

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	
Практическое занятие 1. Общие понятия о геоинформационных системах	6
Практическое занятие 2. Информационное обеспечение для создания ГИС	10
Практическое занятие 3. Структура данных в ГИС.....	16
Практическое занятие 4. Пространственный анализ данных в ГИС	21
Практическое занятие 5. Цифровые модели рельефа	22
КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ	
1. Привязка растрового изображения	24
2. Формирование структуры данных в ГИС	26
3. Ввод и редактирование данных в ГИС	29
4. Использование данных дистанционного зондирования Земли.....	32
5. Создание атрибутивной информации к оцифрованным данным.....	35
6. Пространственный анализ данных в ГИС	38
7. Построение цифровой модели рельефа	40
Основные термины	45
Библиографический список	47

ВВЕДЕНИЕ

Эффективное управление водным хозяйством требует использования новейших информационных технологий. Наиболее удобным и современным инструментом для анализа и оперативного принятия решения специалистом (инженером, исследователем и т.п.) являются *геоинформационные системы* (ГИС), качество и полнота информации которых также зависят от профессионализма специалистов, их создавших.

В учебно-методическом пособии рассматриваются общие вопросы технологии создания ГИС. Разделы пособия подготовлены в следующем порядке: вначале кратко изложены некоторые теоретические основы ГИС-технологий, а далее — материал для проведения практических занятий и компьютерных практикумов. Разделы сформированы по основным задачам, наиболее часто встречающимся при работе с ГИС. Предлагаемые задачи (упражнения) построены по принципу накопления знаний путем решения главной задачи (проекта). Поэтому выполнение должно происходить от первой задачи (регистрации растрового изображения) к последней (пространственные операции). Задача построения цифровой модели рельефа рассматривается отдельно, ввиду того, что данная работа может быть использована студентами для ВКР, и пример, приведенный в пособии, может быть заменен объектом дипломного проектирования.

Задания составлены для начинающего уровня пользователей, т.е. студентов, которые впервые знакомятся с технологией создания данных в ГИС и обучаются по направлению подготовки 08.03.01 Строительство.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1.

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

1.1. История возникновения геоинформационных систем

Геоинформационная система (географическая информационная система — ГИС) — информационная система, оперирующая пространственными данными [1]. Ее используют для сбора данных (пространственных и атрибутивных), их хранения, анализа и графической визуализации.

Человеческая цивилизация прошла долгий путь накопления и систематизации информации (рис. 1). В докомпьютерную эпоху географическая информация была представлена в бумажном варианте в виде топографических карт.

