

1.2. ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ



Тема лекции 1. ВВЕДЕНИЕ

Вопросы:

- 1.1. Информационные технологии в дистанционном зондировании Земли как научная дисциплина и сфера производственной деятельности.
- 1.2. Цель и задачи изучения дисциплины.
- 1.3. Использование геоинформационных систем и технологий в дистанционном зондировании Земли.
- 1.4. Возможности совместного применения геоинформационных систем и технологий и данных дистанционного зондирования Земли.

Литература

1. Токарева О. С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие / О. С. Токарев. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. – 148 с.
2. Методология и современные проблемы геоматики: учеб.-метод. пособие / Т. Н. Мыслыва, О. А. Куцаева. – Горки: БГСХА, 2022. – 221 с.
3. Сухих В. И. Аэрокосмические методы исследования в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве / В. И. Сухих. – Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 2005. – 392 с.
4. Петин, А.Н. Геоинформатика в рациональном недропользовании / А.Н. Петин, П.В. Васильев – Белгород: Изд-во БелГУ, 2011. – 268 с.
5. Малинников В.А., Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами – М.: Изд-во Миигайк 2009. – 140 с.
6. Кравцова В.И. Космические методы картографирования почв / Учеб. пособие для студентов вузов / В. И. Кравцова. — М.: Аспект Пресс, 2005. – 190 с.
7. Беляев Б.И. Оптическое дистанционное зондирование / Б.И. Беляев, Л.В. Катковский// Минск: БГУ. 2006 –455 с.

Вопрос 1.1. Информационные технологии в дистанционном зондировании Земли как научная дисциплина и сфера производственной деятельности

Современный уровень развития систем ДЗЗ позволяет решать широкий круг научных и прикладных задач с использованием спутниковой информации. Широкий спектр, качество и количество приборов, размещенных на космических аппаратах (КА), раздвинули рамки применения данных ДЗЗ как для глобального непрерывного мониторинга земной поверхности и атмосферы, так и для детального наблюдения различных объектов и явлений. В то же время стали

свободно распространяться не только данные среднего разрешения, но и высокого как с зарубежных, так и с российских КА.

Список решаемых задач с помощью дистанционного зондирования невозможно ограничить – это от мониторинга снегов и льдов до опустынивания, от наводнений до пожаров, от сельского хозяйства до промышленных объектов, мониторинг лесов и океана, и конечно задачи гидрометеорологии и метеопрогноза.

При этом надо сказать, что в основном во многих решаемых задачах используются одни и те же исходные данные, только отличаются степень и уровни обработки, а также выходные продукты получаются на основе разных алгоритмов, разрабатываемых под конкретные задачи.

Данные ДЗЗ конечно во многих случаях представляют интерес не только как разовые снимки, а как систематические оперативные или периодические глобальные, региональные или локальные наблюдения. Для решения таких различных задач создаются специализированные системы дистанционного мониторинга (СДМ). При этом в отличие от настольного про-граммного продукта, располагаемого у конкретного пользователя, данные доступны посредством интернет браузеров.

Работы по развитию технологий создания таких систем активно ведутся в различных научных организациях.

Сейчас данные ДЗЗ, возможно получать из крупных специализированных Центров приема и обработки данных по сети интернет. Практически все поставщики данных как отечественных, так и зарубежных космических систем ДЗЗ предоставляют именно такую информацию.

Большое количество спутников с мультиспектральной аппаратурой находящихся на орбитах позволило снизить интервалы между съемкам и использовать данные ДЗЗ для анализа процессов и явлений в динамике. Такое применение данных характерно для анализа изменений растительности, повреждений, деградации наземного покрова, имеющих долговременный характер.

Выполнение тематической обработки данных ДЗЗ является ресурсоемкими процессами и выполняются процессы на специализированных комплексах автоматической обработки данных. Это также приводит к выводу что создание таких продуктов желательно проводить на мощностях крупных Центров, получая в СДМ результаты обработки.

