

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геоморфологии и геоэкологии

**Изучение линеаментов по данным дистанционного зондирования (на
примере Саратовской области)**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки _____ 4 _____ курса _____ 431 группы _____
направления _____ 05.03.03 Картография и геоинформатика _____
_____ географического факультета _____
_____ Коротковой Дарьи Алексеевны _____

Научный руководитель

доцент, к.с – х.н, доцент

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

В.А. Гусев

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

к.с-х.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

В.А. Гусев

инициалы, фамилия

Саратов 2023

Введение. На сегодняшний момент накоплен огромный массив информации и разнообразного материала, посвященного строению земной коры и линеаментам в частности. Вся эта информация содержится в виде карт, схем геологического и географического содержания и текстовых источников.

Использование имеющихся материалов позволяет изучать территории нашей планеты, так как линеаментный анализ является самым эффективным методом для проведения комплексного анализа, включающего геоморфологические, геологические, дистанционные и другие методики геологического картирования и мониторинга опасных геологических процессов.

Помимо всего, совершенствование технологий дистанционного зондирования Земли позволило в очередной раз подтвердить существование линеаментной сети планеты, а затем и применять при решении научных и практических задач. В современное время аэро- и космоснимки находятся в относительно свободном доступе, что делает возможным дешифрирование линеаментов на абсолютно любой территории Земли.

В качестве объекта исследования выступают линеаменты. Предметом исследования являются линеаменты на территории Саратовской области.

Целью данной работы является дешифрирование и анализ линеаментов и линеаментных структур по космическим снимкам на территории Саратовской области.

В соответствии с целью сформулированы следующие задачи:

- изучить сущность понятия «линеамент», дать их классификацию и закономерности распространения;
- показать применение данных дистанционного зондирования в изучении линеаментов, а также методов автоматизированного дешифрирования линеаментных структур;
- на основе дешифрирования космических снимков выявить линеаменты на территории Саратовской области и провести анализ полученных результатов.

В ходе работы применялись описательный, сравнительный, картографический, в частности методы математико-картографического и геоинформационного моделирования, а также аналитический метод.

Данная работа состоит из трех разделов, которые содержат 30 рисунков, 1 таблицу и 5 карт, составленные автором. В качестве источников использовались учебные материалы и пособия, статьи из научных журналов, электронные ресурсы, а также правила и руководства пользования необходимыми ГИС-программами.

Основное содержание работы

1 Сущность понятия «линеамент» и основные аспекты изучения вопроса

В самом начале развития геологии как науки линеаменты рассматривались лишь в пределах поиска решений для задач и вопросов по планетарной трещиноватости. В 1904-1911 годах было сформулировано понятие «линеамент» В. Хоббсом и занесено в научную сферу для всеобщего использования. Под линеаментом понимались линейно направленные границы геологических структур, а также горных массивов, линий берегов морей и прямых вытянутых долин рек [1].

Линейные гетерогенные глубинные неоднородности могут быть представлены в структуре земной коры и тектоносферы различными элементами:

- валы и валообразные поднятия;
- грабены и грабенообразные понижения;
- зоны повышенной трещиноватости;
- флексуры и флексурно-разрывные зоны;
- разрывы и разломы разных глубин заложения;
- пояса линейно ориентированных складок;
- зоны повышенной магматической проницаемости;

- цепочки интрузивных тел, потухших и действующих вулканов (в том числе и грязевых);
- сейсмомиграционные ряды;
- зоны повышенной обводненности, засоленности [2].

По соотношению с разрывами геологической структуры линеаменты можно разделить на совпадающие с разрывами, установленными геологическими (или геофизическими) методами; продолжающими (пролонгирующими, наращивающими) известные ранее разрывные нарушения; автономные (независимые от известных ранее разрывов), секущие образования, генезис которых требует уточнения [3].

По характеру расположения отдельных линеаментов и их зон по отношению к генеральному простираению складчатых поясов и границ их сочленения с сопредельными платформами и щитами и срединными массивами линеаменты также могут различаться.

Главной закономерностью распределения линеаментов в геологическом пространстве является их «групповое», а не «одионое» распространение, причем, как правило, довольно строго упорядоченное [1].

2 Применение данных дистанционного зондирования в изучении линеаментов

В настоящее время изучение особенностей геологии и других структурных составляющих земной поверхности сопровождается использованием аэрокосмической информации. Выявление морфологических особенностей территории и рассмотрение строения литосферы представляет собой метод геологического дешифрирования.

Задачи геологического дешифрирования:

- 1) исследование структурных форм литосферы, их взаимоотношений, генезиса и относительного возраста;

- 2) выявление и прослеживание на площади литолого-стратиграфических комплексов, анализ их пространственных и временных соотношений;
- 3) изучение степени отражения геологических объектов, в том числе погребенных структурных форм, в ландшафтных особенностях земной поверхности;
- 4) анализ геоморфологических особенностей территории, выяснение генезиса форм рельефа и их возраста;
- 5) изучение современных геологических процессов;
- 6) выявление рудоконтролирующих структур при прогнозировании и поисках полезных ископаемых;
- 7) оценка состояния и изменений верхней части литосферы в условиях техногенеза;
- 8) уточнение, детализация или создание новых карт [4].