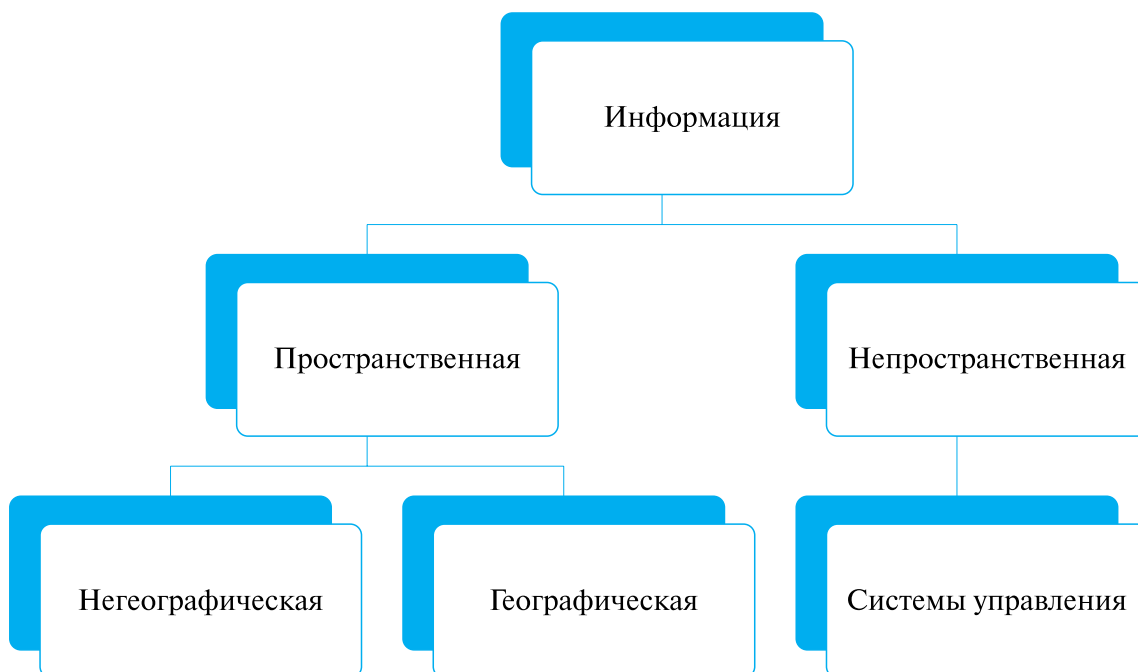


Рис. 1. Классификация информационных систем

Само понятие «географические информационные системы» возникло в 1960-х гг. и непосредственно связано с появлением компьютера в жизни и деятельности человека. В этот период были сформулированы первые концепции количественной и вычислительной географии. Работы по ГИС начинались в Национальном центре географической информации и анализа под руководством М. Гудчайлда. Вначале это были отдельные задачи глобального характера. Позже, по мере накопления опыта, были выделены направления, по которым возможно развитие геоинформационных технологий. Это стало поворотным моментом в развитии технологии ГИС.

Первой «компьютеризированной ГИС» принято считать канадскую географическую информационную систему, которую разработали в 1963 г. специалисты, возглавляемые Р. Томлинсоном по поручению правительства Канады, с целью инвентаризации природных ресурсов страны и в частности лесного хозяйства. Выполнение данной работы потребовало от разработчиков создания системы, которая хранила и обрабатывала огромные массивы данных.

Известный разработчик Ховард Фишер в 1964 г. в период учебы в университете создал одну из первых программ — SYMAP. Годом позже он основал Гарвардскую лабораторию компьютерной графики, в которой проводились исследования в области разработки программного обеспечения (ПО), а также визуализации данных и пространственных опера-

ций. Многие из того, что было разработано в этой лаборатории, применяется и по сей день в геоинформационных системах.

В 1969 г. Джек Данджермонд, сотрудник вышеупомянутой лаборатории, вместе с женой Лорой основали Институт исследований экологических систем, Inc. (ESRI). Вначале это была консалтинговая компания, которая занималась практической реализацией задач ГИС в области земельного кадастра. Успешная работа позволила вложиться финансово в развитие программного обеспечения, методик картографического анализа, пространственных операций и т.п., которые по настоящее время активно применяются. Сегодня продукты разработки ESRI являются стандартами в области ГИС.

В нашей стране также велись разработки в области ГИС с момента появления компьютеров, но широкого распространения они не получили, так как проводились преимущественно в военных целях. По некоторым источникам, одна из первых цифровых моделей рельефа местности была изготовлена в 1961 г. на кафедре картографии Военно-инженерной академии [2]. В нашей стране старт активного развития геоинформационных систем получили в начале 90-х гг., когда стало доступно иностранное ПО и начал стремительно развиваться Интернет.

В настоящее время в России разработан ряд нормативных документов, которые обеспечивают стандартизацию работы в области геоинформационных технологий. Ниже приведен список некоторых из них:

- ГОСТ Р 52155-2003 Географические информационные системы федеральные, региональные, муниципальные. Общие технические требования;
- ГОСТ Р 52438-2005 Географические информационные системы. Термины и определения;
- ГОСТ Р 52571-2006 Географические информационные системы. Совместимость пространственных данных. Общие требования;
- ГОСТ Р 52572-2006 Географические информационные системы. Координатная основа. Общие требования;
- ГОСТ Р 55062-2021 Информационные технологии. Интероперабельность. Основные положения;
- ГОСТ Р 57656-2017 (ИСО 19115-2:2009) Пространственные данные. Метаданные. Часть 2. Расширения для изображений и матричных данных;
- ГОСТ Р 57657-2017 (ИСО 19131:2007) Пространственные данные. Спецификация информационного продукта;
- ГОСТ Р 57668-2017 (ИСО 19115-1:2014) Пространственные данные. Метаданные. Часть 1. Основные положения;
- ГОСТ Р 57773-2017 (ИСО 19157:2013) Пространственные данные. Качество данных;
- ГОСТ Р 58571-2019 Инфраструктура пространственных данных. Требования к информационному обеспечению.

1.2. Область применения и основные задачи ГИС

В настоящее время область применения ГИС охватывает практически всю деятельность человека:

- картографические работы;
- составление земельного кадастра;
- изучение состояния экологических условий территорий;
- планирование города, разработка генерального плана;
- транспорт — планирование новых маршрутов;
- навигационные задачи (отслеживание);
- военное дело;
- туризм.

Разрабатываемая геоинформационная система должна выполнять следующие поставленные перед ней задачи:

1. **Ввод данных.** Для использования в ГИС данные должны быть преобразованы в подходящий цифровой формат (оцифрованы).

2. **Управление данными.** В небольших проектах географическая информация может храниться в виде обычных файлов, а при увеличении объема информации и росте числа пользователей для хранения, структурирования и управления данными применяются СУБД.

3. **Запрос и анализ данных** — пространственные операции с данными.

4. **Визуализация данных.** Трехмерное, плоское изображение объекта, графики, диаграммы, фотографии с привязкой на местности.

Для решения поставленных задач ГИС должны включать:

- **аппаратные средства** (компьютер, дигитайзер, принтер). В настоящее время мощность процессоров и графических карт по сравнительно невысокой стоимости позволяет делать большие проекты на персональных компьютерах, что раньше считалось возможным только на серверах;

- **программное обеспечение**, которое содержит функции и инструменты, необходимые для хранения, анализа и визуализации географической информации. К таким программным продуктам относятся: инструменты для ввода и оперирования географической информацией; система управления базой данных; инструменты поддержки пространственных запросов, анализа и визуализации;

- **данные о пространственном положении** (географические и связанные с ними табличные) (рис. 2).