Основным фактором, современных дистанционных технологий является быстрый рост объемов спутниковой информации. Это приводит к тому, что в конечном итоге при построении СДМ приходится отказываться от традиционного пути использования данных ДЗЗ - получения (сбор) всевозможных данных из различных источников и помещения их в собственные архивы СДМ. Такой путь приводит к тому, что либо СДМ приходится существенно ограничивать в составе используемых данных, либо создавать и поддерживать собственные огромные и дорогостоящие мощности хранения. И тот, и другой путь имеет очевидные недостатки.

Решение данной проблемы является использование распределенных систем хранения данных, возможность работы с которыми сегодня предоставляют многие поставщики информации и центры приема, обработки и архивации данных ДЗЗ. В этом случае СДМ подписывается не на возможность получения всего необходимого потока данных, а на возможность online получения информации из архи-вов поставщиков в любой момент времени, когда это необходимо СДМ и ее пользователям. При таком подходе СДМ может сосредоточиться на ведении только своих собственных специальных архивов данных, получаемых в результате специальной тематической обработки, создаваемой в своих интересах.

Еще одним существенным фактором схемы построения архивов данных СДМ является то, что сегодня активно развиваются новые технологии анализа данных ДЗЗ.

. В частности, появляются возможности создания достаточно сложных инструментов обработки и анализа данных ДЗЗ (см., например, Кашницкий и др., 2015; Кобец и др., 2015, Балашов и др., 2009), а также активно внедряются методы, позволяющие "на ходу" формировать и представлять пользователям различные информационные продукты (см., например (Кашницкий и др. 2015)). Все это требует такой организации архивов данных ДЗЗ, которая могла бы обеспечить возможность быстрого доступа к данным как из пользовательских интерфейсов, так и для процедур обработки данных. Следует также отметить, что во многих случаях СДМ становятся не только потребителями различной информации, но и поставщиками ее в другие СДМ, поэтому создающиеся архивы данных должны обеспечивать возможность работы с хранящейся в них информацией как для своих внутренних пользователей конкретной СДМ, так и для внешних пользователей.

Подсистема представления и анализа данных. В настоящее время можно выделить несколько основных факторов, наиболее сильно влияющих на технологии создания и развития этих подсистем.

Первым фактором, безусловно является то, что одним из основных инструментов для обеспечения работы с данными пользователям являются web-интерфейсы. С одной стороны, это накладывает некоторые ограничения на функциональность работы с данными, а с другой стороны, дает неоспоримое преимущество перед традиционно используемыми настольными приложениями. Такие преимущества связаны в первую очередь с простотой их актуализации и отсутствием необходимости закупать и поддерживать значительное количество лицензий, обычно необходимых для создания и работы настольных приложений (например, ГИС).

Вторым фактором, который во многом позволяет снять недостатки, связанные с использованием в СДМ web-интерфейсов как базового решения, является то, что в последние годы активно ведутся работы по созданию подходов, позволяющих разрабатывать достаточно сложные инструменты распределенного анализа данных с использованием различных интернет-технологий (см., например, (Кашницкий и др., 2015; Acker. Leptoukh, 2007; Moore, Hansen, 2011)). Следует

ожидать, что в ближайшие годы большинство СДМ практически полностью перейдет на использование web-интерфейсов для обеспечения представления пользователям доступа к различной информации и проведения ее анализа.

Третьим существенным фактором является то, что в последние годы достаточно быстро совершенствуются технические возможности, позволяющие обеспечить online-доступ к данным внешних информационных систем, в том числе и к ресурсам поставщиков данных ДЗЗ. Это позволяет работать в интерфейсах конкретных СДМ с информацией, получаемой из разных источников на момент запроса. Вследствие развития подобных технологий сами СДМ имеют сегодня достаточно большие возможности предоставления формируемой ими специализированной информации различным внешним пользователям. Таким образом, СДМ сами могут оказывать услуги по предоставлению различных информационных сервисов. Можно ожидать, что направление предоставления специализированной информации, полученной на основе данных ДЗЗ, будет достаточно быстро развиваться в ближайшие годы.

Вопрос 1.2. Цель и задачи изучения дисциплины.

Целью информационных технологий в дистанционном зондировании Земли является разработка технологий и построение информационных систем по автоматизированной обработке данных дистанционного зондирования для решения землеустроительных и кадастровых задач, а также обеспечения актуальной информацией других отраслей экономики страны.