По степени геоинформативности материалов дистанционной съемки различают четыре уровня оптической генерализации, каждый уровень генерализации обладает конкретным масштабом, разрешением снимков и охватом геологических данных.

Информация, получаемая в результате дешифрирования геологической информации с космических снимков, имеет внушительный объем данных. Благодаря автоматизации процессов повышается точность и актуальность результатов геологического дешифрирования. При автоматизированном процессе дешифрирования возможно решить следующие задачи: моделирование и восстановление изображений, улучшение их качества, контрастных характеристик; фильтрация различного рода искажений.

К числу основных операций интерактивной обработки видеоизображений относят две – выделение заданных элементов анализируемого изображения из окружающего фона и проведение измерительных и вычислительных операций по выделенным элементам [5].

Общая схема обработки материалов дистанционной съемки включает в себя этапы:

- 1) статистический анализ априорных данных, которые обеспечивают выбор эталонных участков, и планирование оптимальных сроков аэрокосмических съемок;
- 2) накопление и анализ дешифровочных признаков исследуемых классов геологических объектов по эталонным участкам;
- 3) выделение на анализируемых снимках границ однородных областей (сегментация);
- 4) автоматизированная классификация изображений в диалоговом режиме (управление классификацией);
- 5) присвоение выделенному классу геологического содержания (идентификация) [4].

При обработке снимков осуществляется ряд процедур:

- 1) формирование видеофайлов по заданным координатам углов фрагмента и спектральным каналам;
- 2) координатная привязка снимков и преобразование их в заданную картографическую проекцию;
- 3) воспроизведение на устройствах вывода нужного спектрального фрагмента;
- 4) определение для выбранных однородных участков статистических характеристик: построение одномерных, двухмерных гистограмм распределения яркости, векторов средних значений яркости;
- 5) получение линейных комбинаций исходных многозональных изображений;
- 6) классификация выделенных однородных участков с привлечением априорной информации о числе и центрах классов, объединения в кластеры;
- 7) поэлементная классификация видеофайлов по классам;
- 8) представление и воспроизведение результатов классификации [5].

Автоматизированная обработка геологических данных производится программами, которые обладают способностью к вычленению однородных

участков и последующему формированию классификации выделенных объектов/участков [5].

В настоящее время наиболее используемыми программными средствами для выделения линеаментов являются ERDAS IMAGINE и ArcView. В ERDAS включен модуль LESSA, который применяется в геологическом и сейсмологическом районировании в целях изучения линеаментных структур. LESSA способна самостоятельно выявлять линейные объекты и определять их направление, всего известно 8 направлений [6].

В рамках ArcView используют инструмент от ESRI – ArcGIS. В ArcGIS есть дополнительный модуль Spatial Analyst, который делает возможным пространственный анализ [6].

В ArcGIS линеаментный анализ проводится посредством создания карт уклонов поверхности и экспозиции склонов. Карты уклонов и экспозиции служат дополнительным материалом для выделения линеаментов на исследуемых территориях, а также позволяют подтвердить ранее выделенные по космическим снимкам линейные структуры.

3 Дешифрирование линеаментов по космическим снимкам

В рамках данной работы для линеаментного анализа в качестве примера рассматривалась Саратовская область, которая располагается в пределах Восточно-Европейской (или Русской) платформы в ее юго-восточной части [7].

Фундамент платформы сложен жесткими древними докембрийскими породами – гнейсами, кварцитами, кристаллическими сланцами. Фундамент образовывался на протяжении разных эпох – палеозойской, мезозойской и кайнозойской [8].

В начале линеаментного анализа области были нанесены на карту посредством программы MapInfo крупные линеаменты, которые отображаются в структуре земной коры грабенами, разрывами, разломами и т.д. Так, разрывные нарушения были взяты в основу линеаментов области.

Далее по космическим снимкам Landsat 8 были отмечены остальные линеаменты – менее крупные. Для дешифрирования линеаментов использовались снимки за 2020-2022 года периода с апреля по сентябрь, когда отмечалась наименьшая степень облачности. Всего на территорию области попадают 13 снимков, учитывая все крайние точки и изогнутые линии границ области.

Так как линеаменты на снимках могут отображаться в виде обводненных участков и возвышенных частей рельефа по данным признакам и проводилось дешифрирование.

Результатом полного дешифрирования служит карта линеаментов Саратовской области. Большая часть линеаментных структур на территории Саратовской области расположена преимущественно в ее восточной части.

Также линеаментный анализ Саратовской области проводился с помощью программы ArcGIS 10.5, где по картам уклонов поверхности и экспозиции склонов территории возможно выделять линеаменты. Были получены карты уклонов поверхности и экспозиции склонов.