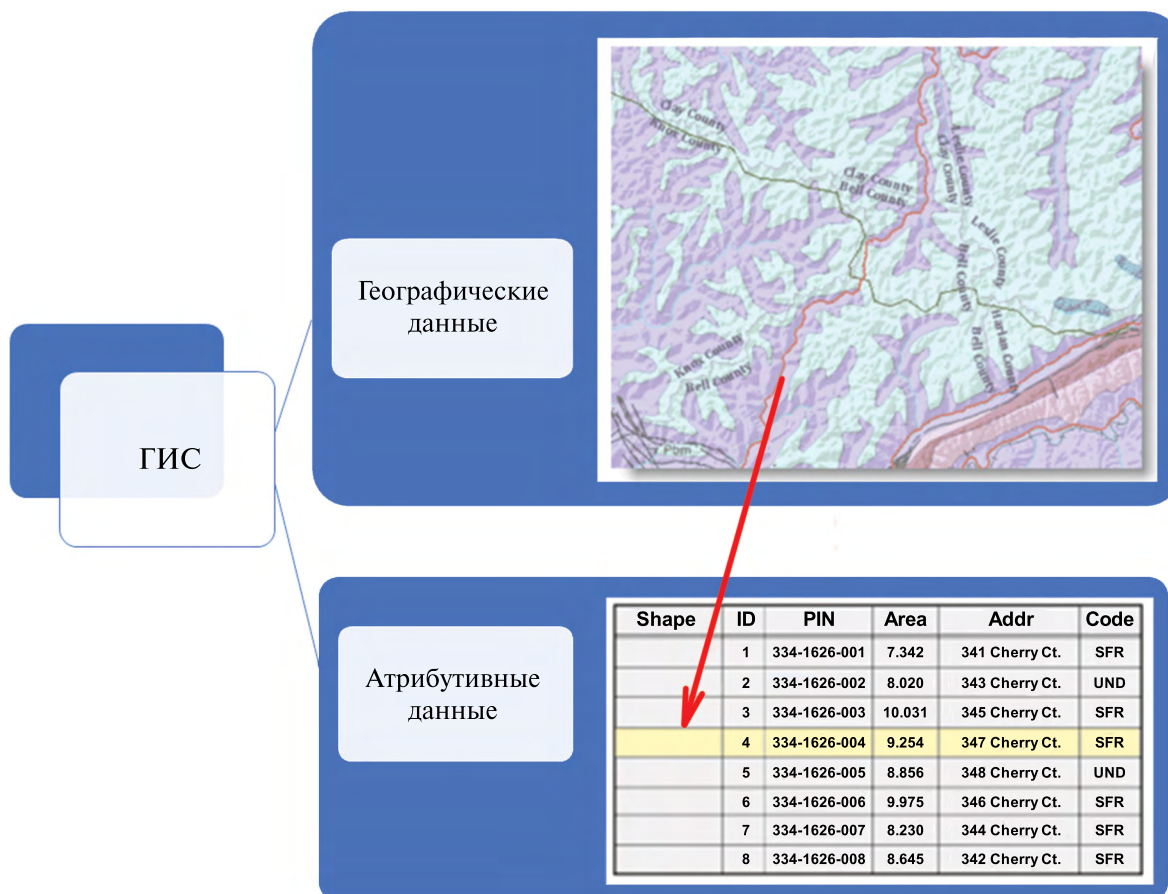


Рис. 2. Структура векторных данных в ГИС

Достоинства ГИС заключаются в автоматизации управления информацией, облегчении анализа проблемы, оперативности принятия решений. К недостаткам можно отне-

сти большие финансовые и временные затраты на начальном этапе создания геоинформационной системы, а также низкая квалификация персонала, который необходимо подготовить.

1.3. Классификация геоинформационных систем

Существует несколько классификаций ГИС разных авторов, наиболее полный их перечень приведен у Н.А. Кашенко [3]: по пространственному охвату; по функциональным возможностям; по архитектуре системы; по проблемной ориентации; по способу организации пространственных данных. Приведем их в кратком виде с некоторыми уточнениями.

ГИС подразделяют:

— по **пространственному охвату**:

- глобальные;
- субконтинентальные;
- национальные;
- межнациональные;
- региональные;
- субрегиональные;
- локальные.

В соответствии с ГОСТ Р 52438–2005 [1] в Российской Федерации по пространственному охвату принято различать: федеральные ГИС (ФГИС), региональные (РГИС), муниципальные (МГИС), локальные (ЛГИС);

— по **функциональным возможностям**:

- полнофункциональные — общего назначения;
- специализированные — ориентированные на решение конкретной задачи в какой-либо предметной области;
- информационно-справочные — системы для домашнего и информационно-справочного пользования;

— по **архитектуре системы**:

- закрытые;
- открытые;

— по **поставленной задаче (проблемной ориентации ГИС)**:

- экологические и природопользовательские;
- отраслевые (водных ресурсов, лесопользования, геологические, туризма и т.д.);
- инженерные (проектирование сооружений);
- имущественные (кадастровые);
- инвентаризационные;
- картографические;

— по **способу организации пространственных данных**:

- векторные;
- растровые;
- комбинированные.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГИС

2.1. Картографические источники информации

Исторически так сложилось, что основным источником пространственной информации для геоинформационных систем стала топографическая карта. Изучением, созданием и использованием топографических карт занимается наука *картография*. Цифровая картография, которая является наиболее распространенным направлением использования ГИС, — раздел картографии.

Карта — математически определенное уменьшенное изображение поверхности Земли — в свою очередь, по форме близка к сфероиду.

