраслевое планирование;
 - контроль условий жизни населения; здравоохранение, социальное обслуживание, трудовая занятость;
 - обеспечение деятельности правоохранительных органов и силовых структур;
 - наука и образование;
 - картографирование.

Специалисты, работающие в области ГИС и геоинформационных технологий, занимаются следующим:

- накоплением первичных данных;
- проектированием баз данных;
- проектированием ГИС;
- планированием, управлением и администрированием геоинформационных проектов;
- разработкой и поддержкой ГИС;
- маркетингом и распространением ГИС-продукции геоданных;
- профессиональным геоинформационным образованием и обучением ГИС-технологиям.

Контрольные вопросы

1. В каких сферах применяются геоинформационные технологии?
2. Для решения, каких задач используются ГИС?
3. Какими вопросами занимаются специалисты, работающие в области ГИС и геоинформационных технологий?

1.6. Понятие геоматика и ее роль в системе

Стремление к интеграции знаний столь велико, что привело к появлению новых направлений, одно из которых «геоматика». Термин этот объединяет геонауки, математику и информатику. Геоматику французский глоссарий трактует как «совокупность применений информатики для обработки географических данных, в частности, картографии».

Часто ставится знак равенства между геоматикой и геоинформатикой. Геоматика по определению - это научно-техническая дисциплина, имеющая целью решение задач реальной действительности на основе геоинформации, то есть информации, связанной с геоматической (геоинформационной) системой., Геоматика включает такие дисциплины как математика, физика, информатика, картография, геодезия, фотограмметрия и дис-

ганционное зондирование. Геоматика- это область научно-технической деятельности, которая на основе системного подхода интегрирует все средства сбора и управления пространственно-координированными данными, используемыми для производства и управления пространственно-координированной информацией. Геоматика - это сфера деятельности в науке и технике, имеющая дело с использованием информационных технологий и средств коммуникаций для сбора, хранения, анализа, представления, распространения и управления пространственно-координированной информацией, обеспечивающей принятие решений. Геоматика в почвоведении - это наука и технология, изучающая характер и структуру пространственной информации, методы ее сбора, организации, классифицирования, оценки, анализа, управления, отображения и распространения, а также - инфраструктуру, необходимую для оптимального использования этой информации.

Контрольные вопросы

1. Что такое геоматика?
2. В чем заключается отличие геоинформатики от геоматики?
3. В чем заключается роль геоматики в почвоведении?

1.7, Геокодирование

Геокодирование это процесс, преобразующий описание местоположения (например, координаты, адрес или название места.) в местоположение на поверхности Земли. Геокодировать можно, вводя описание одного местоположения за один раз или вводя описание сразу нескольких местоположений в таблице. В результате геокодирования получают географические объекты с атрибутами, которые можно использовать для составления карт или пространственного анализа. С помощью геокодирования можно быстро находить различные виды местоположений. Посредством геокодирования можно быстро находить ме

стоположения разных типов, включая достопримечательности или названия из географического справочника, такие как горы, мосты и магазины; координаты на основе долготы и широты или других систем привязки к местности, адреса в различных стилях и форматах, включая пересечения дорог, номера домов с названиями улиц и почтовыми кодами.

Существует широкий диапазон приложений, для которых может использоваться геокодирование: от простого анализа данных для управления в сфере бизнеса и потребительских услуг до определения методов планирования сбыта. Используя геокодированные адреса, можно пространственно отобразить их местоположения и распознать структуру информации. Это можно сделать путем простого просмотра информации или с помощью некоторых инструментов анализа, доступных в ГИС, и отображением адресной информации с учетом определенных параметров, что позволит более полно анализировать информацию. Некоторые из этих приложений описаны в следующих разделах.