Для достижения указанной цели необходимо обеспечить решение ряда задач, среди которых:

Обеспечение приема и предварительной обработки данных дистанционного зондирования для автоматизированного анализа;

Разработка методов автоматизированного дешифрирования объектов (распознавание образов);

Разработка методов выявления динамических процессов и явлений по материалам ДЗЗ

Совмещение результатов анализа ДЗЗ с другими данными

Сокращение объема хранимой и обрабатываемой информации;

Обеспечение взаимодействия с другими программными средствами для интерпретации результатов анализа данных ДЗЗ;

Разработка новых автоматизированных методов обработки данных, включая технологии искусственного интеллекта.

Информационные технологии в дистанционном зондировании Земли играют ключевую роль в следующих задачах:

1. Сбор и обработка данных: Современные технологии дистанционного зондирования Земли позволяют собирать большое количество данных с различных

спутников и сенсоров. Информационные технологии используются для обработки этих данных, извлечения полезной информации и устранения шума.

2. Создание и обновление карт: Информационные технологии позволяют создавать и обновлять карты на основе данных дистанционного зондирования. Это помогает получить актуальную информацию о состоянии земель, изменениях в ландшафте, а также контролировать выполнение различных проектов и программ.

3. Мониторинг окружающей среды и климата: Дистанционное зондирование Земли играет важную роль в мониторинге окружающей среды, отслеживании изменений климата и предупреждении о природных катастрофах. Информационные технологии помогают анализировать данные и делать прогнозы на их основе.

4. Управление земельными ресурсами: Технологии дистанционного зондирования используются для оценки и контроля использования земель. Они помогают определить, насколько эффективно используются земельные ресурсы, и выявлять возможные нарушения в использовании земель.

5. Сельское хозяйство и экология: Дистанционное зондирование и информационные технологии позволяют следить за состоянием сельскохозяйственных земель, определять наличие болезней растений и вредителей, а также прогнозировать урожайность. Кроме того, они могут использоваться для изучения и сохранения биологического разнообразия и экосистем.

6. Безопасность и оборона: Дистанционное зондирование с использованием информационных технологий может быть использовано для контроля границ, обнаружения незаконного проникновения на территорию и слежения за передвижениями войск и военной техники.

7. Образование и наука: Дистанционное зондирование предоставляет огромное количество данных для научных исследований и обучения. Информационные технологии позволяют анализировать эти данные, выявлять закономерности и проводить исследования, что способствует развитию науки и образования.

Вопрос 1.3. Использование геоинформационных систем и технологий в дистанционном зондировании Земли.

Геоинформационные системы (ГИС) и технологии играют ключевую роль в дистанционном зондировании Земли. Они используются для сбора, обработки, анализа и визуализации пространственных данных, полученных с помощью различных методов дистанционного зондирования, таких как спутниковые снимки, аэрофотосъемка, лазерное сканирование и др.

ГИС позволяют объединять и интегрировать данные дистанционного зондирования с другими типами информации, такими как результаты полевых исследований, статистические данные и т.д., что делает их незаменимыми инструментами для решения широкого спектра задач, связанных с мониторингом,

управлением и прогнозированием состояния окружающей среды, природных ресурсов и социально-экономических процессов.

Одним из основных преимуществ использования ГИС в дистанционном зондировании является возможность создания и обновления карт и моделей на основе данных, полученных из различных источников, что позволяет получать актуальную и точную информацию о территории исследования. Кроме того, ГИС позволяет визуализировать результаты анализа данных дистанционного зондирования в виде интерактивных карт, графиков, диаграмм и других наглядных представлений, что облегчает процесс интерпретации и принятия решений.

В целом, использование геоинформационных технологий и систем в дистанционном зондировании Земли способствует повышению эффективности и качества принимаемых решений в области управления природными ресурсами, охраны окружающей среды, планирования и развития территорий, а также в решении многих других задач, связанных с обеспечением устойчивого развития и безопасности регионов и стран в целом.