Из-за неравномерного распределения масс Земля имеет обширные, пологие выпуклости и вогнутости. Такую сложную фигуру Земли называют *геоидом*. Впервые этот термин предложил немецкий физик И.Б. Листинг (рис. 3).

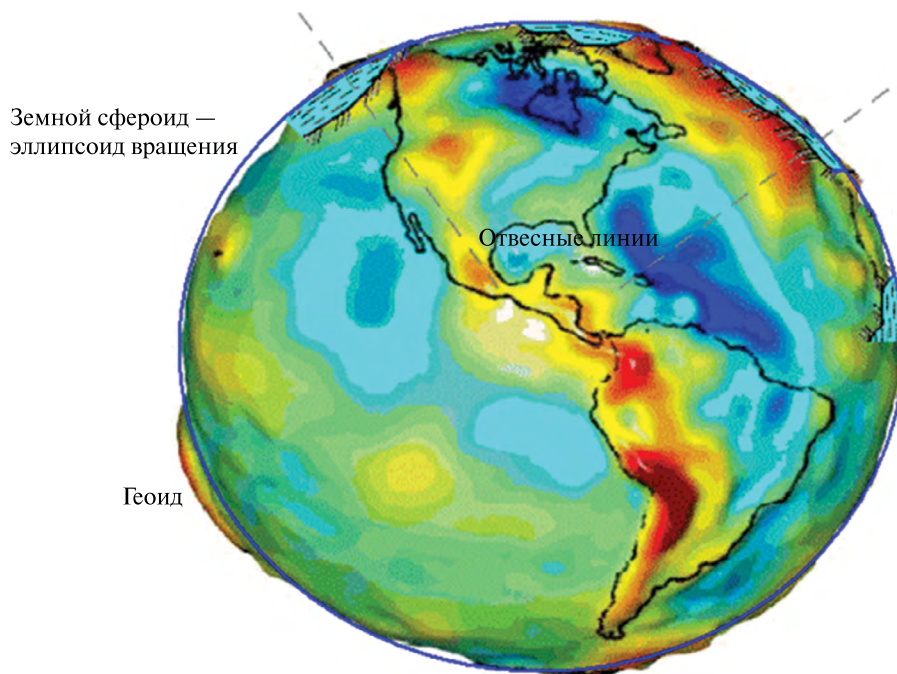


Рис. 3. Геоид и земной сфероид — эллипсоид вращения

Советский геофизик М.С. Молоденский вместо геоида предложил использовать поверхность квазигеоида, который определяется для выбранной поверхности Земли путем инструментальных измерений гравиметром. Молоденский также является первым изобретателем этого прибора.

Поверхности геоида и квазигеоида совпадают на территории Мирового океана, на равнинах различаются не более чем на несколько сантиметров, в горных районах различие достигает двух метров (рис. 4).

В нашей стране расчет эллипсоида был выполнен ученым Ф.Н. Красовским и его учеником А.А. Изотовым в 1940 г. [2]. С этого времени его параметры используются в России для геодезических и картографических работ. Эллипсоид носит название «Красовский 1940». В настоящее время выделяют 3 эллипсоида, которые наиболее точны в описании поверхности земли: GRS-80 (используют Австралия, Европа, Северная и Центральная Америки); WGS-84 (имеет мировое распространение благодаря GPS); ПЗ-90 (российский «Параметры Земли», 1990) [4]. Параметрами, описывающими эллипсоид, являются малая (a) и большая (b) полуоси, а также сжатие (α) (табл. 1).