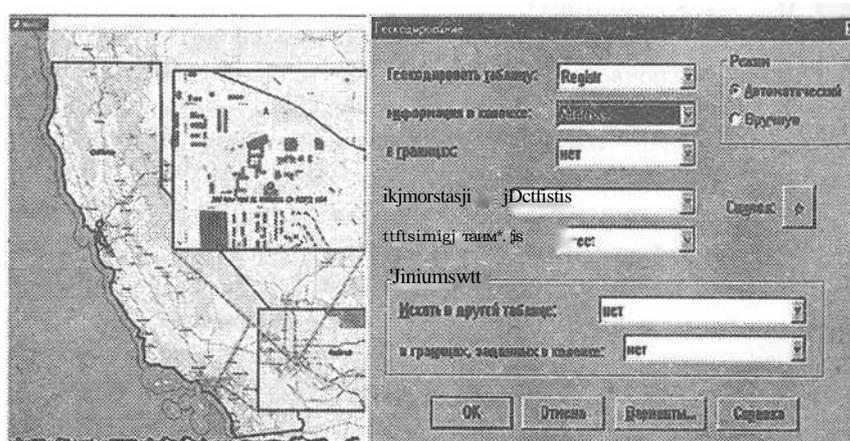


Рис. 1.7.1. Результаты геокодирования географического объекта

С помощью геокодированных адресов можно пространственно отобразить адресные местоположения и начать распознавать в полученной информации признаки закономерностей. Это можно сделать путем простого просмотра информации или с помощью некоторых различных инструментов ГИС, что позволит более полно анализировать информацию.

Контрольные вопросы

1. Что такое геокодирование?
2. Где используется геокодирование?
3. Что такое геокодированный адрес?

2. СПОР И ВВОД ДАННЫХ ДЛЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ПОЧВОВЕДЕНИИ

2.1. Информация и данные в ГИС

Составляющими (компонентами) ГИС, исходя из определения, являются:

- данные;
- программное обеспечение;
- аппаратное обеспечение;
- персонал;
- методологический аппарат.

Программное обеспечение. Содержит функции и инструменты, необходимые для хранения, анализа и визуализации географической (пространственной) информации. Ключевыми компонентами программных продуктов являются: инструменты для ввода и оперирования географической информацией; система управления базой данных (**DBMS**, или СУБД); инструменты поддержки пространственных запросов, анализа и визуализации (отображения); графический пользовательский интерфейс (**GUI**, или ГИП) для легкого доступа к инструментам.

Аппаратное обеспечение. Это компьютер, на котором запущена ГИС. В настоящее время ГИС работают на различных типах компьютерных платформ, от централизованных серверов до отдельных или связанных сетью настольных компьютеров.

Персонал. Широкое применение технологии ГИС невозможно без людей, которые работают с программными продуктами и разрабатывают планы их использования при решении реальных задач. Пользователями ГИС могут быть как технические специалисты, разрабатывающие и поддерживающие систему, так и обычные сотрудники (конечные пользователи), которым ГИС помогает решать текущие каждодневные дела и проблемы.

Методологический аппарат. Успешность и эффективность (в том числе экономическая) применения ГИС во многом зависит от правильно составленного плана и правил работы, которые составляются в соответствии со спецификой задач и работы каждой организации. Структура ГИС, как правило, включает четыре обязательные подсистемы:

« ввода данных, обеспечивающую ввод и/или обработку пространственных данных, полученных с карт, материалов дистанционного зондирования и т.д.;

- хранения и поиска, позволяющую оперативно получать данные для соответствующего анализа, актуализировать и корректировать их;

- ® обработки и анализа, которая дает возможность оценивать параметры, решать расчетно-аналитические задачи;

- ® представления (выдачи) данных в различном виде (карты, таблицы, изображения, блок-диаграммы, цифровые модели местности и т.д.).

Рассмотрим каждый компонент подробнее. Вспомним определение ГИС. Географическая информационная система - это информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, анализ и отображение пространственных **данных** и связанных с ними непространственных, а также получение на их основе **информации** и **знаний** о географическом пространстве.

Прежде всего, обратимся к базовым категориям - данным, информации и знаниям, - которые были использованы при определении ГИС.

Под **данными** понимается совокупность фактов, известных об объектах, либо результаты измерения этих объектов. Данные, используемые в ГИС, отличаются высокой степенью формализации. Данные – это как бы строительный элемент в процессе создания информации, поскольку она получается в процессе обработки данных.