Вопрос 1.4. Возможности совместного применения геоинформационных систем и технологий и данных дистанционного зондирования Земли

Совместное использование GIS и ДЗ имеет множество преимуществ. Во-первых, оно позволяет более эффективно использовать данные ДЗ, так как GIS позволяет хранить, отображать и анализировать данные в удобном для пользователя виде. Во-вторых, совместное использование GIS и данных ДЗЗ позволяет создавать более точные и актуальные карты и модели, так как данные ДЗЗ могут быть интегрированы с другими источниками информации, такими как полевые исследования и статистические данные.

Чтобы оценить возможность внедрения геоинформационных систем и технологий необходимо рассмотреть весь процесс получения данных дистанционного зондирования и их использования для решения прикладных задач.

Процессом съемки управляет специальное программное обеспечение спутника, которое определяет, с помощью встроенной навигационной системы, местоположение спутника и дает команду на съемку в определенных точках орбиты. Затем проходит предварительная обработка снимка (сцены) и передача в наземные центры приема и обработки данных ДЗЗ.

В центре приема и обработки данных ДЗЗ происходит коррекция изображения и формирование сцен с определенным уровнем обработки

Для обработки данных дистанционного зондирования земли традиционно используют специализированные программные средства, среди которых можно выделить линейки Фотомод, ENVI, Scanex, ErDAS и другие. Эти программы поддерживают большой набор форматов данных дистанционного зондирования. Результаты дистанционного зондирования могут быть представлены в различных

форматах с растровой структурой данных. Результаты обработки растровых данных обычно представлены в векторной форме. Растровые и векторные данные широко поддерживаются современными геоинформационными системами. Для работы с большими объемами данных в ГИС реализована поддержка баз географических данных оперирующих растровыми данными (растровый каталог, тайловые структуры и т.д.).

Некоторые современные ГИС изначально разрабатывались для обработки данных ДЗЗ: Saga, Grass и др. Так, ГИС SAGA имеет широкий спектр возможностей для обработки данных дистанционного зондирования Земли, включая:

- Сбор данных: позволяет собирать данные из различных источников, таких как космоснимки, аэрофотоснимки, лазерное сканирование и др.

- Обработка данных: предоставляет инструменты для обработки данных, такие как фильтрация, улучшение качества изображений, коррекция искажений и др.

- Визуализация данных: позволяет создавать карты, модели и графики на основе данных дистанционного зондирования.

- Интеграция данных: позволяет объединять данные дистанционного зондирования с другими данными, такими как статистические или результаты полевых исследований.

- Анализ данных: включает инструменты для анализа данных, такие как классификация изображений, обнаружение изменений, анализ трендов и др.

- Прогнозирование: позволяет создавать прогнозы на основе анализа данных дистанционного зондирования и других факторов.

- Создание отчетов: позволяет создавать отчеты о результатах обработки данных дистанционного зондирования для представления заказчику или публикации.

ГИС SAGA обладает широким спектром инструментов для тематической обработки данных дистанционного зондирования Земли. В число этих инструментов входят:

- Расчет индексов: SAGA позволяет рассчитывать различные индексы, такие как NDVI (нормализованный разностный вегетационный индекс) и EVI (улучшенный вегетационный индекс), которые используются для оценки состояния растительности и почв.

- Классификация изображений: SAGA предоставляет инструменты для классификации спутниковых изображений, включая методы машинного обучения, такие как Random Forests и Support Vector Machines.

- Анализ изменений: SAGA может использоваться для обнаружения изменений в ландшафте на основе анализа последовательности изображений, полученных в разные моменты времени.

- Гидрологический анализ: SAGA включает инструменты для гидрологического анализа, такие как моделирование стока и оценка эрозии.

- Создание отчетов: SAGA может создавать отчеты о результатах тематической обработки данных дистанционного зондирования для представления заказчику.

Следует отметить что ГИС SAGA хорошо интегрируется с ГИС QGIS и ArcGIS. В тоже время в QGIS и ArcGIS есть собственные инструменты для работы с данными ДЗЗ.

Однако, совместное использование GIS и ДЗЗ также имеет некоторые ограничения. Одним из них является сложность интеграции данных из разных источников, так как каждый из них может использовать свою собственную систему координат и формат данных. Кроме того, данные ДЗЗ могут иметь низкое разрешение или быть подвержены ошибкам, что может снижать точность результатов анализа.