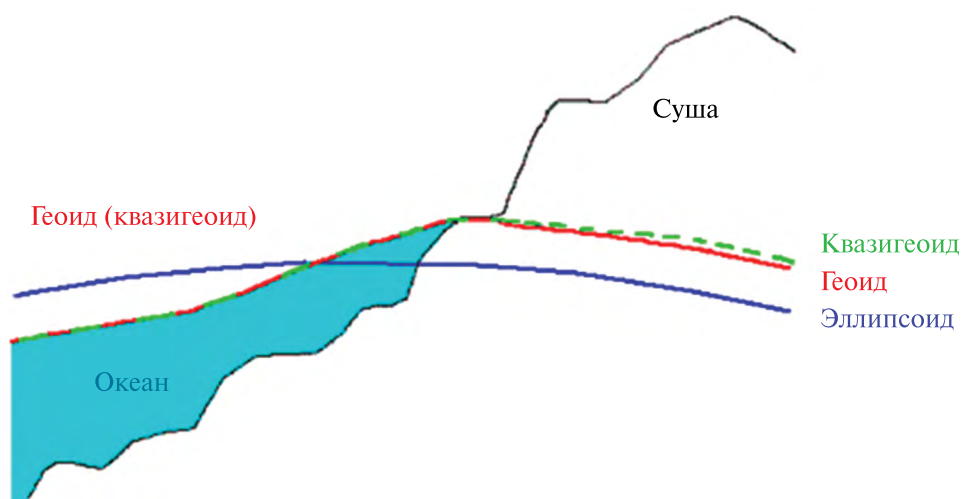


Рис. 4. Соотношение различных поверхностей, аппроксимирующих Землю

Таблица 1

Параметры основных земных эллипсоидов [4]

Параметры	Эллипсоиды		
	WGS-84	ПЗ-90	Красовский 1940
Малая полуось a , м	6378137	6378136	6378245
Большая полуось b , м	6356752.314	6356751.362	6356863.019
Сжатие α	1/298.257223563	1/298.257839303	1/298.3

Положение любой точки на земном эллипсоиде определяется долготой и широтой — это географические координаты (в градусах). Для отображения на плоском листе требуется их перевести в прямоугольные координаты (в метры). Для этого производится *проецирование*. Для повышения точности картографирования объектов была создана геодезическая (наземная) сеть, которая является надежным способом закрепления координатной системы.

Наиболее используемая в нашей стране — это система координат 1942 г. (СК-42). Есть также ряд карт, созданных в СК-63. Сравнительно недавно была введена в действие СК-95, которая сейчас используется для проведения геодезических и картографических работ в России. Для проецирования используется поперечно-цилиндрическая проекция Гаусса — Крюгера.

Рельеф на топографических картах обозначается системой горизонталей и высотных отметок. При этом высота сечения рельефа горизонталями зависит от типа территории и существенно различается на топографических картах разного масштаба (табл. 2).

Таблица 2

Высота сечения рельефа на топографических картах Российской Федерации, м [2]

Территории	Масштабы карт					
	1:10 000	1:25 000	1:50 000	1:100 000	1:200 000	1:500 000
Плоскоравнинные открытые	2,5	2,5	10	20	20	50
Плоскоравнинные залесенные, равнинные пересеченные, холмистые, а также песчаные пустыни	5	5	10	20	20	50
Предгорные и горные	5	5	10	20	40	100
Высокогорные	—	10	20	40	40	100

2.2. Данные дистанционного зондирования Земли

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) — съемка поверхности Земли в различных диапазонах спектра электромагнитных волн. Технологическая схема получения и обработки информации с искусственных спутников Земли представлена на рис. 5.