Рис. 2.1.1. Компоненты ГИС

Выделяют следующие типы данных:

в числовые - число;

- логические - «да»-«нет»;
- текстовые - текст произвольный или из заданного набора терминов (например, словаря).

Информации по спкохушккн. иведсшш (данных;. которая

“ ““““твчущ среду (исходящая информация) шш
 в окруж сохраняется внутри
 определе *той сйшш. Информацш существует в виде
 чертежей документов,
 электричеса

Данные являются составной частью информации, представляющей собой зарегистрированные сигналы. Применительно

к ГИС под информацией понимается совокупность сведений, определяющих меру наших знаний об объекте. Во всех случаях для характеристики объекта используется:

« пространственное положение;

• описание специфических свойств в данной точке или области пространства (М определенный момент времени).

1. Пространственные или метрические (пространственные, географические, координатные) данные - это данные, указывающие на локализацию объекта в пространстве. Представляются с помощью следующих графических объектов: точки, линии, области и поверхности. Описание объектов осуществляется путем указания координат объектов и составляющих их частей.

В русскоязычной терминологии «пространственным данным» соответствуют два разных понятия. Первое, относящееся к предметной области геоинформатики, - это все пространственные данные об объектах реальности в широком смысле слова, включающие цифровые изображения, цифровые карты, каталоги координат пунктов опорной геодезической сети и т.п. Второе связано с информационным обеспечением ГИС

- это цифровые данные об объектах реальности (местности, территории и т.п.).

Точечные объекты - это такие объекты, каждый из которых расположен : только в одной точке Пространства, представленной парой координат X, Y

■ ||s ■ .
△ш

■;-Ул;||Ий

■
коордешжг (■
.-ЩК- ;> ■ ШЛ...v
определенным ландшафтом, городом или целым комплексом).

Пошагово описаны в п. 2.1.2. В описании требуется добавление к площади и значениям (Z). Восстановление поверхностей осуществляется с помощью использования мультисетевых алгоритмов (интермиттент и апроксимация) на исходном наборе координат X, Y, Z.

В качестве синонимов термина «пространственные данные» в обоих значениях употребляют термины «географические данные» и «геопространственные данные».

Мы будем использовать следующее определение: «**Пространственные данные** - сведения, которые характеризуют местоположение объектов в пространстве относительно друг друга и их геометрию», что является комбинацией первого и второго. Пространственные объекты представляют с помощью следующих графических объектов: точки, линии, области и поверхности (рис. 2.1.2). Описание объектов осуществляется путем указания координат объектов и составляющих их частей.

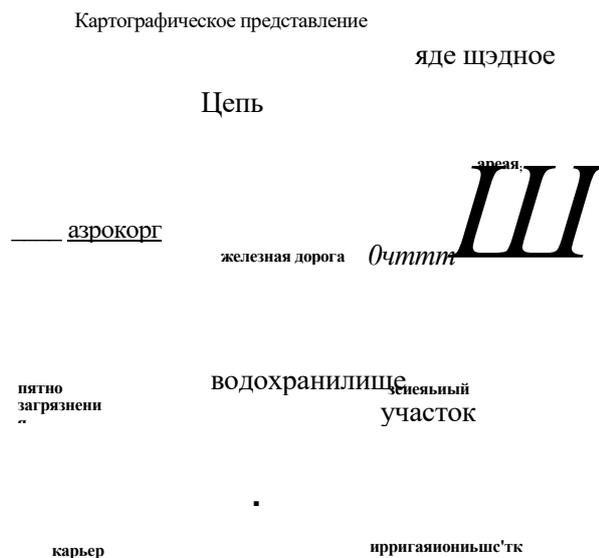


Рис. 2.1.2. Типы данных в ГИС

2. Атрибутивные или **семантические** (в пер. с греческого «обозначающий») **данные** - тематические данные. Они представляются в виде описательной информации об определенных пространственных объектах и их временных параметрах. Примеры таких данных: географическое название, видовой состав растительности, характеристики почв и т.п. (рис. 2.1.3).

Пространственные характеристики определяют положение объекта в заранее определенной системе координат, основное требование к таким данным - *точность*.

Временные характеристики фиксируют время исследования объекта и важны для оценки изменений свойств объекта с течением времени. Основное требование к таким данным - *актуальность*, что означает возможность их использования для обработки, неактуальные данные - это устаревшие данные.

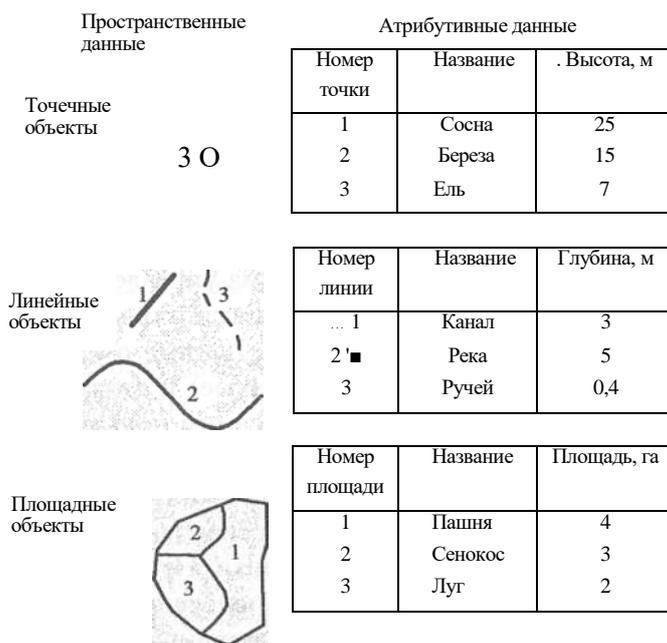


Рис. 2.1.3. Классификация объектов по атрибутам

IVM»iii<u4ime характеристики описывают разные свой-
i | на объектц, включая экономические, статистические, технические
и другие свойства, основное требование - *полнота*.

I Трирода пространственных и атрибутивных данных различна,
Соответственно различны и методы манипулирования (хранения,
ввода, редактирования, поиска и анализа) для двух этих
составляющих геоинформационной системы. Одна из основных
идей, воплощенных в традиционных ГИС - это сохранение связи
между пространственными и атрибутивными данными, при
раздельном их хранении и, частично, раздельной обработке.
Однородные семантические (атрибутивные) данные в ГИС
формируют слой данных (другие термины - оверлей (overlay),
покрытие, тема). От слов overlay, говорят, что ГИС имеют овер-
лейную, или послойную структуру данных. Комбинируя слои и их
последовательность (верхние, нижние) мы можем получать
различные тематические карты. Многослойная организация карты
позволяет упростить анализ картографической информации, делать
тематические или пространственные выборки, проводить анализ. В
результате анализа слоев, отображающих «сырые» данные об
объектах, строятся новые слои в соответствии с задачей
исследования. Многослойная организация электронной карты, при
наличии гибкого механизма управления слоями, позволяет
объединить и отобразить гораздо большее количество информации,
чем на обычной карте. Данные о пространственном положении
(географические данные) и связанные с ними табличные, могут
подготавливаться самим пользователем либо приобретаться. В
таком контексте знания можно рассматривать как результат
интерпретации информации. Наиболее общее определение: **знание** -
результат познания действительности, получивший подтверждение
в практике. Научное знание отличается своей систематичностью,
обоснованностью и высокой степенью структуризации.
Информационные системы можно рассматривать как эффективный
инструмент получения знаний (рис. 2.1.4).

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. Основы географических информационных систем в почвоведении..	9
1.1. Общее представление о ГИС и задачи дисциплины	9
1.2. Роль ГИС в почвоведении	11
1.3. Общие сведения о геоинформационных системах.....	12
1.4. Основные термины и понятия.....	15
1.5. Применение ГИС в различных сферах.....	19
1.6. Понятие геоматика и ее роль в системе	20
1.7. Геокодирование.....	21
2. Сбор и ввод данных для географической системы в почвоведении ..	24
2.1. Информации и данные в ГИС.....	24
2.2. Методы сбора данных в ГИС.....	31
2.3. Этапы сбора информации в ГИС.....	33
2.4. Основные виды получения данных в ГИС.....	34
2.5. Методы растровых и векторных данных.....	35
2.6. Вспомогательные и вторичные географические данные	45
2.7. Цифровая фотограмметрия	46
2.8. Получение информации с GPS приемника	51
2.9. Получение информации из внешних источников.....	56
2.10. Форматы географических данных.....	58
3. Сбор и предварительная обработка географических данных	
3.1. Источники пространственных данных	60
3.2. Предварительная обработка исходных данных.....	69
4. Создание и хранение баз данных, системы управления базами данных в почвоведении	74
4.1. Общее представление о базы данных	74
4.2. Система управления базами данных.....	75
4.3. Программы систем управления базами данных	76
4.4. Виды систем управления: базами данных.....	78
4.5. Преимущество систем управления базами данных.....	79
4.6. Задачи систем управления базами данных	81
4.7. Размещение почвенных данных в систему управления базами данных	
4.8. Проектирование базы данных.....	84
4.9. Представление q SQL.....	87
4.10. Роль индексирования в запросе.....	90

5. Анализ данных в гис.....	91
5.1. Понятие информации ГИС в почвоведении.....	91
5.2. Фотограмметрический анализ информации	92
5.3. Моделирование и модели	93
5.4. Пространственное моделирование в ГИС	104
6. Геопространственный анализ геоинформационных данных в почвоведении	108
6.1. Представление о геопространственном анализе.....	108
6.2. Виды геопространственного анализа.....	112
6.3. Геопространственные измерения	114
6.4. Анализ сетей	117
7. Отражение почвенной информации в географической информационной системе	119
7.1. Методы геовизуализации	119
7.2. Классификация, повторная классификация, сравнение карт, графические и отчетные виды, виды в образе карт.	122
7.3. Трехмерная модель.....	125
7.4. Виды трехмерных моделей местности.....	126
7.5. Система электронных карт.....	129
7.6. Использование плоттера.....	132
8. Организация управления в гис.....	135
8.1. Программные обеспечения и их разновидности.....	135
8.2. Системные требования к установке программ ГИС	137
8.3. Понятие об экспертных системах.....	137
9. Современное развитие географических информационных систем в почвоведении	142
9. 1. Роль мультимедийных средств в ГИС	142
9.2. Разновидности географических информационных систем и изучение информации через сети Интернет.....	144
9.3. Мобильные географические системы.....	147
10. Общие сведения о дистанционном зондировании в геоинформационной системе. Технологии дистанционного управления 149	
10.1. Дистанционное зондирование Земли	149
10.2. Методы обработки космических снимков.....	151
10.3. Проблемы получения дистанционных материалов.....	152
10.4. Информация о свойствах различных космических снимков (Landsat, Ikonos, Quickbird, искусственные спутники Terra)	153
10.5. Использование системы глобального позиционирования	159
10.6. Информация о GPS-приемниках	160
10.7. Технологии дистанционного управления.....	164

10.7.2. Технологии точного земледелия.....	166
10.7.3. Аппаратные средства для точного земледелия.....	168
И. Углубленный обзор применения ГИС-технологий в исследовании деградации почв.....	174
11.1. Концепция почвенной картографии.....	174
11.2. Описание тематических электронных почвенных карт.....	176
11.3. Выявление и оценка эрозионноопасных горных, территорий с использованием ГИС-технологий на основе обработки дистанционных снимков.....	177
11.3.1. Результирующая карта крутизны и экспозиции склонов.....	179
11.....	3
2. Агроэкологическая группировка территорий исследований по степени эрозионноопасности.....	182
11.4. Выявление и оценка опустынивания земель с использованием ГИС-технологий на основе обработки дистанционных снимков.....	184
11.4.1. Материалы дистанционного зондирования для выявления и оценки опустынивания земель.....	184
11.4.2. Мониторинг процессов опустынивания исследуемой территории на основе обработки дистанционных материалов.....	191
11.4.3. Расчет индекса NDVI с целью картирования опустынивания земель.....	196
11.5. Определение диагностических показателей деградированности пастбищных земель.....	204
11.5.1. Выявление и оценка пастбищных земель с использованием ГИС-технологий на основе обработки дистанционных снимков.....	209