Далее по полученным картам были выделены линеаментные структуры – прямолинейные и дугообразные.

Согласно карте линеаментов Саратовской области, можно выделить участки, где отмечается особенно сильное их сгущение. Для наиболее наглядного представления была составлена карта плотности линеаментов.

В процессе анализа карты плотности линеаментов были выделены участки с наибольшей плотностью линеаментов на территории Саратовской области. Плотность линеаментов также свидетельствует о геодинамической активности территории. Соответственно, участки с наибольшей плотностью линеаментов характеризуются высокой геодинамической активностью.

Участки с наибольшей плотностью линеаментов:

- 1) участок западнее, южнее и восточнее населенного пункта с. Перелюб в восточной части Саратовской области, особенно высокая плотность отмечается юго-западнее с. Перелюб;

- 2) участок, располагающийся между населенными пунктами п.г.т. Ровное и г. Красный Кут;
- 3) участок восточнее и юго-восточнее населенного пункта г. Ершов;
- 4) участок западнее населенного пункта п.г.т. Озинки;
- 5) участок восточнее населенного пункта с. Ивантеевка;
- 6) небольшой участок севернее населенного пункта г. Саратов;
- 7) небольшой участок юго-западнее населенного пункта г. Калининск.

Выделенные участки с наибольшей плотностью линеаментов совпадают с участками с наибольшей геодинамической активностью. Остальная часть территории Саратовской области характеризуется низкой и незначительной степенью геодинамической активности. Таким образом, территория Левобережья характеризуется большей геодинамической активностью.

Было проведено сравнение линеаментов по карте уклонов с полученной картой линеаментов. Практически все линеаменты, выделенные по карте углов наклона совпадают с картой дешифрированных линеаментов. Важно отметить, что линеаменты, которые стало возможным выделить по карте уклонов, отмечаются большей протяженностью, соединяя в единый несколько более мелких линеаментов, выделенных по космическим снимкам.

Далее были сравнены карты линеаментов и экспозиции склонов. Линеаменты в меньшей степени сопоставляются друг с другом, но совпадения есть. По карте экспозиции склонов удалось успешнее выделить наиболее протяженные линеаменты на территории Саратовской области.

В результате изучения и анализа геологии и тектоники Саратовской области, а также дешифрирования космических снимков была получена карта линеаментов области, то есть осуществлен линеаментный анализ с применением ГИС-программ. Территория Саратовской области характеризуется, по большей части, низкой и незначительной степенями геодинамической активности, но выделяются области и с более высокой степенью. Наибольшая геодинамическая активность проявляется в Левобережье Саратовской области. В связи с линеаментами, которые

выделяются и по космическим снимкам, и по картам уклонов поверхности и экспозиции склонов, подтверждается вывод о высокой геодинамической активности в восточной части Саратовской области – районе сел Перелюб и Ивантеевка, г. Ершов и п.г.т. Озинки.

Список используемых источников

1 Кац, Я.Г. Основы линеamentной тектоники / Я.Г. Кац, А.И. Полетаев, Э.Ф. Румянцева. – М.: Недра, 1986. – 140 с.: ил.

2 Классификация линеamentов [Электронный ресурс]: Е-Досье. – URL: <https://e-ecolog.ru/docs/oN-jw05xldhYXljpJ1rZ5/4523> (дата обращения: 07.04.2023). – Загл. с экрана. – Яз.рус.

3 Линеamentы (линейные структуры Земли) [Электронный ресурс]: Сквозные системы Земли. – URL: <https://www.garshin.ru/evolution/geology/geosphere/geophysics/lineaments.html> (дата обращения: 05.04.2023). – Загл. с экрана. – Яз.рус.

4 Казик, Л.И., Петрусеvич, М.Н. Практическое руководство по аэрофотогеологии / Л.И. Казик, М.Н. Петрусеvич. – М.: Издательство МГУ, 1976. – 190 с.

5 Балдина, Е.А., Лабутина, И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков: учебник. 2-е изд., переработанное и дополненное / Е.А. Балдина, И.А. Лабутина. – М.: «КДУ», «Добросвет», 2021. – 269 с.

6 LESSA [Электронный ресурс]: Геоинформационный портал Gisa.ru. – URL: <http://www.gisa.ru/6444.html> (дата обращения: 20.04.2023). – Загл. с экрана. – Яз.рус.

7 Шебалдин, В.П. Тектоника Саратовской области / В.П. Шебалдин. – Саратов: ОАО «Саратовнефтегеофизика», 2008. – 40 с.: ил.

8 Геологическая история Саратовской области [Электронный ресурс]: Образовательный портал. – URL: <https://obrazovanie-gid.ru/soobscheniya/geologicheskaya-istoriya-saratovskoj-oblasti-soobschenie.html> (дата обращения: 01.05.2023). – Загл. с экрана. – Яз.рус.