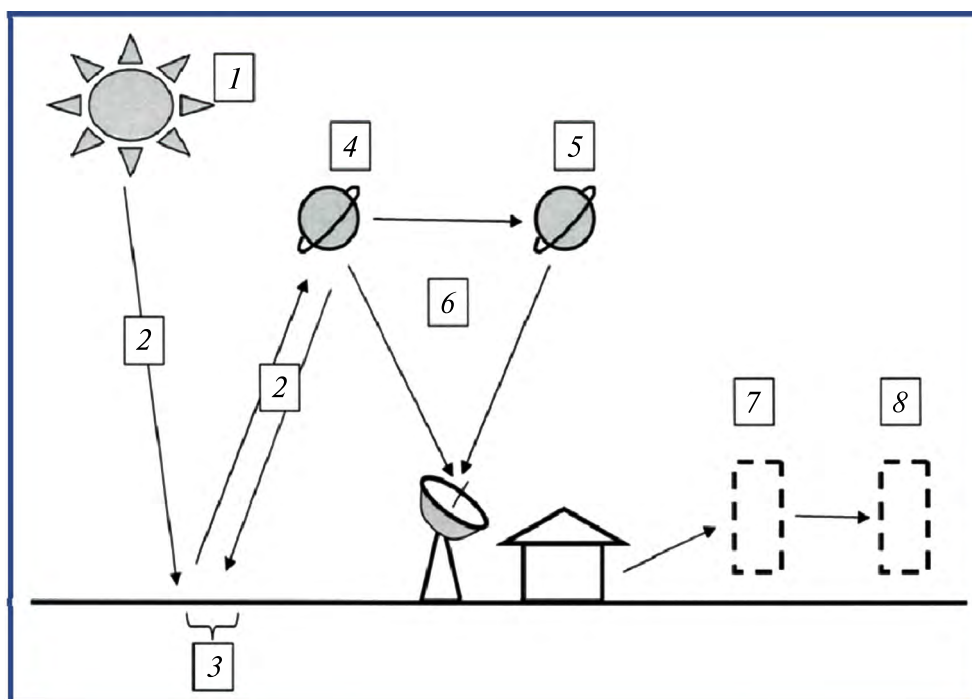


Рис. 5. Принцип получения и обработки информации о Земле дистанционным способом: 1 — источник энергии и освещения (день, ночь); 2 — излучение; 3 — объект исследования; 4 — спутник, который принимает информацию; 5 — спутник позиционирования средств измерения относительно Земли; 6 — передача-прием информации на наземную станцию; 7 — дешифрирование снимка; 8 — внесение информации в ГИС

Дистанционное зондирование Земли основано на том, что любой объект «излучает и отражает электромагнитную энергию в соответствии с особенностями его природы. Различия в длинах волн и интенсивности излучения используются для изучения свойств удаленного объекта без непосредственного контакта с ним» [5].

Методы получения данных ДЗЗ делятся на 2 группы: активные и пассивные. При активном методе спутник посылает сигнал собственного источника энергии; при пассивном — регистрирует отражения от поверхности.

Получение данных ДЗЗ стало возможным с началом освоения космоса 4 октября 1957 г., когда полетел первый искусственный спутник Земли (Спутник-1, кодовое название ПС-1 «Простейший спутник-1»), который разработал конструктор С.П. Королев. С этого момента шло активное изучение поверхности Земли космическими аппаратами (рис. 6).

В настоящее время много стран запустили спутники сверхвысокого разрешения (до 1 м размер пикселя на изображении) для коммерческого применения. В основном это спутники, которые имеют несколько каналов спектрального разрешения.

Спектральное разрешение — ширина спектрального канала (диапазон длин волн), к которому чувствителен датчик.

Понятие «спектральное разрешение» относится к каждому каналу, а не всего снимка в целом.

Спектральное разрешение описывает способность сенсора различать интервал длин волн электромагнитного спектра. Чем выше спектральное разрешение, тем уже диапазон длин волн для определенного канала (рис. 7). Видимый свет составляет лишь небольшую часть диапазона электромагнитных волн, однако сенсорные устройства могут измерять

интенсивность электромагнитных колебаний, не воспринимаемых человеческим зрением, а растровый формат позволяет хранить и визуализировать эти данные.

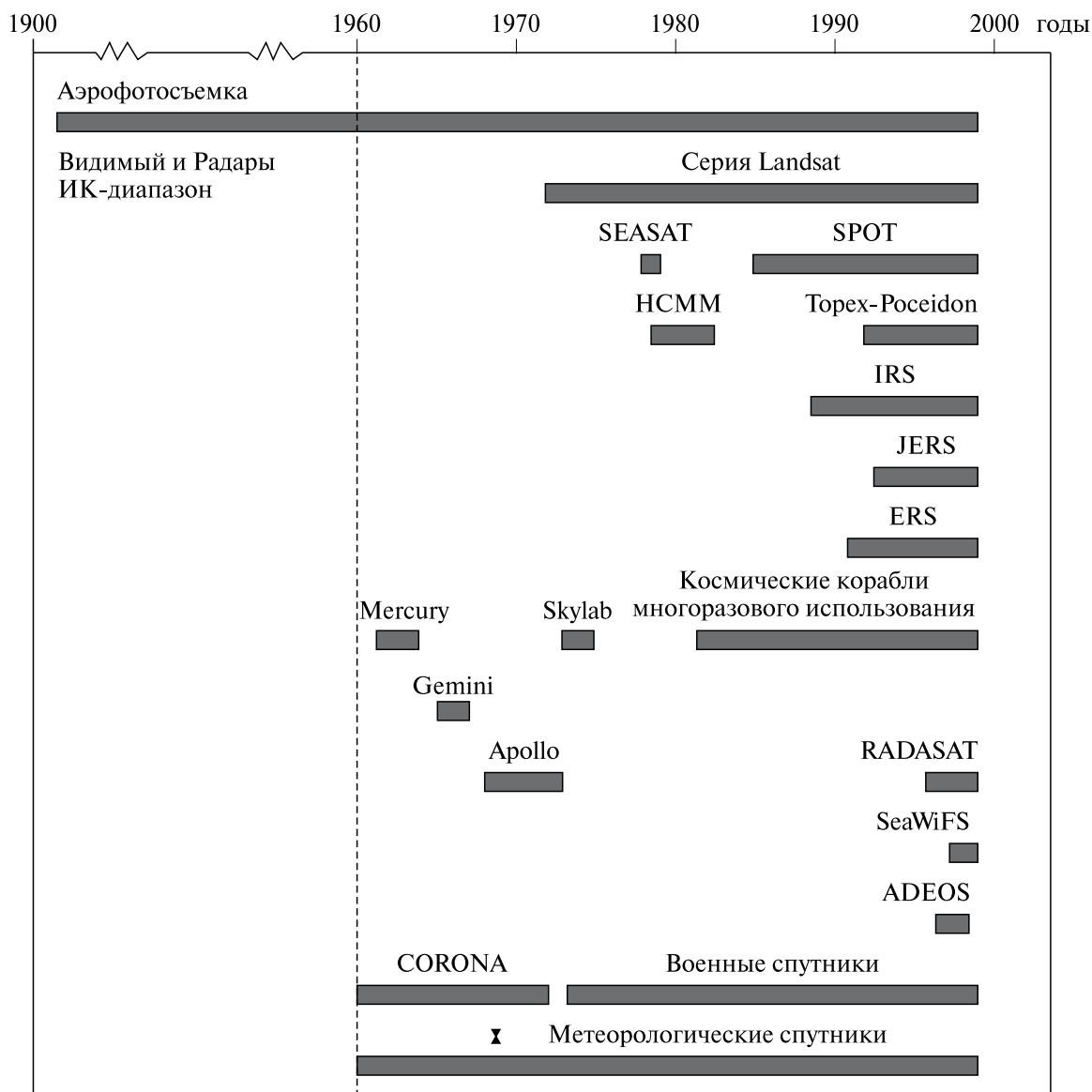


Рис. 6. История освоения космоса до 2000 г. [10]

Методы ДЗЗ	Диапазон	Ширина спектрального канала
Оптическая съемка (фото и сканерная)	Ультрафиолетовый UV	0,01—0,4 мкм
	Видимый VIS	0,4—0,74 мкм
	Ближний ИК NIR	0,74—1,3 мкм
Тепловая съемка	Инфракрасный WIR	Окна прозрачности 1,5—1,8; 2,2—2,6; 3,0—3,6; 4,2—5,0; 7,0—8,0
	Тепловой TIR	8—12 мкм
Радиотепловая съемка	Микроволновый MW	10—100 мм
Радарная съемка	Радиоволны RW	3—100 см

Рис. 7. Диапазоны съемки

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru