

Федеральное агентство по образованию
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОУВПО «АмГУ»

Утверждаю

Зав. каф. ГиП

_____ Т.В.Кезина

«_____» _____ 2008 г.

«ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

для специальности 080100 очной формы обучения
«Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных
ископаемых»

Составитель: Стриха В.Е., доцент каф. ГиП, к.г.-м.н.

Благовещенск 2008 г.

*Печатается по
решению редакционно-
издательского совета Амурского
государственного
университета*

В.Е.Стриха

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Геологическое картирование»
для студентов очной формы обучения специальности 130301 «Геологическая
съёмка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых»

СОДЕРЖАНИЕ

1. Программа дисциплины	3
2. Рабочая программа дисциплины.....	4
3. Самостоятельная учебная работа студентов.....	7
4. Методические рекомендации по проведению практических (лабораторных) занятий.....	7
5. План-конспект лекций по дисциплине.....	8
Цель и содержание курса.	
Основы геокартографии.	
Дистанционные методы исследования (ДМИ) при ГСР	
Масштабы и виды ГСР.	
Предполевым подготовительный период.	
Полевой период.	
Камеральный период.	
Специальные виды ГСР.	
Геологическая изученность территории России и современная концепция ГСР	
6. Методические указания по выполнению курсовых проектов.....	83
7. Методические указания по проведению лабораторных работ.....	83
2.1.9. Методические указания к практическим и семинарским занятиям.....	83
2.1.10. Методические указания по выполнению домашних заданий и контрольных работ.....	83
2.1.11. Перечень программных продуктов используемых в практической деятельности выпускников.....	84
2.1.13. Методические указания профессорско-преподавательскому составу по организации межсессионного и экзаменационного контроля знаний студентов.....	84
2.1.14. Комплекты заданий для лабораторных работ, контрольных работ, домашних заданий.....	84
2.1.16. Комплекты экзаменационных билетов для экзамена	85
2.1.17. Карта обеспеченности дисциплины кадрами профессорско-преподавательского состава.....	87

1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Геологическое картирование»

Образовательный стандарт. Карты геологического содержания, масштабы карт; требования к содержанию и оформлению геологических карт, стратиграфических колонок, геологических разрезов; виды и методы геологического картирования; специальное геологическое картирование; особенности крупномасштабных геологических съемок, документация и опробование при крупномасштабном геологическом картировании; аэрокосмогеологические методы картирования; лабораторные исследования;

стадийность крупномасштабных геологосъемочных работ; организация геологосъемочных работ; особенности картирования - слоистых осадочных и вулканических толщ, интрузивных тел, контактовых зон, метаморфических серий и метасоматических образований; картирование разрывных нарушений; картирование месторождений различных типов полезных ископаемых; использование ГИС-технологий при геологическом картировании.

Основной целью изучения дисциплины является усвоение студентами приемов и методов геологической съемки как одного из основных средств изучения геологического строения участков земной коры и выявления их перспектив в отношении обнаружения полезных ископаемых.

Содержание дисциплины

Дисциплина состоит из серии лекций направленных на получение знаний по теории и практике геологической съемки, ознакомление с методами геологического дешифрирования материалов аэро- и космических съемок с использованием их при геологическом картировании, освоение основных приемов и методов составления геологических карт, а также ознакомление со специальными видами и методами геологического картирования.

Дисциплина «Геологическое картирование» (СД. 06) включает в себя следующие основные разделы:

№ пп	Раздел дисциплины	Лекции	ЛР	СРС
		Семестр 5		
1	Цель и содержание курса.	1		
2	Основы геокартографии.	1	4	2
3	Дистанционные методы исследования (ДМИ) при ГСР	4	18	5
4	Масштабы и виды ГСР.	2	2	2
5	Предполевой подготовительный период.	1	2	10
6	Полевой период.	2	4	5
7	Камеральный период.	2	4	5
8	Специальные виды ГСР.	3		5
9	Геологическая изученность территории России и современная концепция ГСР	1		5
	Итого	17	34	39

2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Геологическое картирование»

1. Цель и содержание курса. Составные части курса геокартирования: геолого-съемочные работы (ГСР), дистанционные методы исследования (ДМИ), геокартографирование. Связь геокартирования с другими геологическими дисциплинами.

2. Основы геокартографии. Понятие о геологических картах. Виды геологических карт по назначению, содержанию и масштабу. Принципы составления геологических карт.

3. Дистанционные методы исследования (ДМИ) при ГСР. Виды ДМИ: аэрокосмогеофизические и аэрокосмогеологические. Их задачи и место в комплексе ГСР.

4. Масштабы и виды ГСР. Их место в стадийности геологоразведочных работ. Целевое назначение и стадии единого процесса геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые.

5. Предполевой подготовительный период. Составление предварительных геологических карт и схемы районирования территории по условиям проведения ГСР и поисков. Разработка опорной геологической легенды. Выбор ключевых объектов исследования, опорных участков и разрезов, мест базирования.

6. Полевой период. Задачи, этапность и организация работ. Площадная съемка, съемочные и поисковые маршруты, наземные площадные и профильные геофизические исследования, площадные геохимические поиски, эколого-геохимические исследования. Геологические маршруты и их виды.

7. Камеральный период. Задачи и стадийность камерального периода. План камеральных работ. Виды камеральных работ: обработка дневников и коллекций, окончательное дешифрирование МАКС, составление окончательных геологических карт (окончательных, специальных и вспомогательных), лабораторные исследования, составление отчета.

8. Специальные виды ГСР. Особенности ГСР в различных типовых обстановках: специфика стратиграфического расчленения комплексов осадочных, вулканогенных и метаморфических пород, особенности изучения их структуры и составления геологических карт, структурное дешифрирование МАКС.

9. Геологическая изученность территории России и современная концепция ГСР. Краткая история развития ГСР в нашей стране и за рубежом. Изученность территории России геологическими и геокартографическими работами разного масштаба.

Современная концепция регионального геологического изучения территории России.

2.1. Основные критерии оценки знаний студентов

Оценка	Полнота, системность, прочность знаний	Обобщенность знаний
5	Изложение полученных знаний в устной, письменной или графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений; свободное оперирование известными фактами и сведениями с использованием сведений из других предметов
4	Изложение полученных знаний в устной, письменной и графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений, в которых могут быть отдельные несущественные ошибки; подтверждение изученного известными фактами и сведениями
3	Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя	Затруднения при выполнении существенных признаков изученного, при выявлении причинно-следственных связей и формулировке выводов
2	Изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, неисправляемые даже с помощью преподавателя	Бессистемное выделение случайных признаков изученного; неумение производить простейшие операции анализа и синтеза; делать обобщения, выводы

Рекомендуемая литература

Основная

1. Атлас учебных геологических карт. - М.: МГУ, 1987. - 31 с.
2. Атлас схематических геологических и бланковых карт. - М.: МГУ, 1976. - 46 с.
3. Инструкция по организации и производству геологосъемочных работ и составлению Государственной геологической карты СССР масштаба 1:50000 (1:25000). - Л.: ВСЕГЕИ, 1987. - 234 с.
4. Инструкция по организации и производству геологосъемочных работ и составлению Государственной геологической карты СССР масштаба 1:200000 (1:100000). - Л.: ВСЕГЕИ, 1995. - 234 с.
5. Михайлов А.Е. Структурная геология и геологическое картирование. - М.: Недра, 1984. - 464 с.
6. Лабораторные работы по структурной геологии, геологическому картированию и дистанционным методам исследования. - М.: Недра, 1988. - 196 с.
7. Петрусевич М.Н., Казик Л.И. Практическое руководство по аэрофотогеологии. - М.: МГУ, 1977.

Дополнительная

8. Апродов В.А. Геологическое картирование. - М.: Госгеолтехиздат, 1952. - 372 с.
9. Вознесенский В.Д., Горлов Н.В., Доливо-Добровольский А.В. и др. Геологическая съемка сложно дислоцированных комплексов. - Л.: Недра, 1980.
10. Космогеология СССР. - М.: Недра, 1987.
11. Литвин П.А., Рыбаков М.В., Сахновский М.Л. и др. Глубинное геологическое картирование (Методическое пособие по геологической съемке масштаба 1:50000, вып. 7). - Л.: Недра, 1981.
12. Методическое пособие по геологической съемке масштаба 1:50000. - Л.: Недра, 1984.

13.Методическое руководство по геологической съемке масштаба 1:50000. Л.: Недра, 1978.

14.Павлинов В.Н. Структурная геология и геологическое картирование. - М.:Недра, 1979. -359с.

15.Периодические издания 1996-2001 г. Журналы: Отечественная геология, Геология и геофизика. Известия Академии наук. Серия геологическая.

Учебно-методические пособия

16.Кочнев А.П.,Гончар Г.А. Геологическое картирование и дистанционные методы. Программа курса и контрольные задания для студентов специальности 0801. - Иркутск: РИО ИПИ, 1991. - 24 с.

17. Кочнев А.П., Гончар Г.А., Иванов А.И. Дистанционные методы исследований. Методические указания к выполнению лабораторных работ. – Иркутск: ИрГТУ, 1996. 32 с.

18.Кочнев А.П. Геологическое картирование. Методические указания по составлению курсового проекта по геологической съемке для студентов специальности 0801. -Иркутск: ИрГТУ, 2001. - 15 с.

19.Учитель М.С. Программа "Имитация ГСР и составление геологических карт на ЭВМ". - ИрГТУ, 1994.

2.2. Средства обеспечения освоения дисциплины.

1.Обеспечение лекций

1.1.Демонстрационная графика (карты, схемы, разрезы).

1.2.Кинофильмы и кинофрагменты

2.Обеспечение лабораторного практикума

2.1.Комплект учебных геологических карт.

2.2. Комплекты АФС и КФС

2.3.Раздаточный картографический материал (схемы, карты).

2.4.Тесты для контроля подготовки студентов к лабораторным работам.

3.Обеспечение СРС

3.1.Учебные пособия и методические указания.

3.2.Учебные геологические карты для курсового проектирования.

2.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

На самостоятельную работу студентов отводится 39 часов. Самостоятельная работа студентов предусматривает изучение теоретической части курса, составление рефератов, выполнение контрольных (для студентов заочной формы обучения) и домашних (для студентов очной формы обучения) геокартографических работ и составление курсового проекта на производство геолого-съёмочных работ. Кроме того, осуществляется поиск в «Интернете» новых данных по изучаемым разделам.

Студенты – заочники осваивают теоретическую часть курса, в основном, путем самостоятельного изучения по учебникам и другим литературным источникам. Для усвоения практических навыков работы с картами выполняется контрольная работа, исходные данные для которой студенты получают на кафедре. При изучении дисциплины студенты - заочники обеспечиваются необходимыми консультациями, а в период экзаменационной сессии для систематизации, пополнения и закрепления полученных знаний читаются обзорные лекции и проводятся лабораторные занятия по дешифрированию АФС и КФС.

Изучение теоретической части курса. Проводится индивидуально по конспектам лекций и учебным пособиям. При этом рекомендуется составление словарей основных терминов и понятий по главным разделам дисциплины

Тематика рефератов:

- 1.История развития геокартирования и изученность территории России ГСР.
- 2.Особенности ГСР в различных типовых обстановках.

Домашние геокартографические работы:

- 1.Составление геологических карт с горизонтальным залеганием пород.
- 2.Составление геологических карт с наклонным залеганием пород.
- 3.Составление геологических карт со сложным складчатым залеганием пород.

2.1.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ (ЛАБОРАТОРНЫХ) ЗАНЯТИЙ

На практические (лабораторные) занятия отводится 34 часа.

Практические (лабораторные) занятия проводятся в учебных аудиториях. Основная часть отведенного времени посвящается решению задач, которые позволяют студентам приобрести навыки работы с картами, разрезами и дешифрирования МАКС.

Базовый материал теоретической части курса дается на лекционных занятиях, а второстепенные вопросы, по усмотрению лектора, изучаются студентами самостоятельно. Практическая часть курса связана, в основном, с изучением картографического материала и главной задачей ее является знакомство с основными принципами и методами составления геологических карт, с методами и приемами геологического дешифрирования АФС и КФС.

2.1.5. ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Геологическое картирование»

Тема 1. Цель и содержание курса.

Лекция 1.

Геологическое картирование (геологическая съемка) — одна из прикладных геологических дисциплин, рассматривающая методы составления геологических карт и их практическое применение. Цель геологического картирования — всестороннее изучение геологического строения, полезных ископаемых и составление геологической карты выбранного района в том или ином масштабе.

Геологическое картирование заключается в систематическом и всестороннем изучении естественных и искусственных обнажений (выходов на поверхность) горных пород с целью определения их состава происхождения, возраста и форм залегания и нанесения их распространения на

топографическую карту. Породы изучаются как в их природном залегании, так и путём отбора образцов, подвергаемых затем лабораторному исследованию.

Обязательным элементом полевых работ геолога является **геологическая съёмка**, сопровождаемая составлением геологической карты и геологических профилей. На карте изображается распространение горных пород, указывается их генезис и возраст, а по мере надобности также состав пород и характер их залегания. Геологические профили отражают взаимное расположение слоев горных пород по вертикали на мысленно проведённых разрезах. Геологические карты и профили служат одним из основных документов, на основании которых делаются эмпирические обобщения и выводы, обосновываются поиски и разведка полезных ископаемых, оцениваются условия при возведении инженерных сооружений. Для уточнения данных геологической съёмки иногда прибегают к бурению скважин, которые позволяют извлечь на поверхность горные породы, залегающие на достаточной глубине. В СССР, кроме того, проводится т. н. опорное бурение (с 1947), при котором обширные территории покрываются более или менее равномерной сетью глубоких скважин, что даёт возможность составить общую схему геологического строения страны, полнее использовать данные съёмки. С середины 20 в. в СССР и США осуществляется бурение скважин глубиной до 7 км и более. Успешно проводится бурение морского дна в местах относительно малых глубин. С конца 60-х гг. 20 в. американские геологи ведут бурение в океане со специально оборудованных кораблей.

Методы непосредственного изучения недр не дают возможности познать строение Земли глубже, чем на несколько км (иногда до 20) от её поверхности. Поэтому даже для изучения земной коры, а тем более нижележащих геосфер, геология не обходится без помощи косвенных методов, разработанных др. науками, особенно без геохимических и геофизических методов. Очень часто применяется комплекс геологических, геофизических и геохимических методов.

При анализе историко-геологических данных принимается во внимание принцип последовательности напластования слоистых осадочных толщ, которые рассматриваются как страницы "каменной летописи" Земли; учитывается также необратимая эволюция органического мира, запечатлевшаяся в окаменевших остатках растительных и животных организмов, которые сохраняются в пластах осадочных пород. Каждой из эпох в развитии Земли соответствовали определённые растения и животные. Это послужило основой для установления относительного возраста толщ горных пород и позволило подразделить историю последних 600 млн. лет жизни Земли на последовательные отрезки времени - эры, которые делятся на более мелкие единицы геологического времени - периоды, эпохи и века. Исследования показывают, что 80% объёма осадочной оболочки Земли образуют самые древние, докембрийские, толщи, продолжительность образования которых составляет по крайней мере 6/7 всей известной геологической истории. Помимо относительного возраста, определяется абсолютный, или радиометрический, возраст геологических тел. Метод его вычисления основан на законе постоянства скоростей радиоактивного распада; в качестве исходных данных берутся цифры относительного количества расщепляющего элемента и продуктов его распада в исследуемой горной породе или минерале. Этот метод имеет особенное значение для древнейших докембрийских толщ Земли, очень скудно охарактеризованных органическими остатками.

Широко используется в геологии **метод актуализма**, согласно которому в сходных условиях геологические процессы идут сходным образом; поэтому, наблюдая современные процессы, можно судить о том, как шли аналогичные процессы в далёком прошлом. Современные процессы можно наблюдать в природе (например, деятельность рек) или создавать искусственно (подвергая, например, образцы горных пород действию высокой температуры и давления). Таким путём часто удаётся установить физико-географические и физико-химические условия, в которых отлагались древние слои, а для метаморфических горных пород и примерную глубину, на которой произошёл

метаморфизм (изменение). Однако географическая и геологическая обстановка в жизни Земли необратимо менялась; поэтому, чем древнее изучаемые толщи, тем ограниченнее применение метода актуализма.

Разработка теоретических вопросов геологии тесно связана с одной из её крупнейших практических задач - прогнозом поиска и разведки полезных ископаемых и созданием минерально-сырьевой базы мирового хозяйства.

Современная геологическая съемка тесно связана с очень большим числом др. наук, главным образом наук о Земле. Именно поэтому трудно установить точные границы геологической съемки как дисциплины и определить однозначно её предмет. Широкое применение при геологических исследованиях физических и химических методов способствовало бурному развитию таких пограничных дисциплин, как физика Земли и геохимия. Геологическая съемка не может обойтись без применения методов и выводов этих наук. В геохимии и физике Земли органически сливаются физические и химические приёмы исследования, с одной стороны, и геологические - с другой. Тесная связь объединяет геологическую съемку с геодезией и с комплексом физико-географических наук (геоморфологией, климатологией, гидрологией, океанологией, гляциологией и др.), в задачи которых входит изучение рельефа земной поверхности, вод суши и Мирового океана, климатов Земли и др. вопросов, касающихся строения, состава и развития географической оболочки. Для полного понимания истории Земли необходимо знать её начальное состояние; такой вопрос решает планетная космогония, т. е. раздел астрономии, изучающий проблему образования планет. В вопросах происхождения и развития органической жизни на Земле геологическая съемка взаимосвязана с биологическими науками и прежде всего с палеонтологией. Знание биологических и биохимических процессов необходимо геологу для выяснения путей образования ряда горных пород и полезных ископаемых (нефти, угля и др.). Т. о., весь комплекс наук, изучающих Землю, характеризуется многосторонней связью и взаимодействием.

Геологические карты представляют собой изображение на топографической карте с помощью условных знаков распространения и условий залегания горных пород на земной поверхности, разделенных по возрасту и составу. Карты являются одним из важнейших результатов геологического картирования, но могут быть также составлены на основании обработки материалов, накопленных при геологических исследованиях.

Ведущее значение при составлении геологических карт имеют структурная геология, геотектоника, историческая геология, минералогия, петрография, геофизика и учение о месторождениях полезных ископаемых. Лишь обладающий всей суммой необходимых знаний, прочно стоящий на позициях диалектического материализма геолог в состоянии вести на высоком уровне сложную работу по составлению геологических карт. При этом он должен избегать принятия поспешных субъективных заключений и стремиться на основе углубленного изучения природных явлений и фактов прийти к наиболее обоснованным, по возможности объективным выводам и построениям.

На практике нередко принято кроме обычной геологической карты составлять карты других типов. К числу таких карт относятся: карта четвертичных образований, литолого-геологическая, тектоническая, геоморфологическая, гидрогеологическая, инженерно-геологическая, полезных ископаемых, карты прогнозов по отдельным видам минерального сырья или их комплексам.

На геологических картах с помощью качественного фона (цветного или штрихового), буквенных, цифровых и других условных знаков показываются возраст, состав и происхождение горных пород, условия их залегания, характер границ между отдельными комплексами. На геологических картах может быть указано также распространение отдельных минералов или элементов в горных породах.

Все условные обозначения, употребляемые на данной геологической карте, выносятся с соответствующими пояснениями в таблицу условных обозначений.

На полях каждого листа геологической карты слева располагается стратиграфическая колонка, а на правом ее поле помещаются условные обозначения (легенда), внизу – геологический разрез.

Стратиграфическая колонка состоит в масштабе более крупном или карта. Показывает последовательность пластования горных пород, характеристику контактов между ними и вещественных составов. В центре - геологическая колонка (без раскраски), слева - стратиграфические подразделения и индексы; справа - мощность, затем характеристика пород.

При согласном залегании пород в стратиграфической колонке граница прямая, при несогласном - волнистая.

Геологический разрез представляет собой графическое изображение на вертикальной плоскости геологического строения участка. Его составляют по геологическим картам или по данным геологоразведочных выработок. Разрез показывает последовательность и мощности слоев, формы их залегания, расположения и формы залегания в вертикальной плоскости массивов изверженных пород и тел ПИ. Составление, раскраска и индексация разрезов осуществляется в соответствии с геологической картой и условными обозначениями.

Для построения геологического разреза в начале вычерчивают топографический профиль. Наносят на него с геологической карты границы толщи пород, пересекаемые разрезом. По данным об условиях залегания пластов показывают границы распространения толщи на глубину. Над разрезом - название, числовые вертикальные и горизонтальные масштабы, по сторонам - буквенные обозначения разреза (А-А; А-В; I-I), ориентировка по сторонам света.

Четвертичные отложения изображаются на особых **картах четвертичных отложений**, отдельно от коренных пород. На таких картах они делятся по возрасту, происхождению и составу. Обнажающиеся на поверхности коренные породы указываются без расчленения. Исключение составляют лишь неогеновые континентальные образования, которые нередко показываются на

карте четвертичных отложений и тоже делятся по возрасту, происхождению и составу.

На **литолого-геологических картах** на фоне окраски, соответствующей возрасту пород, штрихами изображается состав пород, выходящих на поверхность или скрытых под покровом четвертичных образований.

Разновидностью литолого-геологических карт являются петрографические карты. Они, как правило, крупномасштабные (от 1 : 10 000 и крупнее) и изображают разновидности какой-либо одной, достаточно широко развитой породы, например солей, известняков, сланцев, гнейсов, гранитов и т. п.

Тектоническими картами называют такие карты, на которых условными знаками изображены структурные формы различных категорий и разного возраста. Они делятся на общие (сводные) и региональные.

Структурные формы на тектонических картах могут изображаться двумя способами: 1) способом изогипс, при котором площадное изображение условия залегания пород достигается с помощью линий одинаковых высот определенных геологических поверхностей (последними могут быть поверхности несогласий, границы между разнородными литологическими комплексами, маркирующие слои, подошва или кровля стратиграфических горизонтов); 2) линейным способом, когда для изображения структурных форм употребляются линейные условные обозначения.

На **геоморфологических картах** условными штрихами и цветом изображаются основные типы рельефа и его отдельные элементы с учетом их происхождения и возраста. Основой геоморфологических карт являются топографическая карта и геологическая карта четвертичных отложений.

Основой для **гидрогеологических карт** является геологическая карта, на которой горные породы в зависимости от их возраста, происхождения или состава объединены в комплексы, обладающие одинаковой водоносностью. Выделенные комплексы пород располагаются на карте в возрастной последовательности или по генетическому признаку. Каждый из комплексов

закрашивается условной краской, соответствующей степени водообильности пород и их химическому составу.

На **инженерно-геологических картах** на фоне данных о возрасте и составе пород условными штрихами или цветной окраской показываются физические свойства пород: пористость, проницаемость, устойчивость и другие данные, необходимые при строительстве.

Карты полезных ископаемых составляются на геологической основе, на которой условными значками различной формы и цвета или в виде естественных контуров указываются распространенные на данной площади месторождения полезных ископаемых, а также участки с рассеянной и вкрапленной минерализацией.

Прогнозные карты по отдельным видам минерального сырья или их комплексам строятся на геологической или тектонической основе. На них показывается распространение данного вида или комплекса полезных ископаемых и отмечаются перспективные районы с определением достоверности и обоснованности выделения первоочередных участков для постановки детальных работ.

Применение геофизических методов поисков при геологическом картировании. Геофизические методы основаны на изучении на поверхности Земли или вблизи нее (в воздухе, горных выработках, скважинах, на поверхности воды или под водой) различных физических полей и явлений, распределение или характер протекания которых отражают влияние среды — горных пород, слагающих толщу земной коры на том или ином участке исследований. Возможности решения геологических задач геофизическими методами определяются тем, что горные породы в зависимости от состава и условий залегания характеризуются определенными физическими свойствами — плотностью, магнитностью, электропроводностью, упругостью, радиоактивностью и др., различаясь между собой численными значениями соответствующих физических констант. Одно и то же по своей физической сущности поле в зависимости от свойств той геологической среды, в которой

оно наблюдается, будет различно по интенсивности и структуре. Таким образом, изучая физические поля и выявляя особенности их проявления на данном участке, мы получаем возможность установить характер влияния и особенности пространственного распределения пород и других геологических образований, различающихся по своим физическим свойствам.

Геофизические методы при геологическом картировании и структурно-геологических исследованиях, проводящихся в неразрывной связи с прогнозированием и поисками полезных ископаемых, позволяют от картирования поверхности коренных пород переходить к картированию объемному. Они дают представление о глубинном строении изучаемых участков в пределах глубин, часто недоступных бурению, или во всяком случае позволяют более рационально определить места заложения глубоких структурных или поисковых скважин. В закрытых районах они значительно облегчают проведение съемок, а целесообразное сочетание сети геофизических наблюдений с сетью картировочных выработок и скважин позволяет существенно повысить эффективность и экономичность работ. Наконец, во всех случаях геофизические методы, вовлекая в сферу исследований геофизические поля и физические свойства пород, позволяют более всесторонне изучать строение земной коры и увеличивают тот суммарный объем информации, на основании которой геолог приходит к окончательным выводам, представляемым им в виде геологических карт и прогнозно-поисковых оценок.

Тема 2. Основы геокартографии

Лекция 2

ВИДЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

В зависимости от масштаба собственно геологические карты делятся на четыре вида: мелкомасштабные, среднемасштабные, крупномасштабные и детальные.

Мелкомасштабные (обзорные) карты, имеющие масштаб 1 : 500 000 и мельче, дают представление о геологическом строении обширных территорий,

отдельных государств, целых материков или всего мира. Топографическая основа мелкомасштабных геологических карт обычно сильно упрощена. На ней наносятся основные реки, крупные населенные пункты, очертания морей и озер, которые могут быть изображены в масштабе карты.

Среднемасштабные карты имеют масштаб $1 : 200\ 000$ — $1 : 100\ 000$ и составляются по листно, в рамках соответствующих топографических планшетов международной разграфки. Они передают основные черты геологического строения изображаемой территории, дают прогнозную оценку в отношении полезных ископаемых.

Крупномасштабные карты масштаба $1 : 50\ 000$ — $1 : 25\ 000$ также составляются по листно, на точных топографических основах. Они предназначены для подробного изображения геологического строения районов, перспективы которых в отношении выявления месторождений полезных ископаемых определены, а также для районов сельскохозяйственного освоения, строительства городов, предприятий, гидростанций. Крупномасштабные карты должны осветить не только геологическое строение земной поверхности, но и дать возможность составить ясное представление о глубинном строении территории.

Детальные геологические карты масштаба $1 : 10\ 000$ и крупнее составляются обычно на специальных топографических основах. Этот вид геологических карт подробно отражает геологию районов или участков, на которых находятся месторождения полезных ископаемых или возводятся гидротехнические, промышленные и гражданские сооружения; позволяет решать вопросы, связанные с закономерностями размещения рудных тел, подсчетом запасов полезных ископаемых и возможностям промышленного и гражданского строительства.

УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

Возраст, состав и происхождение горных пород на геологических картах указываются с помощью условных знаков. Различают три основных вида условных знаков: 1) цветовые, 2) штриховые, 3) буквенные и цифровые.

Цветовые знаки служат для обозначения возраста осадочных, вулканогенных и метаморфических пород. При изображении интрузивных пород цвет применяется для указания их состава.

Штриховыми знаками обозначается состав пород. Исключением являются одноцветные геологические карты, на которых штрихами указываются как возраст, так и состав пород.

Буквенные и цифровые обозначения (индексы) служат для указания возраста и происхождения пород; состав интрузивных и некоторых вулканогенных пород обозначается также буквами.

ВИДЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СЪЕМОК

В зависимости от масштаба, целей и условий работ геологическую съемку проводят различными методами. Наибольшим распространением пользуются следующие съемки: маршрутная, площадная и инструментальная.

Маршрутная съемка применяется при картировании в масштабах 1 : 1 000 000 и 1 : 500 000. Она заключается в пересечении района работ маршрутами, большая часть которых располагается вкрест простирания пород или складчатых комплексов. При картировании интрузивных образований маршруты должны пересекать как краевые, так и центральные части массивов.

Наблюдения, сделанные в маршруте, наносятся на топографическую основу, а при наличии аэрофотоснимков и на них.

Геологическое строение пространств, заключенных между маршрутами, устанавливается путем интерполяции данных смежных маршрутов; значительную помощь при этом может оказать дешифрирование аэрофотоматериалов.

Маршрутными исследованиями пользуются также при составлении опорных стратиграфических разрезов, изучении четвертичных отложений и

геоморфологических наблюдениях. Ими с успехом можно пользоваться и при сравнительном анализе тектонического строения отдельных районов как для решения общих вопросов, так и при изучении складок, разрезов, трещин и т. п.

Площадная съемка производится при детальном геологическом картировании в масштабах 1 : 200 000 — 1 : 25 000. Точками наблюдения покрывается вся территория съемки, густота которых, определяющая достоверность (кондиционность) геологической съемки, зависит от степени сложности геологического строения, условий обнаженности, проходимости, фотогеничности. В зависимости от сложности геологического строения количество точек наблюдения на один квадратный сантиметр карты составляет от 1 до 3-4. Наблюдения ведутся также по маршрутам, которые заранее намечаются исходя из строения района и условий обнаженности.

Геологические границы при площадной съемке могут быть точно установлены на местности или их положение определено приближенно. Для выявления точного положения границ используются прямые геологические наблюдения, горные выработки и буровые скважины или аэрофотоснимки. Также тщательно привязываются к местным ориентирам и закрепляются на местности места находок полезных ископаемых и пункты отбора проб с повышенным содержанием полезных ископаемых.

Точность установления границ при геологической съемке масштаба 1 : 50 000 не должна быть менее 200 м и для карт масштаба 1 : 25 000 не менее 100 м. В зависимости от обоснованности геологические границы делят на достоверные и предполагаемые.

Площадная съемка может быть полистная или групповая. В последнем случае работы выполняются групповым методом одновременно на нескольких смежных листах (частях листов) в пределах единой геологической структуры (рудного узла). При этом нередко маршруты сгущаются на опорных (ключевых) участках, где решаются наиболее важные вопросы геологического строения данной территории.

Инструментальная съемка применяется при геологическом картировании, начиная от масштаба 1 : 10 000 и крупнее. Она представляет собой площадную съемку, при которой нанесение геологических объектов на топографическую основу производится инструментально. Способы проведения инструментальной съемки весьма различны.

При инструментальной съемке необходимо иметь достаточную сеть естественных обнажений или горных выработок, вскрывающих коренные породы. Контуры последних должны быть совершенно точно указаны на топографической карте. Следует тщательно изучить аэрофотоснимки, найти и отметить реперами все отдешифрованные объекты на местности.

Компьютерное сопровождение обязательно при проведении геологосъемочных работ, предназначается для автоматизации процессов сбора, систематизации, поиска, обработки и преобразования геологической (в том числе первичной) информации и создания цифровых карт геологического содержания с последующим их представлением в привычном и удобном для восприятия виде на электронных или бумажных носителях, а также тиражирования карт и текстов электронным или полиграфическим способами.

Компьютерное сопровождение составления и тиражирования комплекта Госгеолкарты-200 включает в себя несколько взаимосвязанных этапов: создание баз первичных и вторичных данных, обработка (анализ и синтез) графической информации, комплексная интерпретация геофизических, геохимических, аэро-фотокосмических материалов, составление комплекта Госгеолкарты-200, тиражирование комплекта карт Госгеолкарты-200.

Для создания первичных баз геологических данных разработаны геологический информационно-поисковый язык (ГИПЯ) и логическая структура описания первичных геологических данных (ВСЕГЕИ - АО <Астрокон>), поддерживаемая системой ADK и реализованная на IBM-PC. Кроме того, на 1994-1995 гг. проектируется осуществить поддержку аналогичной структуры средствами ORACLE.

Для обработки (анализа, синтеза) графической информации, интерпретации геофизических, геохимических, аэрокосмических материалов разработан на принципах географической информационной системы (ГИС) ряд обрабатывающих программ - ГИС ПАРК, СКИД, ПГД-ОС (ВСЕГЕИ), СДП (ПГО <Севвостокгео-логия>), ГЕОСКАН-200 (ИМГРЭ), ряд программ ВИРГа (TRAP и др.) и др.

Компьютерное сопровождение составления и тиражирования карт комплекта Госгеолкарты-200 базируется на принципах ГИС. ГИС основаны на использовании электронно-вычислительных аппаратурно-программных комплексов, обеспечивающих автоматизированные сбор, поиск и преобразование пространственно- распределенной геологической информации, и позволяют создавать цифровые геологические карты для последующего их воспроизводства в традиционном виде, а также для преобразования геологической информации и получения новых знаний.

Для создания цифровых карт комплекта Госгеолкарты-200 рекомендуются следующие методические разработки ВСЕГЕИ и ГлавНИВЦа:

1. Методические рекомендации по снятию геологической информации с Государственной геологической карты масштаба 1 : 200000 при создании ее цифровой модели. ВСЕГЕИ, 1993 г.;
2. Инструкция по созданию цифровых геологических карт масштаба 1 : 200 000 в среде редактора Draw-ГлавНИВЦ, 1994 г.;
3. Описания технологии ввода содержания легенд комплекта карт Госгеолкарта-200 - ВСЕГЕИ, 1994 г.

Указанные руководства имеются в региональных компьютерных центрах, ВСЕГЕИ и ГлавНИВЦ.

В зависимости от возможностей технической реализации и программного обеспечения для оцифровки карт используются программы Draw, Autocad, Poligon, Arc/info. Передача цифровой картографической информации осуществляется в формате MOSS.

Указанные методики и программные продукты позволяют представлять материалы Госгеолкарты-200 в цифровой банк данных Роскомнедра. Все указанные методики и разработки вместе с тем еще не обеспечивают единой комплексной технологии. В частности, в настоящее время разрабатываются методики визуализации и картографического воспроизводства оцифрованных карт. По мере их создания они будут поступать в организации, создающие Госгеолкарту-200 и ее основы.

Тема 3. Дистанционные методы исследования (ДМИ) при ГСР

Лекция 3

Роль ДМИ в современном комплексе геологических исследований и основные этапы их развития. Виды ДМИ: аэрокосмогеофизические и аэрокосмогеологические. Их задачи и место в комплексе ГСР.

Аэрокосмогеофизические методы и их разновидности: магнитометрия, гравиметрия, сейсмометрия, электрометрия и радиометрия. Их геологические задачи. Основы и условия проведения геофизических исследований в аэро-, космо-, наземном и скважинном вариантах. Способы представления результатов.

Аэрокосмогеологические методы.

Виды аэросъемки: аэровизуальная, аэрофотографическая и аэрофотоэлектронная. Самолетная и вертолетная съемка.

Задачи и условия проведения аэровизуальной съемки.

Аэрофотографическая съемка и ее разновидности: площадная и маршрутная, плановая и перспективная, черно-белая, цветная и спектральная. Аэрофотоаппаратура и фотоматериалы. Масштабы и оптимальные условия проведения съемки: выбор времени залетов, порядок залетов и т.д.

Фототеодолитная геологическая съемка. Условия применения фототеодолитной съемки, используемая аппаратура и особенности интерпретации полученных материалов.

Аэрофотоэлектронная съемка и ее разновидности: люминисцентная, инфракрасная, радарная (радиотепловая и радиолокационная), спектрометрическая. Их задачи и особенности применения.

Космосъемка. Космические летательные аппараты и космические съемочные системы: фотографические, телевизионные и сканерные. Многозональная съемка. Высотные космофотосъемка и космоэлектронная съемка. Их задачи и особенности проведения. Значение геокосмических исследований, особенности их проведения и интерпретации.

Материалы аэрокосмосъемок (МАКС): контактные отпечатки, репродукции накидного монтажа, увеличенные аэрофотоснимки (АФС), фотосхемы и фотопланы. Краткая характеристика: масштабы, качество, основные свойства, цель составления.

Виды дешифрирования АФС – топографическое, геоморфологическое, геологическое. Задачи геологического дешифрирования АФС. Стереоскопы и стереоскопическое изучение АФС. Понятие о стереопарах и стереотройках. Дешифровочные признаки. Методы дешифрирования: прямой, контрастно-аналоговый (контурно-геологический), ландшафтно-индикационный. Степень дешифрируемости АФС.

Измерительное дешифрирование АФС (фотограмметрия). Задачи фотограмметрии: определение масштаба АФС, элементов залегания горных пород, мощности слоев, построение геологических разрезов и трассирование пластов. Измерительные приборы.

Космофотоматериалы: перспективные, плановые и трансформированные космофотоснимки (КФС), космофотосхемы и космофотопланы, космогеологические и космоTECTONические карты. Основные свойства КФС: обзорность, генерализация изображения. Уровни генерализации КФС. Разрешающая способность КФС. Геологическое дешифрирование КФС и его

методы: ландшафтные и оптические. Выделение линейных и изометрических структур. Использование космической информации в геологии. Космофотогеологическое картирование. Применение КФМ при изучении строения платформенных континентальных равнин, горноскладчатых областей, океанического дна, при прогнозировании и поисках полезных ископаемых.

Этапы дешифрирования МАКС при ГСР: предварительный, полевой, камеральный.

ВИДЫ АЭРОФОТОСЪЕМОК И АЭРОСЪЕМОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Аэрофотосъемка – комплекс летно-съемочных, фотографических и фотограмметрических работ, в результате которых получают аэронегативы и АС местности, а также другие вспомогательные материалы.

АФС подразделяется на:

1. Одиарную;
2. Маршрутную;
3. Площадную.

Одиарная АФС применяется для фотографирования отдельных объектов или явлений природы, когда они засняты на одном или нескольких АС и не планируются дальнейшие стереоскопические работы.

Маршрутная АФС – фотографирование ведется вдоль какого-то направления. АС перекрывают друг друга на 60% по маршруту (продольное перекрытие). Получают непрерывный и последовательный ряд снимков.

Применяется чаще всего крупномасштабная съемка для изучения речных долин (комплекса террас), морских побережий, водоразделов, а также при инженерно-геологических и поисково-разведочных работах.

Площадная АФС – используется для изучения участков, площадь которых больше площади, фотографируемой одним маршрутом.

Выполняется в виде ряда параллельных между собой маршрутов. Перекрытие снимков между маршрутами около 30 %, что необходимо для связи соседних маршрутов.

Аэрофотосъемочные работы, выполняемые для решения геологических задач, делятся на перспективную и плановую съемку.

Перспективная АФС производится АФА, оптическая ось которого отклонена от нормали на значительный угол, обычно 30-60%.

Преимущества этого вида съемки в том, что получаемое изображение местности более естественно и легче для восприятия. Кроме того, одним снимком охватывается большая площадь по сравнению со снимком плановым.

Применяется одновременно с плановыми АС при изучении горных районов со сложными формами рельефа, особенно при построении блок-диаграмм, а также в военной разведке.

Плановая АФС выполняется с помощью АФА, установленного в самолете так, чтобы его оптическая ось занимала отвесное положение при съемке. Величина отклонения оптической оси от нормали не более 3° , обычно не более $1,5^{\circ}$. Если аппарат установлен на гиросtabilизированную платформу, то величина отклонения не более $30'$. Примерное положение оси определяется по положению пузырька уровня в левом верхнем углу снимка.

АФС, выполняемая с высот до 10 км называется обычной, а с высот более 10 км – высотной. Высотная АФС обеспечивает получение мелкомасштабных АС высокого качества, по генерализации изображения приближающиеся к КС.

Особенно эффективна высотная АФС для горных районов.

Стандартный формат снимков 18 x 18 см или 30 x 30 см.

Космофотогеологические карты составляются в масштабе 1:1 000 000 для районов с плитным комплексом платформ и 1: 500 000 – для горно-складчатых районов и щитов платформ.

В предварительный камеральный период составляется макет карты и намечается план наземной проверки материалов дешифрирования.

В полевой период проверке подлежат объекты с неясным геологическим строением, а также эталонные объекты.

Аэрофотогеологическое среднемасштабное картирование (1:200 000) проводится на территориях с простым геологическим строением, перекрытых чехлом рыхлых образований.

Аэрофотогеологическое картирование масштаба 1:50 000 – специализированный вид работ. Устанавливаются взаимосвязи между элементами геологического строения исследуемой территории и более крупными геологическими комплексами.

Групповая и полистная геологическая съемка и геологическое доизучение ранее заснятых территорий – основные виды региональных геологических исследований в России. В настоящее время целевое дешифрирование КС и АС при геологической съемке является обязательным.

Анализ МДЗ позволяет установить положение изучаемой территории в общей структуре региона, выделить и проследить крупные зоны и структуры как внутри изучаемого региона, так и за его пределами, откартировать основные структурно-вещественные комплексы. При геологическом доизучении МДЗ дают достаточно полную и связанную картину взаимоотношений локальных геологических объектов и более надежный прогноз перспективных территорий на полезные ископаемые.

Геолого-минерагеническое картирование заключается в изучении и картировании различных рудоконтролирующих факторов и поисковых

признаков для установления закономерностей размещения полезных ископаемых и выделения перспективных объектов. При этом МДЗ используют как принципиально новый источник геологической и поисковой информации в комплексе с другими материалами. В процессе картирования обязательными являются полевое обследование эталонных объектов и систематизация на этой основе данных дешифрирования.

Кроме решения общих задач по изучению геологического строения территорий в различных масштабах, дешифрирование АС и КС может носить тематический, специализированный характер. Различают структурное, гидрогеологическое, инженерно-геологическое и др. дешифрирования. Осуществляется также решение тектонических, стратиграфических, литолого-фациальных и др. специальных вопросов. Все перечисленные выше виды дешифрирования МДЗ объединяют в одно понятие – геологическое дешифрирование.

При проведении детальных тематических работ часто бывает недостаточно использовать имеющиеся МДЗ т.н. «общего назначения». Необходимо проводить специализированные аэрофотосъемочные работы с самолета или вертолета: плановую или перспективную съемку с тщательным подбором марки АФА, фотопленки, учитывать высоту стояния Солнца, время года и т.д.

ДЕШИФРОВОЧНЫЕ ПРИЗНАКИ

При дешифрировании прибегают к трем основным приемам:

1. Сопоставление с эталонными снимками;
2. Сопоставление и сравнение объектов в пределах одного снимка;
3. Логическая интерпретация.

По используемым средствам дешифрирование делится на:

1. Визуальное;

2. Визуально-инструментальное, производящееся с помощью стереоскопов, параллаксометров и др. простейших приборов;
3. Инструментальное, выполняемое с помощью специальных приборов и машин.

Геологи чаще всего пользуются двумя первыми видами.

При геологическом дешифрировании используют как прямые признаки (форма, размер, фототон), отображающие на снимке объект непосредственно, так и косвенные, передающие те или иные свойства объектов не прямо, а через посредство других явлений: растительность, почву, обводненность и т.д.

Условность подразделения дешифрировочных признаков на прямые и косвенные побудила некоторых исследователей либо вообще отказаться от дробных классификаций, либо вести классификацию иным способом.

Э.Баррет и А.Куртис считают, что независимо от изображения и передаваемой им информации, для дешифрирования объекта достаточно 9 признаков:

1. Форма. Объекты ландшафта можно достаточно уверенно распознать по их очертаниям или форме. Это справедливо как для природных, так и антропогенных объектов.
2. Размер. Во многих случаях важно учитывать длину, ширину, высоту, площадь или объем изображенных объектов. Часто о примерном масштабе их на снимке судят, сравнивая их со знакомыми элементами местности (например, дороги).
3. Фототон — степень почернения изображения на снимке. Нормальное зрение различает 32-35 оттенков от белого до черного цвета. На фототон влияют отражательная способность объекта, его цвет, освещенность, структура поверхности и др.

4. Тень. По теневому силуэту можно определить форму объекта. Глубокие тени на снимках горных областей мешают дешифрированию – например, затушевывают слоистость, складчатость и т.д. В то же время повышение плотности фототона говорит в данном случае о расчлененности рельефа.
5. Облик. На снимках часто обнаруживаются объекты сходного облика. Это обстоятельство во многом облегчает дешифрирование, особенно при анализе и картировании сложных геологических образований (метод подобия).
6. Текстура – важная качественная характеристика фотоизображения тесно связана с фототоном и позволяет выделить участки изображения с одинаковым рисунком, обусловленных сочетанием микротоновых различий. К числу распространенных текстур можно отнести гладкие, волнистые, пятнистые, линейные и др. Текстура применяется в совокупности с др. признаками. Например, снимки разных пород могут иметь одинаковый фототон, но разную текстуру.
7. Местоположение. На заключительных этапах дешифрирования интерпретацию и классификацию ряда объектов можно уточнить по их местоположению относительно других, уже расшифрованных объектов. Например, складка неясной природы, расположенная между двумя антиклиналями, является, скорее всего, синклиналию и т.д..
8. Разрешение на местности. Разрешающая способность снимка зависит от особенностей аппаратуры, с помощью которой он получен, от состояния окружающей среды во время наблюдения и от последующей обработки полученной информации.

Разрешающая способность лимитирует размер объектов, которые могут быть опознаны.

9. Стереозффект. Стереоскопическая модель изображения дает информацию, которую невозможно получить с отдельного снимка.

Кроме приведенных выше «основополагающих» признаков, в практике дешифровочных работ весьма эффективны и другие, как то рельеф, растительность, степень увлажнения поверхности и т.д.

Геоморфологические признаки Крепость пород и устойчивость их к процессам выветривания играют значительную роль при формировании макро- и микроформ рельефа. Большое значение имеют трещиноватость пород, их тектоническая нарушенность, определяющая характер и густоту речной и овражно-балочной сети. Четко прослеживаются линейные превышения в рельефе, возникающие над крепкими жилами и дайками и т.д.

Растительность. Древесная, кустарниковая и травянистая растительность часто располагается избирательно на почвах разного состава. Например, в условиях Казахстана на сильно известковистых почвах травянистая растительность редкая или отсутствует, но охотно расселяются кустарники. Этот признак легко позволяет выявить слои и линзы карбонатных пород.

Почвы. Основными индикаторами почв являются их цветовые оттенки, проявляющиеся на снимках в применении фототона. Окраска почв зависит, главным образом, от литологических особенностей исходных пород, особенно если почвы залегают непосредственно на коренных породах.

Степень увлажнения. Особенно сильно влияет на видовой состав и густоту растительности. Этот признак имеет исключительное значение

при выявлении разрывных нарушений, а также поверхностей стратиграфических несогласий.

Лекция 4 **ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ВИЗУАЛЬНО- ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ**

Аэрофотоснимки и космические снимки средних и крупных масштабов имеют большое перекрытие (60-70%), позволяющее составить стереопару, необходимую для получения стереозффекта.

Стереоскопы. Для геологического дешифрирования АС и КС могут быть использованы линзовые, зеркальные и зеркально-линзовые стереоскопы.

Линзовый стереоскоп – простейшая оптическая система из двух линз, в виде очков, лорнетов или установленная на специальную подставку. Увеличивает стереозображение в 7 раз. Дают малую площадь стереоизображения и заметно утомляют зрение.

Зеркальные стереоскопы - портативные оптические приборы, удобные в полевых условиях. Это «циклоп», ЗС, СЗС, SLS2. Первый-отечественного производства, ЗС – ГДР, SLS2 – польский. «Циклоп» состоит из двух зеркал, расположенных на вертикальной стойке под углом 15° друг к другу. Нижний конец стойки крепится к подставке, состоящей из двух площадок. Первая площадка – неподвижный столик, куда крепится снимок, а левый, подвижный, под углом 30° к неподвижному – для левого снимка стереопары. Левый снимок рассматривается через систему зеркал – а правый невооруженным глазом.

Зеркально-линзовые стереоскопы – состоят из двух пар параллельно расположенных зеркал, наклоненных под $< 45^{\circ}$ к горизонту и укрепленных на общей планке, снабженной четырьмя раздвижными ножками. Стереоскоп ЗЛС-1 предназначен для стереоскопического

просмотра аэроснимков. Устанавливается над любым столом площадью не менее 510 мм, оборудован автономным освещением для дешифрирования в отраженном свете и может работать с бинокулярной насадкой или без нее. Без насадки достигается большой обзор, но с малым увеличением; насадка дает увеличение до 5^x , но уменьшает поле зрения.

Интерпретоскоп – отличный стационарный оптический прибор для просмотра стереопар АС и КС в отраженном свете, а негативов – в проходящем. Увеличивает изображение до 15^x раз, позволяет видеть стереомодель одновременно двум наблюдателям.

Геологический стереометр – используется для определения элементов залегания, мощности толщ горных пород и др. количественных измерений.

Воспроизведение и измерение пространственной модели сфотографированной местности основывается на замечательном свойстве глаз – стереоскопическом зрении.

Изображение одной и той же точки местности (или точки на снимке), которая засекается каждым глазом с разных концов глазного базиса, получается отдельно каждым глазом и неодинаковым. Ощущение пространства получается из различия мускульных усилий по совмещению зрительных впечатлений. Это различие обуславливается асимметрией изображений на сетчатках глаз или физиологическом параллаксом.

Для получения стереоскопического изображения на АС необходимо:

1. Снимки должны быть получены с двух разных точек пространства. Такие АС представляют собой стереоскопическую пару или стереопару.
2. Разномасштабность снимков не должна превышать 16%.
3. АС должны находиться на расстоянии наилучшего зрения (~ 250 мм) от глаз наблюдателя.

4. Оба снимка рассматриваются одновременно, причем каждым глазом должно наблюдаться одно из двух изображений объекта.

5. Расстояние между идентичными точками на снимках должны равняться главному базису наблюдателя.

6. Зрительные оси глаз должны быть направлены параллельно, т.е. вдаль.

При выполнении поставленных условий вместо двух плоских изображений можно увидеть одно рельефное.

Следует учитывать, что стереоскопическая модель не полностью подобна местности. Основным, отличием является растяжение или сжатие модели в вертикальном направлении. При наблюдении на расстоянии наилучшего зрения, составляющем 250 мм (оптически эквивалентное расстояние обеспечивают все стереоскопы, модель растянута примерно в $250:f$ раз (f – фокусное расстояние АФА). Если аэро съемка выполнена АФА с $f= 200$ мм, такое растяжение модели мало заметно. При уменьшении фокусного расстояния АФА оно возрастает и при $f=50$ мм достигает увеличенных в 5 раз. При $f=350$ мм модель уже не растянута, а сжата в 1,4 раза.

При визуальной оценке крутизны склонов на стереоскопической модели следует иметь в виду, что видимые углы наклона местности не только не равны истинным, но даже и не пропорциональны им. Значения истинной крутизны склонов в зависимости от видимой на стереоскопической модели крутизне и от фокусного расстояния АФА приведены в таблице.

Истинная крутизна склонов местности, соответствующая видимой на стереомодели крутизне (в градусах)

f,	Видимая крутизна, градус
----	--------------------------

мм	10	20	30	40	50	60	70	80	85
50	2	4	6	10	13	19	29	49	66
70	3	6	9	13	18	26	38	58	73
100	4	8	13	19	26	35	48	66	78
140	6	12	18	25	34	44	57	73	81
200	8	16	25	34	44	54	65	78	84
350	14	27	39	50	59	68	75	83	86

Если перед стереоскопическим наблюдением поменять АС местами, то возникает обратная стереоскопическая модель, в которой реки кажутся водоразделами, а хребты – долинами. Иногда ее используют для лучшего выявления деталей врезанных долин.

При наличии превышений высота фотографирования над разными точками местности различна, т.е. различен и масштаб их изображения на АС. Эти различия при съемке горных районов могут достигать 20% среднего масштаба. Разномасштабность АС, связанная с рельефом местности, приводит к смещению точек относительно их планового положения. Именно эти смещения, вызванные рельефом, а также их различия на смежных снимках приводят к возникновению стереоскопической модели местности при стереоскопическом наблюдении.

Применение стереоскопа при дешифрировании АС дает следующие преимущества.

1. Основные фотограмметрические искажения, свойственные одиночному снимку, у стереоскопической модели отсутствует. В частности, прямолинейные разломы, изображенные на каждом АС стереопары вследствие влияния рельефа кривыми или ломанными линиями, воспринимаются на стереоскопической модели прямолинейными, прерывистые выходы индентичных пластов на разных склонах хребта или должны легко отождествляться.

2. Дешифрируются мелкие детали и малоконтрастные контуры, незаметные на отдельном снимке. Это объясняется тем, что бинокулярное зрение острее, чем монокулярное, а также значительной компенсацией на стереомодели случайных флуктуаций фототона каждого из АС. Стереоскопическое наблюдение позволяет сохранить резкость изображения при увеличении его в 1,3-1,5 раза в большей степени, чем монокулярное наблюдение.

ДЕШИФРИРОВАНИЕ СКЛАДЧАТЫХ ОБРАЗОВАНИЙ И РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ

Путем дешифрирования космо- и аэроснимков можно выявлять и изучать различные складчатые образования, разрывные нарушения, кольцевые структуры, стратиграфические несогласия, а также условия залегания горных пород.

Качество и детальность дешифрирования складчатых структур напрямую зависит от степени обнаженности пород района, а также от разнообразия их вещественного состава: чем различнее по физическим свойствам переслаивающиеся пласты и толщи, тем резче видны на снимках отдельные элементы залегания. При дешифрировании аэроснимков наиболее четко выделяющиеся пласты могут успешно использоваться в качестве маркирующих горизонтов, особенно при картировании дислоцированных пород однообразного состава.

В процессе дешифрирования космо- и аэроснимков необходимо использовать косвенные признаки, а именно особенности макро- и микрорельефа, расположение и густота гидросети, озер, очертания морских побережий, геоботанические характеристики и др.

1. Горизонтально залегающие толщи

Успешное дешифрирование горизонтально лежащих отложений производится в случаях, когда на снимках прослеживаются отдельные фотомаркирующие пласты или горизонты. Такими пластами могут быть выдержанные по простиранию скалистые карнизы на склонах, или отличающиеся на снимках плотностью фототона, или подчеркивающиеся особой растительностью, почвенным покровом, либо другими косвенными признаками.

Дешифрирование недислоцированных толщ ведется по аэроснимкам с применением стереоскопа и использованием топографических карт одновременно.

Слоистость осадочных пород передается чередованием фототона различной плотности, которая зависит от естественной окраски пород, их физических свойств, рельефа, растительности. Чем резче отличаются друг от друга эти свойства, тем более четкие границы слоев отображаются на снимке. При горизонтальном рельефе на больших площадях может обнажаться один слой. В таком случае на снимке видны поля с монотонной окраской, лишенные слоистости. При расчлененной поверхности границы между слоями имеют сложную конфигурацию, повторяющую горизонтали рельефа.

В лесных и степных районах растительность тесно связана с составом коренных пород. На известковистых почвах древесная и травянистая растительность редкая или исчезает совсем, их место занимают кусты, придающие изображению на снимках полосовидную или пятнистую текстуру.

Формы микрорельефа, присущие слоям разного состава, зависят от их крепости, т.е. сопротивляемости процессам выветривания. При сильном различии этого свойства на разных слоях возникают характерные

для них формы микрорельефа, позволяющие проследить слои на большие расстояния.

В отдельных случаях дешифрирование снимков позволяет выявить фациальные изменения толщ. Они выражаются на снимках сменой плотности фототона, форм микрорельефа, растительности и отражают особенности состава пород.

2. Наклонно залегающие толщи и складчатые формы

При дешифрировании наклонно залегающих толщ кроме решения вопросов стратиграфического расчленения, выявления литологического состава пластов и характера их границ, на аэроснимках можно определять элементы залегания и мощность слоев.

Определение элементов залегания производится по пластовым треугольникам. Если пласты залегают наклонно, то изображение их на аэроснимках имеет изогнутые очертания. При этом угол, образованный изгибом в самой нижней точке рельефа (в долине) направлен по падению пласта, а в высокой точке рельефа (на водоразделе) – по его восстанию. Если соединить три точки, например в подошве пласта, то получится пластовый треугольник.

При определении направления падения слоев по пластовым треугольникам необходимо учитывать следующее. Пластовые треугольники для этой цели можно использовать только в том случае, если угол падения слоев больше, чем угол падения склона рельефа. Если картина обратная, т.е. склоны крутые и углы их падения больше, чем углы падения слоев, то вершина угла, образованного изгибом слоя, направленного в сторону падения, будет находиться не в долине, а на водоразделе, т.к. линия выхода слоя в долине будет находиться выше, чем линия его выхода на водоразделе.

При плавных водоразделах, широких долинах и небольших превышениях рельефа пластовые треугольники широкие. При крутом, сильно расчлененном рельефе они узкие, с острыми углами и выход слоя на поверхность имеет зигзагообразные очертания. При пологом залегании слоев пластовые треугольники узкие и острый угол их направлен в сторону падения.

С увеличением угла падения слоев углы пластовых треугольников увеличиваются и превращаются в тупой. При вертикальном залегании выходы слоев на снимке представляют прямую линию, не связанную с особенностями рельефа и направление этой линии есть направление простирания. При расчлененном рельефе не следует путать пластовые треугольники с изгибами слоев при их горизонтальном залегании. При выровненном плоском рельефе слоистость в наклонно залегающих толщах представляет собой линии, форма которых зависит от направления падения пород. В таких случаях направление падения слоев будет в сторону залегания более молодых отложений.

Основное значение при дешифрировании складок имеют пластовые треугольники, литологический состав слоев и характер замыкания складок. Иногда достаточно использовать при дешифрировании складок один из этих признаков, в других случаях – все три.

Строение складок с наклоном крыльев в разные стороны можно выявить по пластовым треугольникам. В антиклинальных структурах вершины треугольников на каждом крыле направлены в разные стороны от оси складки, в синклинальных – навстречу друг другу. В ассиметричных структурах пластовые треугольники более острые на пологом крыле и более тупые – на крутом. В изоклинальных складках вершины пластовых треугольников направлены в одну и ту же сторону и для выявления таких складок нужно привлекать характер их замыкания –

центриклинальный или периклинальный. Использование характера замыкания позволяет установить не только саму структуру, но и определить положение оси складки и направление погружения шарнира.

3. Разрывные нарушения

Особенно полезная и разнообразная геологическая информация извлекается при дешифрировании аэрокосмоматериалов о разрывных нарушениях. Разного рода элементы дизъюнктивной тектоники проявляются на материалах дистанционного зондирования земной поверхности в виде линеаментов. Несмотря на вековую историю использования этого понятия при изучении глубинного строения Земли, до сих пор нет единого понятия «линеамент», существует несколько понятий. Тем не менее во всех определениях много общего. Под линеаментами понимают прямолинейные или слабо изогнутые природные объекты ландшафта чаще всего отображающие линейные неоднородности литосферы, а именно разломы земной коры, флексуры в осадочном чехле, зоны резкого изменения геологических структур, высокоградиентные зоны геофизических полей и др.

Линеаменты – это уникальные объекты земной коры, передающие на поверхность Земли убедительную и объективную информацию о разномасштабных, разновозрастных и разноглубинных неоднородностях земной коры и литосферы, что используется как в теории, так и в практике.

В геологической теории линеаменты, как индикаторы глубинной делимости земной коры, могут служить инструментом познания современной геодинамики.

В геологической практике линеаменты могут отражать подводящие каналы различных флюидов и растворов, т.е. служить прямыми

индикаторами при прогнозе и поиске месторождений полезных ископаемых.

До настоящего времени нет также единой классификации линеаментов. Их разделяют по протяженности, ширине, степени организации, особенностям пространственной ориентировки и др. признакам, например, по глубине залегания: коровые (экзогенные) и мантийные (эндогенные), по степени четкости изображения линеаментов на космоснимках – достоверные и предполагаемые; по степени трассирования (прослеживания) – прерывистые и непрерывные. По протяженности линеаменты и их системы делятся на локальные, региональные, трансрегиональные и глобальные.

Особенностью распределения линеаментов в пространстве является наличие определенного ритма или «шага» между линеаментами одного порядка. Ширина этого «шага» зависит от мощности и состава земной коры, ориентировки линеаментов, принадлежности их к различным тектоническим эпохам и различным геологическим областям.

К примеру, В. Хоббс (1904) показал, что в восточных районах Северной Америки расстояния между разломами северо-восточного, северо-западного и меридионального простираний составляют, соответственно, 125, 75 и 40 миль. Дальнейшее накопление эмпирических данных привело исследователей к подтверждению закономерности постоянства расстояний – эквидистантности – между линейными нарушениями земной коры.

Наряду с этим описаны многочисленные факты сгущения линеаментов одного порядка в протяженные непрерывные или прерывистые зоны с резким уменьшением шага между линеаментами.

Линеаменты, выделяемые на аэрокосмоснимках, являются структурами разного порядка, но в целом образуют непрерывные ряды, в

которых по величине объектов, их выраженности в ландшафте и способу проявления можно выделить 4 класса:

1. Малые линейные элементы ландшафта – выраженные на среднемасштабных космоснимках тонкой, обычно параллельной штриховкой.
2. Крупные линейные элементы ландшафта (первые км – первые десятки км) дешифрирующиеся на космоснимках в виде прямых или почти прямых непрерывных однородных линий полосового или граничного характера.
3. Локальные линейные зоны (десятки – первые десятки км). Эти структуры состоят из более мелких линейных элементов. Они могут пересекать сразу несколько тектонических структур.
4. Региональные линейные зоны – сотни-первые тысячи километров и шириной десятки км.

Различные пространственные сочетания линеаментов образуют их сообщества:

- а) зоны – узкие протяженные концентрации линеаментов;
- б) системы – образованные совокупностью субпараллельных линеаментных зон;
- в) поля – возникающие в результате закономерного сочетания разноориентированных линеаментных систем и характеризующиеся перекрестным структурным планом.

В начале настоящего раздела отмечалось, что линеаментами являются природные ландшафтные образования. Однако на аэро-космоснимках довольно много объектов, воздвигнутых человеком: дороги, улицы населенных пунктов, лесополосы, дамбы и т.д., которые не являются линеаментами. Поэтому, если дешифрирование ведется с помощью компьютера без последующей визуальной разбраковки

линейных образований ландшафта на природные и искусственные, результаты такого дешифрирования по меньшей мере ошибочны.

При дешифрировании разрывов следует использовать как прямые, так и косвенные дешифрировочные признаки.

К прямым признакам относятся очертания объекта (форма), его размер, плотность фототона (для черно-белых снимков) или цвет (для цветных или псевдоцветных).

Косвенными признаками могут быть, главным образом для закрытых территорий, спрямленные участки русел рек и речных долин, коленообразные изгибы водотоков и овражно-балочной сети, цепочки родников, естественная смена растительности по прямой или близкой к ней линии, повышенная густота растительного покрова, смена фототона или цвета по прямой за счет соприкосновения толщ различного состава и т.д. Разрывы, возникшие в новейшее время или подновленные древние нарушения так или иначе фиксируются в рельефе: появление уступов, суженных участков речных долин, образование в руслах водопадов, порогов, понижений в рельефе в виде цепочки оврагов и др. Сдвиги опознаются по изгибам слоев вблизи поверхности сместителя, ориентированным под углом к линии сместителя. Новейшие сдвиги часто устанавливаются по горизонтальному смещению гидросети и других форм рельефа. Крутые разломы характеризуются относительной прямолинейностью и срезанием поверхностью сместителя слоистости на крыльях складок. Линии разрывов могут также разграничивать участки с различной окраской пород, различным рельефом и другими особенностями ландшафта. Все вышесказанное относится к крутопадающим разрывам. Но, как известно, существуют и пологие. Последние часто имеют согласную со слоистостью ориентировку и могут развиваться по одному из слоев. Они, как и слоистость, образуют

пластовые треугольники, а при залегании, близком к горизонтальному, огибают неровности рельефа. Пологие разрывы по аэрофотоснимкам дешифрируются крайне тяжело и не всегда достоверно.

Облачные образования и разрывная тектоника

Атмосфера, как и другие компоненты ландшафта, контролируется системой физических полей и может служить хорошим индикатором их аномалий, а через них выявление особенностей глубинного строения и ландшафта. Весьма показателен в этом отношении облачный покров, его строение и распределение.

В.В.Коваленок и др. космонавты при наблюдениях из космоса за Землей установили, что облака над ней движутся как бы по определенным маршрутам, а отдельные участки земной поверхности легко распознаются по закономерному, устойчивому во времени характеру распределения облачности над ними.

На КС, полученных в разные времена года, сохраняется относительно постоянный рисунок распределения облаков, оконтуривающих геологические структуры. Над Устюртом, Южным Мангышлаком, Каракумами, Аральским морем, Уральскими горами, Средним и Нижним Поволжьем, Тиманским кряжем, разломами хребта Каратау, полуостровом Камчатка, Черным, Азовским, Каспийским и Охотским морями, над Центрально-Кызылкумским, Центрально-Памирским и Главным Уральским разломами, над Западно-Сибирской равниной, Припятским и Черниговским Палесьем по КС выявлены линейно-ориентированные полосы облаков, совпадающие и по простиранию и по местоположению с зонами глубинных разломов. Облачность как бы оконтуривает геологические структуры, возникая над ограничивающими их градиентными зонами. Закономерное распределение облаков отражает внутреннее строение з.к. и

контролируется системой физических полей. Эта связь, как показано выше, установлена над горными областями, равнинами и даже акваториями морей.

Лекция 5

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЬЦЕВЫХ СТРУКТУР

Развитие космических методов способствовало выявлению большого количества кольцевых структур на поверхности Земли размером от нескольких сотен метров в поперечнике до первых тысяч километров. Установлено, что 70-80% этих образований связано с разнообразными геологическими процессами.

Кольцевая структура – это геологическое тело, характеризующееся центром симметрии в сечении с земной поверхностью. На космических снимках оно может быть выражено либо замкнутыми, либо фрагментарными (неполнокольцевыми) фигурами – кругами или овалами. На поверхности Земли они располагаются или одиночно, или группами.

По строению кольцевые структуры делятся на простые и сложные. Сложные, в свою очередь, подразделяются на концентрические, сопряженные, орбитальные и комбинированные (рис. 1).

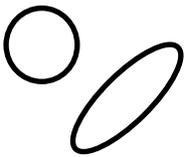
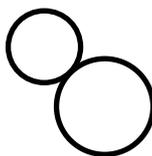
Структуры	Простые	Сложные			
		Концентрические	Сопряженные	Орбитальные	Комбинированные
Замкнутые					
Фрагментарные					

Рис. 1 Схема подразделения кольцевых структур по О.Т.Кротковой.

Концентрические структуры состоят из ядра (центральной части) и внешнего контура. Кольцевые структуры больших размеров, как правило, осложнены системами разломов: радиальными (совпадающими с радиусами); сегментарными (пересекающими структуру по хорде, но не выходящими далеко за ее пределы); секущими (пересекающими структуру и выходящими далеко за ее пределы); концентрическими (совпадающими с элементами кольцевой структуры).

Выраженность кольцевых структур на космоснимках самая различная. Она зависит от размера объекта, геологического времени его заложения, от тектонической активности региона и т.д. Например, кольцевые структуры небольших размеров дешифрируются увереннее, чем крупные; связанные с процессами магматизма и метаморфизма – увереннее, чем обусловленные тектоническими процессами.

Выявление кольцевых структур на закрытых территориях осуществляется приемами ландшафтно-индикационного дешифрирования, где индикаторами объекта могут быть рисунок гидросети, элементы рельефа, особенности растительного покрова и т.д.

Процесс изучения кольцевых структур должен осуществляться при определенной последовательности операций. Обычно это двустадийная схема:

1. Стадия выявления;
2. Стадия идентификации.

Первая заключается в дешифрировании материалов дистанционного зондирования с использованием топокарт, геологических и геофизических материалов.

Вторая – в установлении происхождения и возраста геологических тел и тектонических структур.

На этой стадии используются обычные геолого-геофизические методы исследования. Основным способом выяснения генезиса кольцевых структур

является сопоставление результатов дешифрирования с материалами наземных геолого-геофизических работ.

Наиболее удачная классификация кольцевых структур разработана лабораторией космической геологии Московского университета совместно с сотрудниками ВНИИзарубежгеология и Аэрогеологии. Основой в ней являются размеры и характер геологических процессов, участвующих в образовании кольцевых структур.

По размерам кольцевые структуры делятся на 5 классов:

1. Мегаструктуры – от сотен километров до первых тысяч км в диаметре;
2. Макроструктуры – первые сотни км;
3. Мезоструктуры – от десятков до 150 км;
4. Министруктуры – первые десятки км;
5. Микроструктуры – сотни метров до 10 км.

Среди генетических типов кольцевых структур выделяются структуры сложного генезиса (полигенные) и моногенные. Последние делятся на метаморфогенные, магматогенные, тектоногенные и импактные.

Метаморфогенные структуры – это гнейсовые овалы и гранитогнейсовые купола в пределах платформ. Первые относятся к макроструктурам.

Магматогенные кольцевые структуры, в свою очередь, делятся на плутонические, вулканические и вулкано-плутонические.

Тектоногенные – ведущую роль в их формировании играют как пликативные, так и дизъюнктивные дислокации.

Импактные (ударные) представляют собой астроблемы – результат бомбардировки поверхности Земли метеоритами.

МЕТОДЫ ДЕШИФРИРОВАНИЯ

Различают прямой, контрастно-аналоговый и ландшафтно-индикационный методы.

Прямой метод дешифрирования применяется только в геологически открытых районах, где коренные породы выходят на поверхность. Фототоновые различия, а также особенности структуры и рисунки изображения на снимках этих районов обусловлены геологическими телами, их окраской, вещественным составом, условиями залегания. Поэтому здесь возможно непосредственное отождествление выделенных на снимках объектов с геологическими телами и прямое сопоставление геолого-геофизических материалов с данными дешифрирования.

Прямой метод дешифрирования позволяет устанавливать поля развития горных пород различного состава и генезиса, границы стратиграфических подразделений осадочных и вулканогенных пород, характер их залегания, тектонические нарушения (пликативные и дизъюнктивные). Например, слоистые толщи образуют на снимках полосчатый рисунок, по которому можно судить о форме залегания отложений, переслаивании пород различного состава; по их выраженности в рельефе – об относительной устойчивости к процессам денудации.

По смещению слоев, маркирующих горизонтов, резкой смене фототона и рисунка изображения, вызванных сменой геоморфологического и геологического строения, дешифрируются разрывные нарушения. Особенно высок эффект применения дистанционных материалов в районах со сложным геологическим строением, где горные породы резко различаются по физико-механическим свойствам и устойчивости к выветриванию. Опытным путем установлено, что в открытых районах в результате полевых работ подтверждается до 90-100% выявленных при дешифрировании объектов.

Контрасно-аналоговый (или контурно-геологический) метод дешифрирования используют как в геологически открытых, так и в геологически закрытых районах при работе с аэрофотоматериалами и космическими снимками всех уровней генерализации.

Замечено, что геологические объекты, аналогичные по строению и истории развития, имеют сходные изображения на снимках. На снимках

эталонных участков проводится дешифрирование неоднородностей фототона и рисунков фотоизображения. Затем наземными полевыми исследованиями устанавливается геологическая природа отдешифрированных объектов, т.е. проводится их интерпретация. На основании результатов этих исследований составляются таблицы дешифровочных признаков. Таким образом получают эталоны геологических объектов с их типичным фотоизображением, т.е. их «фотопортреты». При дешифрировании новых площадей задача сводится к отысканию объектов, сходных с «фотопортретом» эталонной геологической структуры.

Применяя этот метод дешифрирования, необходимо помнить, что одинаковые или сходные, особенно древние геологические образования могут иметь различное проявление в ландшафте. Кроме того, необходимо учитывать, что при переходе от высоко- к средне- и низкоразрешимым КС происходит переход геометрической (рисунок и структура изображения) группы признаков в фотометрические (фототон). Для крупномасштабных снимков достоверным признаком является рисунок фотоизображения. Для КС масштаба 1:2500000 значение рисунка изображения объекта и фототона примерно одинаково, а для телеснимков того же масштаба, но более низкого разрешения, основным дешифровочным признаком – фототон.

Дешифровочные признаки изменяются в зависимости от уровней генерализации КС, технических и природных условий съемки, и это накладывает определенные ограничения на диапазон их экстраполяции. Дешифровочные признаки, установленные для геологических объектов на КС одного уровня генерализации, нельзя механически использовать при работе с КС иного уровня генерализации.

Ландшафтно-индикационный метод дешифрирования применяют с геологически закрытых районах при работе с АС и КС среднего и высокого разрешения.

Ландшафт – это однородная по происхождению и развитию территория, обладающая единым геолого-тектоническим строением, однотипным рельефом,

общими характеристиками подземных и поверхностных вод, почв, общим климатом, растительными и животными сообществами.

Индикатор – это наблюдаемый на снимке признак, который позволяет установить труднонаблюдаемый или скрытый геологический объект.

Индикационные связи – это связи явных (прямых) физиономических компонентов ландшафта со скрытыми геологическими структурами.

В основе ландшафтно-индикационного метода дешифрирования лежат связи между дешифровочными признаками (прямыми и косвенными), выявленными на снимках с геологическими объектами данной территории. В этом случае косвенные признаки (растительность, линейные элементы и т.д.) являются индикаторами поверхностных или погребенных геологических структур.

КОСМИЧЕСКАЯ ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

Фотографическую съемку поверхности Земли с высоты более 150-200 км называют космической. Отличительной чертой космоснимков является высокая степень обзорности. Фотографирование может производиться во всех видимых диапазонах спектра и в ближнем диапазоне инфракрасной области. Масштабы съемки зависят от высоты фотографирования и фокусного расстояния аппарата.

При съемке земной поверхности используются фотографирующие системы КАТЭ-140, МКФ-6, ФМС и др.

Для повышения информативности снимков при изучении геологических объектов съемку целесообразно проводить одновременно в нескольких различных узких спектральных диапазонах. Такая съемка называется многозональной. При этом наиболее широко используется многозональная космическая фотокамера МКФ-6М, имеющая 6 кассет по числу объективов. Каждый объектив работает в определенном спектральном канале в следующих зонах спектра (мкм): 0,45-0,50; 0,52-0,56; 0,58-0,62; 0,64-0,68; 0,70-0,74; 0,78-0,86. Размер каждого получаемого изображения 55 x 81 мм. Разрешение составляет 200 линий на 1 мм. Зональные снимки 1-4 каналов выдерживают увеличение до 60 раз и в таком виде вполне пригодны для геологического

дешифрирования. Снимки, полученные по 5-6 каналам, выдерживают увеличение только в 10 раз. Масштаб снимков, снятых с высоты 265 км, немногим мельче 1:2000000. Для усиления информативности результатов съемки камерой МКФ-6 разработан многозональный проектор МСП-4. С его помощью из 3-4 зональных снимков (или негативов) получают синтезированный цветной снимок, причем цветовая гамма синтезированного снимка не соответствует натуральным цветам отснятой территории (псевдоцвета).

Существует также спектрозональная съемка, которая производится теми же фотоаппаратами, что и обычная, но в этом случае применяют спектрозональную двухслойную фотопленку, каждый слой которой чувствителен к определенным интервалам электромагнитного спектра.

Фотографическая съемка в настоящее время является самой информативной съемкой из космического пространства.

Для удобства пользования из отдельных плановых космоснимков монтируются фотосхемы. Трансформированные космоснимки используются для составления космофотокарт.

ТЕЛЕВИЗИОННАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

Изображение земной поверхности при телевизионной съемке проецируется на приемное устройство – видикон, при помощи которого оно преобразуется в электромагнитные сигналы и в фототелеграфном режиме по радиоканалу передаются на приемные станции Земли, либо записываются на магнитную ленту. Поступающие на приемные станции телесигналы преобразуются на телеэкране в видимое изображение, и, при необходимости, фотографируются с телеэкрана с помощью специального устройства. Кадровые телевизионные изображения отличаются высокой геометрической точностью и возможностью получения стереопар за счет большого перекрытия соседних кадров.

Преимущества телевизионной космической съемки в ее быстроте и оперативности. Недостатки – недостаточно высокое качество фотоизображения и слабое (в несколько раз ниже, чем на фотоснимках) разрешение.

СКАНЕРНАЯ СЪЕМКА

В настоящее время для съемок из космоса используются многоспектральные оптико-механические системы – сканеры. Термин «сканирование» обозначает развертку изображения при помощи сканирующего элемента – качающегося зеркала или вращающегося барабана, поэлементно прослеживающего местность поперек движения носителя. Зеркало посылает лучистый пучок в объектив и далее на датчик, преобразующий световой сигнал в электрический. Электромагнитные сигналы поступают на приемные станции по каналам связи. Изображение местности получают непрерывно на ленте, составленной из полос –сканов, сложенных отдельными элементами-пикселями. Сканерные изображения можно получать во всех спектральных диапазонах, но особенно эффективными являются видимый и инфракрасный диапазоны. Сканерное изображение – пакет яркостных данных, переданных по радиоканалу на Землю, которые фиксируются в цифровом виде на магнитную ленту, а затем могут быть преобразованы в кадровую форму. В геологии используются материалы сканерных съемок с искусственных спутников Земли «Метеор», «Космос», «Ресурс-Океан» и др. С различных сканирующих устройств: с малым разрешением – МСУ-М, со средним разрешением – МСУ-С, с конической разверткой –МСУ-СК, с электронной разверткой –МСУ-Э и вертикального сканера «Фрагмент». Их разрешающая способность: МСУ-М – 1км; МСУ-С-240 м;МСУ-СК-175 м; МСУ-Э-28 м.

По качеству сканерный снимок уступает фотографическому, однако простота получения, быстрая передача на Землю, возможность представления изображения в цифровом виде, удобном для обработки на ЭВМ, выводит этот вид съемки на одно из ведущих мест в космической геологии.

ИНФРАКРАСНАЯ СЪЕМКА

Инфракрасная или тепловая съемка основана на выявлении тепловых аномалий путем фиксации теплового излучения Земли. Солнечное (внешнее) и эндогенное (внутреннее) тепло нагревает геологические объекты по разному в зависимости от вещественного, т.е. минерального, состава пород, их тепловой инерции, влажности, отражательной способности и др. причин. Инфракрасное излучение, проходя через атмосферу, избирательно поглощается, например, частицами влаги и др., в связи с чем тепловую съемку можно вести только в определенных интервалах длин волн, в зонах расположения так называемых «окон прозрачности», т.е. в интервалах пропускания атмосферой инфракрасных лучей. Опытным путем выделено четыре основных окна прозрачности (в мкм): 0,74-2,40; 3,40-4,20; 8,0-14,0 и 30,0-80,0. В первом окне используется (до 0,84 мкм) отраженное солнечное излучение. Здесь можно применять специальные фотопленки. Съемка в этом диапазоне называется инфракрасной. В других окнах работают измерительные приборы – тепловизоры, преобразующие невидимое инфракрасное излучение в видимое с помощью электронно-лучевых трубок. Литологически разные породы отличаются друг от друга по фототону. Яркость тона пропорциональна интенсивности тепловой аномалии.

Инфракрасный диапазон спектра делится на ближний (0,74-1,35 мкм), средний (1,35-3,50 мкм) и дальний – (> 3,50 мкм).

Тепловая съемка может применяться при поисках подземных вод, выявлении элементов тектоники, прямых поисках залежей нефти, решения экологических задач.

РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СЪЕМКА

Используется в условиях, когда непосредственное наблюдение поверхности затруднено природными условиями – плотной облачностью, туманом и т.д. Съемка может проводится ночью. При радиолокационной съемке обычно используют радиолокаторы бокового обзора, установленные на самолетах и искусственных спутниках Земли. Радиолокационная съемка осуществляется в радиопазоне электромагнитного спектра (сантиметровые длины волн).

РЛС бокового обзора излучает узконаправленный короткий радиоимпульс в направлении, перпендикулярном движению самолета или космического носителя под некоторым углом к нормали. Разрешение РЛС БО тем больше, чем больше раскрыв антенны и ее длина. Длина антенны ограничивается размерами самолета. Отраженный от объекта сигнал принимается той же антенной и после усиления и обработки подается на фоторегистратор. Положение элемента изображения строки определяется временем пробега радиолокационного импульса от РЛС до объекта и обратно. На этом принципе основано построение строки изображения. Кадр разворачивается за счет движения самолета.

О свойствах объектов судят по мощности и структуре отраженного сигнала. Объекты частично поглощают, частично пропускают, частично отражают и рассеивают падающие на них радиоволны, в соотношениях определяемых диэлектрическими свойствами материалов самих объектов. На снимках объекты, имеющие светлые тона, обладают большим коэффициентом эффективного поверхностного рассеивания, чем объекты с темным фототонем.

Радиолокационное зондирование в СВЧ-диапазоне обладает рядом уникальных возможностей, недоступных для приборов зондирования в видимом и ИК диапазонах. Самым главным достоинством является возможность обследования поверхностных образований. Это свойство обусловлено частичной прозрачностью большинства природных объектов в СВЧ-диапазоне. Глубина проникновения радиолокационного луча определяется потерями, связанными с поглощением и рассеянием электромагнитного излучения. Например, для сухого песка или почвы глубина проникновения может составить несколько метров.

Глубина проникновения радиолокационного импульса в грунт сильно зависит от объемного содержания в нем воды, причем с увеличением ее содержания глубина проникновения экспоненциально падает.

Используя РЛС БО с различными длинами волн возможно получить распределение приповерхностной влажности для исследуемого района.

Текстурные неоднородности радиолокационного снимка могут быть тонкосетчатыми, полосчатыми, массивными и т.д.

Особенно хорошо фиксируется на радиолокационных снимках гидросеть. Она дешифрируется лучше, чем на аэроснимках. Высокое разрешение характерно и для районов, покрытых густой растительностью. Разрешающая способность снимков – от 10 до 200 м.

ЛАЗЕРНАЯ (ЛИДАРНАЯ) СЪЕМКА

Лидары- зондирующие устройства, состоящие из импульсного источника излучения (лазера) и высокочастотного приемного устройства.

Съемка применяется для выявления и количественной характеристики содержаний различных химических элементов или их соединений в приповерхностном слое атмосферы. Посланный лазером импульс возвращается на борт аэро- или космонавигатора в виде эхосигнала, характеристика которого зависит от состава и концентрации определенных веществ в исследуемом слое атмосферы. В схеме работы лидаров могут использоваться резонансное и комбинационное рассеяние, резонансное поглощение. Например, при использовании метода резонансного рассеяния, приемное спектральное устройство лидара настраивают на одну из полос поглощения элемента, входящего в состав полезного ископаемого (например меди или цинка). Луч лазера вызывает флюоресценцию приповерхностных слоев воздуха, что позволяет определить присутствие элемента.

Методы лидарной съемки для геологических целей находятся в стадии разработки.

Лекция 6

ЭТАПНОСТЬ В ПРОВЕДЕНИИ АЭРОКОСМОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ

Геологическое и др. виды дешифрирования имеют свою очередность или этапность, подчиняющуюся правилу от общего к частному.

На первом этапе осуществляется обзорное или обзорно-региональное дешифрирование в масштабе 1:1000000 или мельче. Целью этого этапа является изучение крупных территорий, в результате которого осуществляется тектоническое, неотектоническое, геоморфологическое и др. виды районирования, уточняется тектоническое и геологическое строение, определяются перспективные зоны на поиски различных полезных ископаемых.

Дешифрирование выполняется преимущественно на КС фотографической, телевизионной и сканерной съемок масштабов 1:1000000 – 1:2500000. Выходные карты – м-б 1:1000000. При проведении дешифрирования используется в качестве накладок на прозрачной основе максимальное количество карт и схем геологического и геофизического содержания.

Второй этап дешифрирования выполняется на увеличенных отпечатках до масштаба 1:200000 космических снимков масштаба 1:1000000, ранее использованных при работе на первом этапе.

На увеличенные отпечатки масштаба 1:200000 переносятся с отдешифрированных КС масштаба 1:1000000 все полученные результаты – разломы, складчатые образования, различные геологические границы и т.д. Результаты дешифрирования на КС масштаба 1:1000000 служат как бы «каркасом» для дальнейшего дешифрирования, ибо на материалах масштаба 1:200000 в силу разгенерализации они не выявляются.

После вынесения на увеличенные отпечатки «каркасных» линий, приступают к дешифрированию этих отпечатков. Выявляются элементы дизъюнктивной, а затем пликативной тектоники более высоких порядков, которые ясно дешифрируются на космоматериалах масштаба 1:200000. При региональном дешифрировании используется максимальное количество различных геолого-геофизических, геоморфологических,

почвенных, гидрогеологических и др. результативных материалов в виде карт, структурных планов и т.д. Весь этот графический материал трансформируется на прозрачную основу (калька ловсановая и др.) в масштаб увеличенных отпечатков КС и при дешифрировании используется в качестве накладок для сопоставления информации на МДЗ и на накладках.

Результативными материалами регионального дешифрирования являются карты масштаба 1:200000. На данном этапе работ уточняются границы зон осадконакопления, уточняется строение тектонических структур II порядка, прогнозируются перспективные участки под детальные работы и т.д.

В третий этап выполняются детальные аэрокосмогеологические исследования. Масштаб этого вида работ обычно 1:50000, реже крупнее. Процедура детального дешифрирования, как и в случае регионального, начинается с переноса «каркасных» линий элементов тектоники с результативных материалов обзорно-регионального и регионального масштабов, а затем процесс дешифрирования идет в том же порядке, что при более мелкомасштабных работах с привлечением тех же материалов геолого-геофизического и тематического плана. При детальном дешифрировании выявляются, в основном, элементы геологического строения III-IV порядков. В отличие от более мелкомасштабных аэрокосмогеологических исследований, основными исходными материалами являются не космоснимки, а аэроснимки специализированных и «общих» площадных съемок в масштабе 1:50000 и 25000, а лучше обоих масштабов с одного залета при фотографировании одновременно двумя АФА с различными фокусными расстояниями. При проведении детального дешифрирования используется АС и фотосхемы из них разных лет съемки и разных масштабов от 1:10000 до 1:50000. И

как бы ни был обилен и предствителен аэрофотосъемочный материал прошлых лет, желательно иметь «свежий» материал площадной съемки (не старше, чем за год до проведения дешифрирования).

Результативными материалами детальных работ являются карты и схемы тематического дешифрирования в масштабе 1:50000.

ЭТАПЫ ДЕТАЛЬНОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ

Детальное дешифрирование рекомендуется проводить в три этапа – предварительный (предполевой), полевой и окончательная камеральная обработка материалов.

Предполевой этап. После получения геологического задания на проведение геологосъемочных или другого вида тематических исследований составляется проект и смета на их проведение, подбирается состав исполнителей. В составе группы, занимающейся дешифрированием, должен быть геолог, хорошо знающий геологическое строение данной территории, геоморфолог, или геолог, знающий геоморфологию, топограф и техник для выполнения технических и графических работ.

После укомплектования партии исполнителями, техническими средствами, топокартами и аэрокосмоматериалами, проводятся подготовительные работы предшествующие дешифрированию. К ним относится сбор опубликованных и фондовых материалов по району работ – как текстовых, так и графических.

Если масштаб результативных карт 1:50000, то дешифрирование ведется на АС масштаба 1:25000, которых заказывают два комплекта. На одном комплекте выполняют геоморфологическое дешифрирование (элементы геоморфологии отрисовывают тушью на четных или нечетных по нумерации снимках), вторая же, оставшаяся половина комплекта, используется для составления фотосхемы, на которой проводится

структурное и геологическое дешифрирование. Второй комплект снимков является контрольным.

Результаты геоморфологического дешифрирования со снимков переносят на прозрачную основу в масштабе фотосхемы (т.е. не изменяя масштаба АС).

Параллельно с проведением геоморфологического дешифрирования, графический фондовый материал – тематические карты, структурные планы, результативные карты геофизических исследований – трансформируются в масштаб фотосхемы на прозрачную основу. Собранный и подготовленный таким образом геолого-геофизический материал используется при проведении геологического дешифрирования в качестве накладок.

Как уже отмечалось ранее, детальное дешифрирование начинается с переноса на рабочую фотосхему элементов разрывной и пликативной тектоники с карты результатов регионального дешифрирования. Если в пределах исследуемого района есть детально изученные участки (бурением, горными выработками), то они могут служить эталонными при установлении ландшафтных индикаторов разрывной и пликативной тектоники, оруденения и т.д.

Затем, сопоставляя особенности ландшафта и геолого-геофизический материал на прозрачных накладках, проводят структурное или геологическое дешифрирование начиная с дизъюнктивной тектоники, а затем устанавливают и пликативные формы, определяют элементы залегания слоев и отрисовывают карту предварительного дешифрирования в масштабе 1:25000.

Полевой этап. В процессе предполевого геоморфологического и геологического дешифрирования возникают вопросы, решить которые в камеральный период не представляется возможным. Все они могут быть

решены только при непосредственном наблюдении объекта, т.е. в полевых условиях. В предполевой период составляется перечень таких неясностей и составляются маршруты для их разрешения. Во время полевых маршрутов легко уточняются на местности некоторые геоморфологические индикаторы: суффузионно-карстовые и собственно карстовые формы, эрозионные уступы и останцы, эллювиальные развалы, речные террасы разбраковываются на пойменные и надпойменные, для последних устанавливается номер террасы.

Результаты маршрутных исследований записываются в полевой журнал и наносятся на отдешифрованные ранее АС после окончания маршрута.

В комплекс полевых исследований входят и аэровизуальные наблюдения (с самолета или вертолета), которые условно можно подразделить на региональные и детальные.

Региональные наблюдения проводятся с высоты 0,5 км-1-2 км. Они позволяют в короткий срок ознакомиться с исследуемой территорией и получить представления о геологических и геоморфологических особенностях района. В этом случае они выполняют роль рекогносцировочных работ. Наблюдения с воздуха дают возможность одновременно наблюдать значительную площадь земной поверхности и помогают уточнить и выявлять зоны тектонических нарушений, региональные уступы, поверхности выравнивания, интенсивность расчленения рельефа, изучать речные террасы, выявлять аномальные участки речных долин, взаимосвязь отдельных морфоструктур и т.д.

Детальные аэровизуальные наблюдения выполняют, в основном, те же функции, что и региональные, но в более детальном масштабе. Высота облета обычно 200-300 м.

Время проведения аэровизуальных наблюдений в начале или конце полевого сезона.

Окончательная камеральная обработка результатов дешифрирования – в этот этап вносятся окончательные коррективы в результаты дешифрирования, схемы и карты приводятся в отчетный масштаб, проводится окончательная увязка геологических и аэрофотогеологических результатов.

Пишется текстовая часть отчета, отчетные карты выполняются в чистовом варианте, затем следует защита отчета и процедура сдачи его в фонды.

СТРУКТУРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ

МДЗ являются наиболее удобным материалом для проведения структурно-геологического дешифрирования, основанного на теснейшей связи между особенностями рельефа и глубинным строением земной коры и литосферы.

Основные формы рельефа Земли сформированы в неотектонический (олигоцен-четвертичный) этап эволюции планеты, продолжительность которого составляет около 38 млн.лет. Поэтому рельеф служит индикатором новейших и современных тектонических движений, амплитуды которых резко различаются в областях орогенного и платформенного режимов.

Известно, что на КС проявлена интегральная картина разновозрастных и разноглубинных структур.

Рельеф, как индикатор новейших, и в особенности современных тектонических движений имеет большую наглядность, чем тектоническая структура. Метровые, а иногда и дециметровые перемещения вдоль активных тектонических линий быстро отображаются в хорошо заметных

формах рельефа, в то же время их выявление в геологической структуре часто затруднительно даже при наземных исследованиях.

Элементы дизъюнктивной тектоники

По мнению некоторых исследователей линеаментный рисунок на снимках создается:

- активно развивающимися разрывными нарушениями разных порядков, как унаследованными, так и новообразованными. Контрастность их проявления на снимках и в рельефе обуславливается интенсивностью новейших тектонических движений;

- не развивающимися на новейшем этапе древними разломами и зонами трещиноватости, которые избирательно разрабатываются процессами денудации, главным образом эрозией. Наиболее уверенно они дешифрируются на снимках геологически открытых районов;

- группа линеаментов соответствующих малоамплитудным разломам и безамплитудные зоны трещиноватости «скрытого» типа, отраженные в элементах тектоники и деталях рельефа. Эти структуры встречаются как в орогенных, так и платформенных областях, но именно в последних значительное их число выявлено с помощью КС. Они могут отражать флексурно-разрывные деформации фундамента и чехла.

Высокая генерализация изображения на мелкомасштабных КС и низкое пространственное разрешение способствует дешифрированию на них крупных глубинных структур.

Разломы фундамента как правило не нарушают четвертичные образования, но над ними образуются зоны трещиноватости, выраженные в ландшафте. Эти зоны влияют на режим подземных вод и проявляются на поверхности в виде смены растительности, размещения и конфигурации озер, болот, речной сети и др. форм рельефа.

Рельефообразующие разломы складчатого фундамента служат границами новейших поднятий и впадин, которые различаются гипсометрией, дробностью эрозионного расчленения и др. особенностями. Гипсометрически повышенные участки с большим эрозионным расчленением отвечают новейшим поднятиям. Низкие, слаборасчлененные – новейшим прогибам. Наиболее чувствительной к тектоническим движениям и экзогенным процессам является водная эрозия. Любые ослабленные зоны, например зоны повышенной трещиноватости, подвергаются эрозии в первую очередь, на них закрепляется гидросеть, и они обнаруживают себя в рельефе в виде эрозионных ложбин разного масштаба.

По особенностям рельефа в крыльях активных разрывов иногда удается восстановить их кинематику. Для активных сбросов характерно развитие аккумулятивного рельефа в опущенном крыле и денудационного в поднятом. При этом неравновесность неотектонического режима компенсируется главным образом, за счет активной аккумуляции в опущенном крыле.

В предгорных районах это обнаруживается по широкому развитию конусов выноса из долин, поперечных тектоническому уступу.

Формирование взбросов не всегда сопровождается образованием уступа в рельефе, т.к. поднятие активного крыла может компенсироваться денудацией.

Выраженность сбросов и взбросов в рельефе в ряде случаев наблюдается только в ступенчатости рельефа, которую легко спутать с денудационной. Тектоническая (разрывная) природа ступенчатости обнаруживается благодаря прямолинейности уступов, разделяющих блоки с разной степенью расчлененности, а иногда и в смене форм рельефа блоков по обе стороны от уступа и по рельефу блоков по обе стороны от

уступа и по широкому развитию молодых коллювиальных образований вблизи него.

В отличие от разрывов с крутым заложением сместителей надвиги, особенно пологие, не разрабатываются эрозионной сетью и дешифрируются слабо.

Рельеф зон сдвиговых деформаций отличается наибольшей «узнаваемостью» по поперечному или диагональному смещению элементов рельефа относительно линии сместителя сдвига.

Рельеф новейших локальных поднятий. Его некоторые особенности дешифрируются на КС. Главными из них являются:

1. Специфический рисунок гидросети;
2. Локальные аномалии густоты и глубины расчленения;
3. Локальное появление денудационных поверхностей выравнивания среди аккумулятивных или участков с эрозионным типом рельефа;
4. Аномальная форма элементов рельефа, имеющих «правильные» очертания.

Транзитные водотоки, пересекающие локальные поднятия, обычно резко уменьшают меандрирование, спрямляют русло и сужают долину.

Для энергично растущих поднятий, характерно обтекание их транзитным водотоком, причем обтекание может быть односторонним и двусторонним, с бифуркацией русла перед поднятием и слиянием протоков после него. Часто на КС удается наблюдать последовательные стадии латерального смещения долин рек, от которых остаются высохшие русла или фрагменты линейных понижений.

Если рост поднятий происходит медленно, то транзитные водотоки успевают в них врезаться. Такие поднятия выявляются по локальным увеличениям глубины долины.

Очень наглядно локальные поднятия выявляются по аномалиям густоты и глубины эрозионного расчленения, связанного с местной (не транзитной) эрозионной сетью. Эти аномалии в пределах поднятий более интенсивны, причем увеличение густоты расчленения связано со сменой аккумулятивного рельефа на денудационный в районе поднятия, с выходом на земную поверхность коренных пород, обычно более трещиноватых, чем четвертичные осадки и со значительной раздробленностью купольных частей развивающихся антиклинальных поднятий.

Локальные новейшие структуры дешифрируются по концентрическому распределению растительности, обусловленному характером увлажнения, появлением незакрепленных песков, распределением карстовых, термокарстовых и суффозионных просадок и др. дешифровочными признаками.

Наиболее чуткими индикаторами малейших изменений земной поверхности и движений по разрывам как уже отмечалось, служат водотоки. Центробежное и концентрическое развитие эрозионной сети (особенно мелких эмбриональных форм – потяжин, промоин), оживление эрозионной деятельности, появление новых врезов в днищах балок и оврагов, увеличение густоты эрозионного расчленения относятся к признакам развивающихся положительных структур. При пересечении поднятий водными потоками происходит также увеличение числа террас, их высот, появление висячих долин или наличие сухих брошенных русел, крутых перекатов, уменьшение извилистости русла основной долины. По этим и др. геоиндикаторам можно оконтурить растущую антиклиналь при общей невыраженности ее в рельефе.

Все сказанное выше касается дешифровочных признаков новейших и современных поднятий. Однако, опыт работ производственных

организаций и некоторые методические приемы, разработанные ими, позволили путем дешифрирования материалов МДЗ выявить большое число локальных поднятий на глубинах 1.5-2.0 и более км в осадочном чехле платформенных областей. Дешифровочные признаки их те же, что и для новейших поднятий. Механизм проявления погребенных поднятий на земной поверхности до сих пор не разработан. Одним из вариантов такого механизма может быть следующим.

Если в осадочном чехле или на поверхности фундамента имеется какая-то неоднородность, а именно выступ в фундаменте, песчаная линза, биогермная постройка и т.д., то в процессе седиментации они перекрываются осадками и со временем образуется структура облекания.

Формирование осадочного чехла на платформах, как правило, имеет несколько перерывов в осадконакоплении. Во время каждого перерыва сформированная ранее структура облекания, оказывалась на поверхности, подвергалась процессу эрозии, причем наиболее ослабленными (трещиноватыми) зонами, являлись зоны перегиба пластов, оконтуривающие, структуру облекания в ее подошве по нижней замкнутой изогипсе и ее апикальная часть. Происходит процесс «препаривания» структуры, она проявляется в рельефе в виде поднятия. Экспериментально доказано, что если наклон крыльев структуры всего первые градусы, то степень трещиноватости по нижней оконтуривающей изогипсе выше, чем на ее крыльях.

Учитывая длительность перерывов осадконакопления, структура успевает «закончить» процесс препаривания. Чем длительнее перерыв в осадконакоплении, тем лучше будет проявлена структура в рельефе в виде поднятия. Вторым, и неприменным, условием проявления структуры в ландшафте является подъем территории.

Таким образом, в основе передачи информации о погребенных структурах на дневную поверхность лежат вертикальные колебательные движения земной коры, непрерывные и знакопеременные. Элементы погребенных структур прорабатываются снизу вверх. С этих позиций на земной поверхности проявляются геологические объекты любого порядка, с любой глубины, в любом сочетании и любой амплитуды.

Исследуя механизм трансляции на поверхность информации о погребенных геологических объектах в районах Предкавказья, Л.Н.Шалаев и др. пришли к следующим выводам:

- объекты второго и третьего структурных этажей проявляются на поверхности Земли практически точно над собой;
- на прямую вертикальную передачу информации об объекте не влияет частичное перекрытие объектов, расположенных на разных структурных этажах;
- перекрытие объектов порождает суммирование индикаторов на том же участке;
- зоны разрывных нарушений хорошо сопоставляются с зоной высших градиентов скоростей современных вертикальных движений земной коры;
- интенсивность проявления геологических объектов нарастает в зоне максимальной подвижности территории;
- увеличение возраста рельефа способствует росту контрастности отображения.

Методика проведения структурно-геологического дешифрирования полностью совпадает с методикой выполнения геологического дешифрирования, т.е. соблюдается этапность, подчиняющаяся принципу от общего к частному. Результативными материалами являются структурно-геологические карты и схемы масштаба 1:50000, на которых

представлены элементы разрывной тектоники разных порядков и контуры погребенных локальных поднятий. До сих пор является проблемой определение глубины залегания этих структур.

Наибольший эффект результаты структурно-геологического дешифрирования приносят в нефтепоисковой геологии, где они, комплексируясь с результатами сейсмических работ, служат основой для постановки бурения на наиболее перспективных поднятиях.

Лекция 7.

Тема 4. Масштабы и виды ГСР

Геологическая съёмка - комплекс полевых геологических исследований, производимых с целью составления геологических карт и выявления перспектив территорий в отношении полезных ископаемых. Геологическая съёмка заключается в изучении естественных и искусственных обнажений (выходов на поверхность) горных пород (определение их состава, происхождения, возраста, форм залегания); затем на топографическую карту наносятся границы распространения этих пород. Геологическая съёмка сопровождается сбором образцов пород, минералов и окаменелостей. Проводится согласно инструкциям, утвержденным Министерством геологии СССР. Характер исследований зависит от масштаба съёмки. Различают мелко-, средне-, крупномасштабные, а также детальные съёмки.

Стадийность геологоразведочных работ предусматривает возможность: оптимизации содержания и технологического режима геологоразведочных работ, унификации работ и постадийно создаваемых конечных результатов; оперативного учета и анализа геологической изученности для выбора обоснованных направлений поисковых, оценочных и разведочных работ.

В зависимости от целей процесс геологического изучения недр подразделяется на 3 этапа и 5 стадий:

ЭТАП I. РАБОТЫ ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКОГО И МИНЕРАГЕНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Стадия 1. Региональное геологическое изучение недр и прогнозирование полезных ископаемых.

ЭТАП II. ПОИСКИ И ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Стадия 2. Поисковые работы.

Стадия 3. Оценочные работы.

ЭТАП III. РАЗВЕДКА И ОСВОЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Стадия 4. Разведка месторождения.

Стадия 5. Эксплуатационная разведка.

На этапе I осуществляется комплексное изучение геологического строения территории страны, закономерностей размещения всех видов минерально-сырьевых ресурсов и их прогнозная оценка.

Геологические исследования этапов II и III направлены на воспроизводство минерально-сырьевой базы страны.

Границы между стадиями условны и определяются масштабами ведущихся работ, рангами изучаемых площадей и требованиями к конечным результатам, завершающим работы каждой стадии. Информация, получаемая на каждой стадии, по полноте и достоверности должна быть достаточна для геологического и технико-экономического обоснования геологоразведочных работ последующих стадий, либо освоения и проектирования разработки месторождения. В зависимости от конкретных условий отдельные стадии по решению недропользователя и в соответствии с лицензией на право пользования недрами, после согласования с заказчиком могут совмещаться с другими стадиями.

Виды, последовательность и комплексность проводимых на каждой стадии исследований определяются ее целями, природными условиями производства работ, степенью изученности объекта предыдущими исследованиями, видом полезного ископаемого и другими особенностями с учетом потребностей экономического и социального развития отдельных территорий и страны в целом.

2. ЭТАП I. РАБОТЫ ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКОГО И МИНЕРАГЕНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Стадия 1. Региональное геологическое изучение недр и прогнозирование полезных ископаемых.

Региональное геологическое изучение недр производится с целью получения комплексной геологической информации, составляющей фундаментальную основу системного геологического изучения территории страны и оценки ее минерагенического потенциала. Оно призвано обеспечивать определение закономерностей формирования и размещения полезных ископаемых, обоснование и удовлетворение потребностей различных отраслей промышленности и сельского хозяйства в геологической информации для решения широкого круга вопросов в областях геологоразведочного производства, горного дела, мелиорации, строительства, обороны, рационального природопользования, охраны окружающей природной среды, прогнозирования опасных, включая катастрофические, природных процессов и явлений (землетрясения, вулканизм, сели, оползни, обвалы и т.д.).

Важнейшим результатом регионального геологического изучения недр, в зависимости от его детальности, является научное моделирование и ранжирование по экономической значимости перспективных структурно-вещественных и минерагенических комплексов, локальный прогноз и начальная геолого-экономическая оценка потенциальных объектов минерального сырья, основанные на максимальном использовании полученной ранее геологической информации, применении новых методов и средств ее переинтерпретации, а также новых технологий геологических, геофизических, геохимических и других методов исследований.

Основными видами работ являются ранжированные по масштабам площадные геологические, гидрогеологические, инженерно-геологические съемки (полистные, групповые, комплексные, доизучение ранее заснятых площадей, глубинное геологическое картирование), наземные и аэрогеофизические работы (гравиразведочные, магниторазведочные,

электроразведочные, аэрогаммаспектрометрические), а также широкий комплекс специализированных работ: объемное, космофотогеологическое, аэрофотогеологическое, космоструктурное, геолого-минерагеническое, геохимическое картирование, тепловые, радиолокационные, многозональные и другие съемки, геолого-экономические, геоэкологические исследования и картографирование, мониторинг геологической среды, прогноз землетрясений, создание государственной сети опорных геолого-геофизических профилей, параметрических и сверхглубоких скважин, геологическая съемка шельфа, работы в Мировом океане и Антарктике, картосоставительские, картоиздательские и другие работы, их научно-методическое и информационное обеспечение.

Виды, масштабы, последовательность и комплексность работ по региональному геологическому изучению недр определяются с учетом достигнутой степени геологической изученности, результатов предшествующих минерагенических построений и потребностей социально-экономического развития отдельных территорий и Российской Федерации в целом.

Региональное геологическое изучение недр Российской Федерации включает функционально связанный комплекс площадных и профильных работ общегеологического и специального назначения на суше и континентальном шельфе России. Площадные работы проводятся в масштабах:

- 1:1500000 и мельче - сводное и обзорное геологическое картографирование;
- 1:1000000 (1:500000) - мелкомасштабное геологическое картографирование;
- 1:200000 (1:100000) - среднемасштабное геологическое картографирование;
- 1:50000 (1:25000) - крупномасштабное геологическое картографирование.

Основной задачей **сводного и обзорного** геологического картографирования территории Российской Федерации масштаба 1:1500000 и мельче

является составление карт и атласов, обобщающих геологическую информацию о геологическом строении и минерагении крупных территорий, осуществление широких межрегиональных и глобальных геологических построений и сопоставлений.

Объектами изучения являются: территория РФ, включая глубинные части земной коры, крупные геолого-структурные регионы, артезианские бассейны, горнорудные и нефтегазоносные районы, континентальный шельф, исключительная экономическая зона.

В состав работ входит анализ и обобщение имеющихся (преимущественно масштаба 1:1000000 и 1:200000) материалов по геологическому строению и минерагении исследуемой территории, при необходимости выполняются минимальные объемы полевых исследований.

Конечный результат - сводные и обзорные карты геологического содержания, включая прогнозно-минерагенические, геологические атласы, геолого-геофизические и другие профили, их цифровые и электронные модели.

Основной задачей **мелкомасштабного** (1:1000000, 1:500000) картографирования является комплексное геологическое изучение суши и континентального шельфа Российской Федерации с целью создания Государственных карт геологического содержания масштаба 1:1000000 в аналоговой и цифровой формах с электронными базами данных, формирующих банк фундаментальной геологической, гидрогеологической, геофизической, геохимической, минерагенической, геолого-экономической, эколого-геологической и другой информации, обеспечивающей разработку и реализацию стратегических вопросов изучения и рационального использования недр, развитие геологической науки, знаний о геологическом строении и моделях прогнозируемых типов месторождений, гидрогеологических и инженерно-геологических условиях, нефтегазоносном и минерагеническом потенциале суши и континентального шельфа, динамике геологических процессов и явлений.

Объектами изучения являются территории отдельных номенклатурных

листов, крупные геолого-структурные блоки, минерагенические провинции и субпровинции, административные и экономические районы, глубинные части земной коры и верхней мантии, континентальный шельф. исключительная экономическая зона Российской Федерации.

Основными видами работ этого масштаба являются геологические, аэрокосмические, геофизические, геохимические, гидрогеологические, инженерно-геологические, эколого-геологические съемки суши и континентального шельфа РФ, геодинамические, прогнозно-минерагенические и другие специальные и тематические исследования. Они выполняются самостоятельно или в различном сочетании в зависимости от решаемых задач, геологического строения и минерагенического потенциала региона, степени его изученности, качества имеющейся геологической, геофизической и другой информации.

Конечным результатом мелкомасштабного геологическою картографирования территории РФ являются Государственные карты геологического содержания масштаба 1:1000000. Они создаются на основе обобщения всех ранее полученных материалов геологических, гидрогеологических, инженерно-геологических, эколого-геологических и других съемок масштаба 1:200000 и крупнее с использованием геофизических, геохимических, аэрокосмических и других данных, а также материалов по геотраверсам, глубоким и сверхглубоким скважинам и геодинамическим полигонам.

Среди Государственных карт геологического содержания масштаба 1:1000000 важнейшая роль принадлежит комплектам полистной Государственной геологической карты Российской Федерации, включающей в качестве обязательных карту дочетвертичных образований, карту четвертичных образований и карту полезных ископаемых с качественной характеристикой ресурсов.

Основной задачей **среднемасштабного** геологического картографирования является комплексное геологическое изучение суши и континентального

шельфа Российской Федерации с составлением Государственных карт геологического содержания (геологических, геолого-экономических, гидрогеологических и др.) масштаба 1:200000 в аналоговой и цифровой формах с базами данных, которые в совокупности выступают в качестве основного источника информации для определения закономерностей формирования и размещения месторождений полезных ископаемых, локального прогноза и предварительной оценки выявленных перспективных площадей и прогнозируемых месторождений минерального сырья.

Обновленные данные о геологическом строении и минерагеническом потенциале служат основой для долго-, средне- и краткосрочного прогноза эффективного развития минерально-сырьевой базы, выбора перспективных площадей и объектов для постановки поисковых работ, использования и охраны недр, а также других аспектов хозяйственной деятельности и регулирования недропользования.

Объектами изучения являются регионы Российской Федерации и, в первую очередь, горнорудные, нефтегазоносные, важнейшие экономически освоенные и экологически напряженные районы, а также шельф и исключительная экономическая зона.

В состав региональных исследований масштаба 1:200000 (1:100000) входят картографические работы, геологическая (ГС), гидрогеологическая, инженерно-геологическая съемки, прогнозно-минерагенические, геолого-экономические и эколого-геологические исследования, геологическое (ГДП), гидрогеологическое (ГТД) доизучение ранее заснятых площадей, объемное (ОГК), глубинное (ГГК) геологическое картирование и другие виды работ. Гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемки и гидрогеологическое доизучение ранее заснятых площадей могут комплексироваться с геолого-экологическими и соответствующими видами геологических съемок. Работы этого масштаба проводятся в комплексе с опережающими и сопровождающими аэрокосмическими, геофизическими, геохимическими съемками, геоморфологическими и другими специальными исследованиями, которые в

зависимости от степени изученности территории и решаемых задач могут выполняться самостоятельно или в различных сочетаниях.

При этом, полистные и групповые геологические, гидрогеологические съемки, геологические съемки шельфа и другие работы масштаба 1:200000 проводятся на площадях, ранее не изучавшихся в данном масштабе.

В районах, где такие работы проводились, однако имеющиеся карты геологического содержания не отвечают современным требованиям, проводится геологическое, прогнозно-минералогическое, гидрогеологическое и другие виды доизучения.

В районах двух- и трехъярусного строения, где объекты изучения, в первую очередь перспективные на обнаружение полезных ископаемых, залегают на значительных, но доступных для освоения глубинах, проводится объемное или глубинное геологическое картирование.

Для хорошо изученных районов, обеспеченных геологическими и другими специализированными картами масштаба 1:50000, Государственные карты геологического содержания масштаба 1:200000 составляются преимущественно камеральным путем с минимальным объемом полевых рекогносцировочных и других работ, нацеленных на решение конкретных геологических задач, в том числе задач локального прогноза месторождений полезных ископаемых.

При составлении листов Государственных карт геологического содержания используются данные ранее выполненных геологосъемочных работ всех масштабов, результаты геофизических, геохимических, гидрогеологических, инженерно-геологических и экологических работ, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, материалы дистанционного зондирования, результаты работ по геотраверсам, глубинному и опорному бурению и т.п.

Конечным результатом региональных исследований масштаба 1:200000 является создание полистных Государственных карт геологического

содержания масштаба 1:200000. В состав комплекта Госгеолкарты -200 в качестве обязательных включаются геологическая карта дочетвертичных образований, карта четвертичных отложений, карта полезных ископаемых и закономерностей их размещения; в районах двух- и трехъярусного строения - геологическая карта погребенной поверхности.

В результате ГСР - 200 выявляются и оконтуриваются прогнозные площади (минерагенические зоны, бассейны, рудные районы и узлы, угленосные площади), дается комплексная оценка или переоценка изученной территории с определением перспектив обнаружения месторождений прогнозируемых геолого-промышленных типов и оценкой прогнозных ресурсов объектов ранга бассейна, рудного района, узла, потенциального месторождения по категориям P_3 и P_2 .

Основной задачей **крупномасштабного** геологического картографирования является геологическое изучение недр в масштабе 1:50000 (1:25000) с целью прогноза и выявления локальных площадей и структур, перспективных для обнаружения месторождений полезных ископаемых, обоснования эколого-геологических и других мероприятий по охране окружающей среды.

Объектом изучения являются перспективные на выявление месторождений полезных ископаемых минерагенические зоны и рудные узлы, части продуктивных бассейнов, районы интенсивного промышленного и гражданского строительства, мелиоративных и природоохранных мероприятий, площади развития техногенных отложений, территории с напряженной экологической обстановкой.

В состав работ масштаба 1:50000 входят геологические (ГС-50, ГДП-50, ГГК-50), гидрогеологические и эколого-геологические съемки, опережающие и сопровождающие их дистанционные и наземные геофизические, геохимические, геоморфологические, прогнозно-минерагенические и другие исследования, которые могут выполняться самостоятельно в порядке специализированного изучения или доизучения ранее заснятых площадей.

При геологосъемочных работах этого масштаба производится изучение участков распространения полезных ископаемых, установление геологической природы выявленных геофизических и геохимических аномалий, выделение новых или уточнение параметров известных рудных полей и других прогнозных площадей и перспективных участков с оценкой прогнозных ресурсов.

Конечным результатом регионального геологического изучения недр масштаба 1:50000 являются комплект обязательных и специальных геологических карт, комплексная оценка перспектив изученной территории с уточнением прогнозных ресурсов категории P_3 , выделением рудных полей и угленосных площадей, -оценкой по ним прогнозных ресурсов категорий P_3 . Даются рекомендации для постановки поисковых работ, а также оценка состояния и прогноз изменений геологической среды.

С целью исследования общих геолого-геофизических закономерностей строения недр и их физического состояния, выявления глубинных причин возникновения природных процессов, условий формирования и размещения месторождений полезных ископаемых проводится глубинное изучение недр с использованием параметрических и сверхглубоких скважин и геофизических методов. Объектами изучения являются важнейшие нефтегазоносные, горнорудные, сейсмоопасные и другие районы страны, исследования которых актуальны для расширения минерально-сырьевой базы, оценки степени промышленного загрязнения, геологических опасностей (землетрясения и т.п.), а также геотраверсы, геологические и геодинамические полигоны. На основе глубинного изучения недр составляются комплекты карт и схем глубинного строения территории страны и отдельных ее регионов.

Лекция 8

Тема 5. Предполевой подготовительный период

. Подготовительные работы и проектирование должны выполняться по отдельному проекту (сметно-финансовому расчету). Продолжительность

подготовительного периода 1-1,5 года, а при необходимости создания геофизической или геохимической основы 1,5-2 года.

Подготовительный период является очень важным, поскольку от тщательности подготовки к проведению полевых работ зависит выбор наиболее рациональной методики, технических средств и снаряжения, что в конечном итоге сказывается на экономической эффективности и качестве работ.

Основанием для проектирования всех видов работ является геологическое задание. В нем указывается: административное положение района, его границы, целевое назначение работ, профилирующие полезные ископаемые, глубина изучения района в целом и отдельных его участков, геологические задачи и основные методы их решения., ожидаемые геологические и поисковые результаты, детальность изучения, перечень отчетных документов и требования к ним, сроки выполнения задания.

В процессе подготовительного периода должны быть решены следующие задачи:

- сбор, обобщение и систематизация архивных, фондовых и опубликованных геологических и минерагенических материалов по территории исследований;

- уточнение геологической, геохимической и геофизической изученности территории, составление электронных схем и каталогов геологической, геофизической и геохимической изученности, определение условий проведения работ (сложность геологического строения, проходимость);

- составление предварительного каталога полезных ископаемых, кадастра перспективных площадей и имеющихся апробированных прогнозных ресурсов на площади ГМК;

- изучение эталонных коллекций образцов и шлифов (аншлифов);

- изучение физических свойств горных пород для всех типов геологических образований, развитых на площади ГМК;

- получение цифровой дистанционной основы, сводных цифровых геофизических и геохимических основ ГМК

– проведение картосоставительских и (или) полевых работ по созданию или доработке геохимических, геофизических основ в случае их отсутствия, неполноты или неудовлетворительного их качества (раздел 2.20 настоящих Требований);

– получение цифровых и растровых копий изданных карт комплектов Госгеолкарты-1000, 200;

– создание предварительной компьютерной базы данных по материалам предшествующих работ;

– анализ нерешенных вопросов серийной легенды (СЛ-1000, СЛ-200), в первую очередь ее минерагенического блока, применительно к площади ГМК;

– разработка предварительных вариантов прогнозно-поисковых моделей для рудных объектов прогнозируемого типа (типов) или их подбор по литературным и фондовым источникам, с последующей корректировкой;

– методная и комплексная компьютерная интерпретация геологических, дистанционных, геофизических и геохимических материалов с составлением схем интерпретации;

– предварительное выделение и систематизация наиболее информативных минерагенических факторов и поисковых признаков, предварительное изучение закономерностей размещения рудных объектов прогнозируемого типа (или типов) и составление предварительной прогнозно-минерагенической карты (карт) с применением ГИС-технологий и специализированных программных продуктов, а также других предусмотренных техническим заданием предварительных карт геологического содержания;

– анализ информативности МДЗ, геофизических, геохимических материалов при картографировании минерагенических факторов и поисковых признаков

– разработка и обоснование технологической схемы картографирования минерагенических факторов и поисковых признаков – выбор информативных

геофизических, геохимических и др. методов, последовательности их применения, параметров сетей исследований, определение размещения и оптимальной плотности геологических маршрутов, с учетом информативности выбранного комплекса геофизических, геохимических методов и МДЗ, выбор участков детализации, расположения шурфов, канав и скважин с учетом предварительной прогнозно-минерагенической карты (карт).

- определение видов и объемов работ;
- составление программы полевых работ первого сезона с указанием для каждого участка задач, методов их решения, видов, объемов, сроков и исполнителей работ.

Конкретный перечень работ, выполняемых в процессе подготовительного периода, определяется организацией-исполнителем в соответствии с техническим заданием, выданным Заказчиком с учетом изученности территории ГМК, особенностей ее геологического строения и объектов прогнозирования.

Проектно-сметная документация (ПСД) разрабатывается организацией-исполнителем, выигравшей конкурс на основе проектного решения, представленного на конкурс в соответствии с Федеральным законом от 21.07.2005 № -94 ФЗ «О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд».

ПСД выполняется согласно «Инструкции по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» (1993).

Основная задача проектирования — обоснование методики, видов и объемов работ, ресурсов труда, времени и финансовых средств, необходимых для решения задач ГМК, указанных в геологическом задании.

В методической части ПСД должны быть приведены общие сведения об объекте ГМК, характеристика его изученности, условия производства работ; необходимо кратко описать геологическое строение и привести перечень основных формационных и геолого-промышленных типов полезных

ископаемых района, а также сведения об утвержденных запасах и апробированных прогнозных ресурсах; должна быть охарактеризована методика работ, включая технологическую схему изучения минерагенических факторов и поисковых признаков и приведено обоснование ее оптимальности. Также должен быть приведен сводный перечень видов проектируемых работ с указанием объемов по каждому из них, а также таблица соответствия геологических задач, методов их решения и видов работ.

В производственной части должны быть охарактеризованы организационные условия производства работ, расчет затрат труда и расходования материалов на все виды проектируемых работ, объемы которых приведены в методической части.

В смете должна быть приведена сводная таблица сметной стоимости работ с выделением объемов и стоимости работ на текущий год, а также расчеты по каждому виду работ и затрат, приведенных в сводной таблице.

В конце подготовительного периода комиссия принимает работы и определяет готовность партии к полевому сезону. Инженерно-технические работники сдают экзамен по технике безопасности, а с рабочими проводят все виды обучения и инструктажа, предусмотренные для геологосъемочных работ.

Выезд партии к месту работ оформляется приказом по экспедиции или предприятию. Подготовительный этап заканчивается доставкой оборудования, снаряжения имущества и персонала к месту работ. В это же время могут быть начаты организация полевых работ, строительство и оборудование полевой и вспомогательных баз партии, расчистка и сооружение взлетно-посадочной полосы и т..д.

Тема 6. Полевой период

Лекция 9

В начале полевых работ важным является установление правильного распределения всех обязанностей среди коллектива партии, режима работы и отдыха (начало и окончание маршрутов, время камеральных работ, свободные

часы сотрудников для личных дел, начало сна и подъем после него, время завтрака, обеда и ужина, вопрос о выходных днях и др.), что может предупредить ряд нежелательных инцидентов, в специфических условиях быта полевых партий недопустимых.

Важным, затем, в организационном отношении является конкретное ознакомление с местными условиями в целях установления признаков, определяющих правильный выбор мест разбивки палаточного лагеря партии (питьевая вода, подножный корм для лошадей при их наличии, удобства начала рабочих маршрутов и возвращения из них и др.), характер проведения маршрутов с точки зрения транспортных средств с возможностью подброски сотрудников до какого-то пункта в начале и подхвата у другого в конце и т. п.

Всегда следует иметь в виду целесообразность вступления в самом начале работ в контакты с местными органами управления, что позволяет иногда разрешить вопросы, имеющие значение для первого же рабочего маршрута (местные сведения о проявлениях полезных ископаемых, состояние путей сообщения в данное время, некоторые местные особенности, которые полезно знать уже при первом маршруте, вопросы рабочей силы, конного транспорта, продовольственного снабжения и пр.).

В начале полевого периода обычно организуются ознакомительные обзорные маршруты по району съемки (в зависимости от обнаженности, проходимости и транспортных условий), во время которых по возможности знакомятся со стратиграфическим разрезом района, интрузивными проявлениями и другими данными. С этой же целью могут быть проведены аэровизуальные наблюдения с самолета или с вертолета.

В дальнейшем осуществляются рабочие маршруты, которые должны отвечать ранее изложенным основным принципам геологического картирования и имеют своей задачей наблюдение и сбор всех тех данных, о которых упоминалось на протяжении всех предыдущих глав настоящего пособия, с использованием имеющихся в достаточном изобилии

инструктивных указаний и, что очень важно, с соблюдением правил техники безопасности.

При этом следует иметь в виду основное положение, заключающееся в том, что хорошо картировать может только тот исследователь, который умеет свободно читать уже составленные геологические карты, бегло ориентироваться в структурных соотношениях, выраженных на этих картах. Такой исследователь легче сможет разобраться в геологических структурах, основных их элементах, выраженных в природе, что позволит ему устанавливать их во время геологических маршрутов на местности, где он сталкивается со структурами в несравненно более трудных для восприятия условиях, чем при чтении их на геологических картах.

Отсюда основной вывод: готовящий себя для полевой работы должен с максимальным вниманием осваивать структурные элементы и искусство чтения геологических карт, что ставилось основной задачей при изложении материала предшествующих разделов.

Порядок геологических наблюдений в маршруте. Геологическая документация обнажений, траншей, керна буровых скважин. Ведение полевого дневника. Сбор и обработка образцов горных пород и пробурение Каталог образцов.

При геологическом картировании большое значение имеет правильно осуществляемая техника полевой работы: ведение полевой записной книжки — полевого дневника, ведение полевой геологической карты, сбор каменного материала, этикетаж его и др.

Полевой дневник (записная книжка) должен вестись так, чтобы в нем легко могли бы разобраться и другие лица. На титульном листе дневника указывается название организации, производящей съемку, фамилия съемщика, адрес, по которому мог бы быть выслан дневник при его утере. Указываются также порядковый номер книжки, полная дата начала и конца записей, начальный и конечный номера описанных обнажений и взятых образцов.

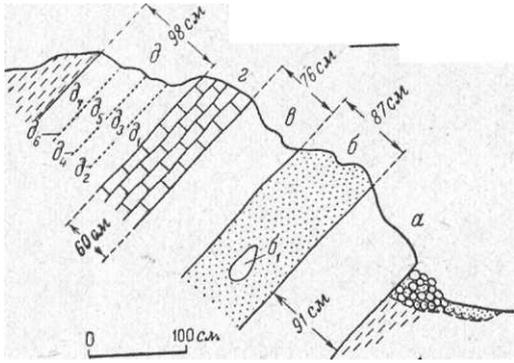


Рис. 1. Образец зарисовки обнажения в дневнике (по Вассоевичу)

Записи ведутся только на правой стороне книжки, на левой стороне делаются зарисовки (рис. 1), пометки о взятых образцах и др. Порядок ведения записи в дневнике на правой стороне может быть различным (инструкциями точно не определен). В частности может быть

рекомендован такой. В верхнем правом углу правой страницы книжки пишется дата маршрута (день недели - это весьма бывает полезным, число, месяц).

Несколько ниже приводится порядковый номер (1, 2 и т. д.) и название маршрута, связанное с местом прохождения его,

имеющим определенное географическое название на топографической карте (По левому берегу такой-то реки, по такому-то водоразделу и т. п.). Затем идут записи отдельных обнажений, номера которых выносятся на левый край страницы впереди текста записей для удобства их нахождения в дальнейшем. Во время записи обнажения сначала приводится описание местоположения обнажения, дальше отмечается характер и размеры его, дается характеристика пород, выступающих в обнажении, описываются их соотношения, размеры, мощности, элементы залегания и др. При этом желательны зарисовки, позволяющие не только яснее представить описываемое, но и сократить запись, фотографии, дающие объективную картину наблюдаемого.

Нет возможности и необходимости перечислять, что и как должно быть зафиксировано на обнажении — факты, которые могут наблюдаться, и вопросы, которые могут возникнуть на обнажении, слишком многочисленны. Все постигается постепенно с опытом работы. И первый такой опыт вырабатывается за время учебных геологических практик студента.

При описании пород, для каждого их типа, после приведения в записи их определения, в скобках ставится строчная буква алфавита, которая проставляется и на зарисовке, если таковая имеется. Если внутри пород данного

типа имеются какие-либо включения, прослойки и т. п., они обозначаются той же буквой с арабской цифрой при ней (b_1 , d_1 и др., см. рис. 1). Если берется образец породы, то на правом краю левой страницы, против строчки с буквой на правой, ставится кружочек; если к образцу взят осколок для изготовления шлифа — в кружочке ставится крестик; если взяты два осколка для шлифов — второй крестик ставится рядом с кружком. Такими же кружками обозначается взятие образца породы с фауной. Если берется несколько кусков породы с фауной или с какими-либо другими особенностями (состава, окраски, слойчатости, включений и т. п.) — в кружке проставляется цифра, обозначающая количество взятых кусков породы. Все условные обозначения, применяемые при записи в дневнике, должны быть разъяснены в начале дневника. Следует вести общую нумерацию для записей точек наблюдения (обнажений), для образцов, взятых с обнажения, с добавлением буквенных и дальше цифровых обозначений, для шлифов, изготавливаемых по этим образцам (обн. 235, образец 2356, шлиф 2356), иначе возможна путаница.

Следует подчеркнуть, что зарисовки и фотографии интересных обнажений или отдельных их участков (деталей) представляют собой ценные, а иногда просто незаменимые дополнения к описаниям. Как зарисовки, так и фотографии должны быть ориентированы указанием стрелки азимута плоскости изображения, или, в кружке, азимута-перпендикуляра к этой плоскости (направления оптической оси фотоаппарата). На зарисовках приводятся различные размеры, начиная с размеров, хотя бы приблизительных, обнажения по горизонтали и вертикали (или масштаб изображения); на фотографиях необходимы указатели размеров (молоток, компас и т. п.).

Для некоторых фотографий необходимы параллельно схематические зарисовки, поясняющие соотношения на фотографиях, не всегда легко устанавливаемые рассмотрением их. Рекомендуется выделить в конце дневника несколько страниц для фотодневника, где в последовательном порядке следует записывать каждый снимок с указанием номера обнажения, содержания снимка и направления оптической оси фотоаппарата.

По возвращении из маршрута записи и зарисовки пересматриваются и, возможно, уточняются; взятые образцы и шлифы могут быть сокращены исключением дублетных, повторяющихся в ряде обнажений; может быть увеличено количество шлифов, в маршруте не предусмотренных, путем отбивки необходимых осколков от взятых образцов (что вообще является нежелательным, так как приводит к порче взятого образца, но иногда оказывается необходимым).

В дневник соответственно вносятся необходимые изменения в записи.

Записи и зарисовки в дневнике ведутся графитовым карандашом средней твердости (не размазывающимся).

Ведение полевой геологической карты является второй важной задачей в технике полевой работы.

Полевая карта представляет собой планшет топографической карты, как указывалось, обычно вдвое более крупного масштаба, чем масштаб планируемой съемки, разрезанный на шесть частей и наклеенный на плотную тонкую материю (бязь, холст) с промежутками так, чтобы он легко складывался.

На полевую карту наносятся непосредственно в маршруте все результаты геологических наблюдений: точки наблюдения, границы различных геологических образований, элементы залегания и др. Исключительное значение для всех этих операций по ведению полевой карты имеют аэрофотоснимки. В случае необходимости для ориентировки наносимых точек наблюдения (обнажений) прибегают к помощи засечек, барометрической нивелировки, а при крупномасштабных съемках и к инструментальному нанесению, которое в этих случаях часто применяется и для нанесения границ.

Особые трудности в этой работе возникают в таежных условиях, когда может появиться необходимость вести во время маршрута схематическую глазомерную съемку для более точной привязки точек наблюдения и наносимых границ, или прокладывать маршрут по азимутам с помощью горного компаса с возможным распределением получившейся невязки по

периметру азимутального хода. Линии маршрутов следует наносить со всеми теми отклонениями, ответвлениями и петлями, которые фактически могли иметь место. Они отмечают те места, которые пересекались исследователем, где он был непосредственно.

Полевая геологическая карта составляется, таким образом, в маршруте, с непрерывным наращиванием заснятой площади в процессе геологического картирования.

По возвращении из маршрута все нанесенные на карту в течение дня знаки должны быть обведены несмываемой тушью, а также перенесены на чистовой неразрезанный экземпляр карты, хранящийся в лагере.

Чистовой экземпляр карты является общим, сводным для всех сотрудников партии, ведущих работу с использованием отдельных индивидуальных полевых карт. Обработка и увязка всех данных на индивидуальных картах, с нанесением их на общую, повседневно осуществляется под руководством начальника партии.

Раскраска чистовой карты производится последовательно, по мере выяснения строения отдельных частей района. К концу полевой работы карта должна быть раскрашена полностью. Все принятые обозначения цветов и другие условные знаки должны быть отмечены на карте или на ее обороте.

Большое значение имеет сбор коллекций образцов во время съемки. Образцы должны хорошо документировать встреченные при съемке объекты. В то же время следует освобождаться от излишних дублетных образцов, собираемых из одних и тех же горизонтов и массивов в разных местах района съемки. При наличии нескольких человек, совершающих маршруты, каждый фактически собирает параллельную коллекцию. Рациональный отбор действительно нужных образцов представляет нелегкую задачу, которую приходится решать каждый вечер при полевой камеральной обработке собранных материалов, после возвращения из маршрутов, под руководством начальника партии.

Основные образцы — для документационной коллекции — берутся размером 7 X 10, 9 X 12 см при толщине 2—3 см. Остальные, ликвидируемые после камеральных работ, могут быть меньших размеров. Размеры образцов, иллюстрирующих отдельные геологические явления (складчатость, выветривание, волноприбойные знаки, слоистость и т. п.), не ограничиваются.

Образцы и осколки для шлифов к ним следует оббивать на обнажениях, где они берутся, памятуя, что это не сразу удастся сделать. Для основной коллекции, перед выездом в поле, целесообразно узнать в музее номер, под которым она будет храниться, и проставлять его на этикетках.

Образцы пород отбираются таким образом, чтобы они наиболее полно характеризовали типичные свойства пород и чтобы в коллекции были представлены все разновидности пород района. Особенно тщательно собираются образцы, характеризующие полезные ископаемые и геологические контакты (тектонические, интрузивные и т. п.).

Сбор палеонтологического материала (остатки фауны и флоры, образцы на микрофауну, споры и пыльцу) должен производиться послойно и точно привязываться к послойному описанию обнажений. Количество собираемых окаменелостей не ограничивается.

Все отобранные образцы снабжаются этикетками и заносятся в журнал образцов, в котором должны быть указаны дата, номера точек наблюдения с указанием их местоположения, название породы, возраст (название свиты, массива и т. п.), отметка о необходимости изготовления шлифа, направления на анализы и пр.

Для обеспечения камеральных работ своевременно подготовленным материалом необходимо материал для изготовления петрографических шлифов, палеонтологический материал, шлихи, различные пробы и другие образцы, нуждающиеся в аналитическом изучении, присылать с поля в соответствующие лаборатории по мере их накопления, не затягивая этого до конца полевого сезона.

Лекция 10

Особо следует охарактеризовать полевую работу с материалами аэрофотосъемки, полевое дешифрирование аэроснимков, а также полевые аэровизуальные наблюдения.

В поле на всем протяжении маршрута, одновременно с описанием обнажений и другими геологическими наблюдениями, производится дешифрирование аэроснимков с проверкой всех элементов дешифрирования на местности. Во время полевой камеральной работы, при составлении полевой геологической карты, на основании выявленных дешифрирующих признаков производится дешифрирование участков, расположенных между пройденными маршрутами.

При правильной организации работ, т. е. когда имеются материалы предварительного камерального дешифрирования, маршруты располагаются таким образом, чтобы в первую очередь пересечь все выделенные на предварительной геологической карте характерные и опорные участки, на которых параллельно с непосредственными геологическими наблюдениями устанавливаются признаки для дешифрирования тех или иных явлений и объектов. Все эти данные записываются в определенном порядке в полевых дневниках и дополняются в течение всего полевого периода.

При систематическом сборе перечисленных выше сведений уже вскоре после начала полевых работ выявляется ряд более устойчивых признаков, пользуясь которыми можно с той или иной степенью точности, зависящей главным образом от дешифрируемости района, производить дешифрирование площадей, расположенных между пройденными маршрутами. Степень устойчивости выделенных признаков должна проверяться в течение всего полевого сезона в маршрутах при изучении тех же явлений или объектов. В случае если предварительного камерального дешифрирования не производилось, оно должно быть проведено ускоренным темпом непосредственно в полевых условиях, после чего остальная работа проводится вышеописанным способом.

В полевых маршрутах, помимо данных дешифрирования, на аэроснимки с максимальной тщательностью накалываются все точки наблюдения и на оборотной стороне надписываются их номера, элементы залегания, барометрические отметки и др. Протягивание пластов и геологических границ на аэроснимках (отпечатанных на матовой бумаге) производится в поле тонко отточенными простыми и цветными карандашами.

Как на рабочие, так и на чистовые экземпляры фотосхем должны быть нанесены и закреплены тушью все опорные данные, необходимые для геологической карты, и в первую очередь номера обнажений, элементы залегания, точки нахождения флоры и фауны, места наземных фотоснимков, линии аэровизуальных маршрутов, точки, с которых сняты перспективные аэроснимки, высотные отметки, астропункты и геодезические знаки и другие необходимые данные.

При полевой камеральной обработке материалов вся площадь, как вдоль пройденных маршрутов, так и в стороны от них (до границы, изученной соседними маршрутами) просматривается под стереоскопом.

Аэровизуальные наблюдения, производимые непосредственно с самолета или вертолета, имеют своей целью ускорить и дополнить исследования, выполняемые при наземных геологических работах.

Использование аэровизуальных наблюдений с самолета в общем комплексе геологических работ до последнего времени было весьма незначительным. Положение значительно образом меняется в настоящее время, когда для обслуживания геологов на смену самолету появился вертолет, открывающий очень большие возможности не только в отношении использования его как хорошего средства для собственно аэровизуальных наблюдений, но и вообще как средства производства комплексных геологических исследований одновременно с воздуха и на земле.

Особенно ценной является возможность использования вертолета в труднопроходимых районах, когда наряду с производством на протяжении дневного маршрута многочисленных посадок для непосредственного изучения

на поверхности всех интересующих обнажений и других геологических объектов проводится изучение с воздуха всех промежуточных участков. Первые опыты использования вертолета нашими и зарубежными геологами показывают, что вертолет позволяет аэровизуальные и наземные геологические исследования объединить в единый производственный процесс, резко повышающий общее качество геологических исследований и до минимума сокращающий непроизводительную затрату времени и физических сил на передвижение геолога между отдельными обнажениями. Все это в целом сильно сказывается на общей производительности работ.

Таким образом, внедрение вертолета в практику геологических исследований приводит к принципиально новой и несравненно более совершенной организации геологосъемочных и поисковых работ. При этом имеется в виду одновременно с визуальным изучением тех или иных объектов выявление их с помощью различных геофизических приборов, путем применения последних как с воздуха, так и при посадках на землю.

Очень большие перспективы открывает применение вертолета для аэрофотосъемки. С помощью вертолета можно производить плановое и перспективное воздушное фотографирование небольших участков на черно-белую и цветную или спектрзональную пленку с различной высоты, в разных масштабах, в разнообразных условиях освещения и в различное время года. Полученные при этом аэроснимки позволят производить геологическое дешифрирование таких геологических особенностей территории, которые на имеющихся сейчас аэроснимках совершенно не проявляются.

Независимо от того, применяется, ли при аэровизуальных наблюдениях самолет или вертолет, вся полевая работа с ними выполняется в определенной последовательности: в начале полевых работ производятся обзорные полеты, затем выполняется основной объем более детальных систематических полетов и в конце полевых работ — контрольные и поверочные полеты.

По результатам всех проведенных в поле работ составляется отчет. Отчет, как отмечалось ранее, рекомендуется составлять максимально полным, с

использованием всех данных. На основе этого отчета составляется краткий, так называемый полевой отчет объемом в 10-15 машинописных страниц.

Тема 7. Камеральный период

Лекция 11

Камеральная обработка материалов предусматривает дополнительное изучение и интерпретацию имеющейся и вновь полученной информации по геологическому строению и закономерностям размещения полезных ископаемых, анализ и комплексную интерпретацию (переинтерпретацию) геологических, геоморфологических, геофизических, геохимических и дистанционных материалов, историко-геологические исследования; изучение процессов тектоно-и рудогенеза, установление минерагенических факторов и критериев прогнозной оценки развитых и прогнозируемых в районе типов полезных ископаемых; определение прогнозных ресурсов категорий P_3 и P_2 .

Камеральная обработка материалов подразделяется на промежуточную (между полевыми сезонами) и окончательную (после завершения полевых работ на территории).

Промежуточная камеральная обработка включает:

- обработку материалов предшествующего полевого сезона;
- обработку материалов аэро- и космических съемок, дешифрирование фотоизображений;
- освоение сторонних материалов;
- переинтерпретацию геофизических материалов;
- обработку материалов ранее проведенных литохимических поисков;
- компьютерную обработку с использованием ГИС-технологий и специализированных программных продуктов комплекса геологических, аэрокосмических, геологических, геофизических, геохимических и других данных с целью уточнения закономерностей размещения полезных ископаемых, корректировки прогнозно-поисковых моделей, уточнения границ

и перспективности выделенных ранее потенциальных рудных районов, зон, узлов, полей, выделения новых;

- составление промежуточных макетов основных и дополнительных карт и схем комплекта, предусмотренных техническим заданием, подготовку материалов к разделам отчета;

- пополнение электронной базы данных, (включая ввод описательных геологических данных – полевых дневников, журналов документации горных выработок, скважин, описания опорных обнажений и др.), базы данных результатов аналитических работ, базы производных данных;

- уточнение задач и составление программы работ следующего полевого сезона.

Содержание камеральной обработки полевых материалов определяется видами полевых работ.

Полевая диагностика горных пород и руд уточняется путем изучения шлифов под микроскопом и на основании химических и других анализов;

На основании анализа элементов внутреннего строения геологических тел, конкретизируются свойства минерагенических факторов, определяемых разрывными и пластическими деформациями, проявлениями магматизма, вулканизма, метаморфизма и сочетанием различных процессов;

Уточняются характеристики и распространенность форм рельефа, имеющих минерагеническое значение;

При обработке материалов сопутствующих геофизических работ определяются физические свойства горных пород, устанавливается связь физических полей с составом пород, формой и глубиной залегания слагаемых ими тел, с разрывными и складчатыми структурами, оценивается надежность решения задач методами геофизики;

По результатам литохимического опробования устанавливаются параметры распределения содержаний элементов в породах, имеющих рудоконтролирующее значение, строятся геохимические графики и планы, отбраковываются безрудные аномалии, анализируется соответствие

геохимических аномалий прогнозируемой рудной формации, вычисляется продуктивность первичных ореолов и гипергенных аномалий, оценивается уровень эрозионного среза, определяются прогнозные ресурсы;

В прогнозно-минерагеническую и другие обязательные и дополнительные карты вносятся дополнения и уточнения.

Результаты проведенного в процессе подготовительного периода дешифрирования МДЗ уточняются с учетом полевых геологических и геоморфологических наблюдений, результатов обработки геофизических и геохимических материалов, лабораторного изучения горных пород. Обработке подвергаются вновь поступившие материалы, а также более детальные материалы космической съемки на ключевые участки региона.

Освоение новых сторонних материалов включает, изучение опубликованных карт и объяснительных записок к ним, отчетов по работам, законченным в ходе ГМК, а также материалов предшествовавших работ, не полностью использованных в подготовительный период; извлечение из этих материалов сведений минерагенического характера; систематизацию фактических данных, составление таблиц, пополнение регистрационных карт и картотеки прямых признаков прогнозируемых полезных ископаемых, перечней минерагенических факторов и поисковых признаков; изучение литературы по исследуемым проблемам и пополнение картотеки библиографии (предметного каталога).

Переинтерпретация геофизических и геохимических материалов проводится в сочетании с дешифрированием МДЗ на основании данных полевых геологических, поисковых и сопутствующих геофизических работ с целью выявления и уточнения минерагенических факторов и поисковых признаков, построения модельных разрезов, характеризующих поведение аномалиеобразующих объектов на глубине.

Обработка материалов ранее проведенных литохимических поисков производится с учетом результатов обработки собственных геохимических материалов.

В промежуточные камеральные периоды в предварительном или окончательном виде подготавливаются текстовые и графические материалы к разделам отчета с целью выявления недостающих данных. Также заранее подбираются, графически оформляются и аннотируются дешифрованные оригинальные снимки местности и преобразованные изображения, которые могут быть помещены в будущем отчете как иллюстрации содержания и объективности информации, использованной для построения минерагенической карты.

В конце каждого промежуточного камерального периода на НТС организации-исполнителя представляются результаты камеральной обработки материалов и производится приемка завершенных работ всего очередного цикла в соответствии с пп. 6.2-6.11 и планом завершения работ.

Окончательная камеральная обработка материалов следует сразу за последним сезоном полевых работ. Ее основным содержанием является:

- завершающая комплексная интерпретация всех геологических, геофизических, геохимических материалов и МДЗ; выделение и оконтуривание перспективных площадей – рудных районов, узлов, полей, оценка их прогнозных ресурсов категорий P_3 и P_2 ;

- составление и оцифровка окончательного варианта всех обязательных и дополнительных карт, схем зарамочного оформления, разрезов и других картографических материалов, предусмотренных техническим заданием; составление и оформление легенд; завершение составления электронных баз данных и табличных приложений;

- составление отчета.

Издание карт. Материалы Госгеолкарты (комплект карт в графическом исполнении и оцифрованных, на дискете, и объяснительная записка), подписанные составителями и редактором (редакторами), проверяются главным геологом организации-исполнителя работ, который дает в письменной форме заключение о качестве содержания карт и записки, их оформления, соответствия всех материалов серийной легенде, требованиям настоящей

инструкции и возможности их рассмотрения на редколлегии организации-заказчика работ.

Поступившие в редколлегию НТС организации-заказчика работ материалы передаются рецензенту.

Рецензия должна содержать: перечень всех представленных материалов;
- заключение об увязанности текста объяснительной записки с содержанием карт;

- краткий критический разбор и оценку содержания всех разделов объяснительной записки и представленных карт.

В рецензии также должна быть дана оценка:

- качества использованного фактического материала;

- степени обоснованности карт комплекта фактическим материалом, точности нанесения геологических границ и других объектов, а также основных выводов и заключений о геологическом строении и полезных ископаемых;

- степени соответствия представлений авторов о геологическом строении и полезных ископаемых района современному состоянию геологических знаний;

- соответствия материалов легенде серии и, в случае необходимости, внесения в легенду серии (по материалам листа) изменений или дополнений - степени обоснованности этих изменений (дополнений).

В итоговой части рецензии должны быть приведены оценка материалов Госгеолкарты в целом и рекомендации к их изданию.

При необходимости внесения исправлений по замечаниям рецензента это производится составителем (составителями) до рассмотрения материалов Госгеолкарты на редколлегии НТС организации-заказчика.

Материалы Госгеолкарты вместе с заключением главного геолога и рецензией рассматриваются редколлегией (НТС) организации-заказчика работ; результаты этого рассмотрения фиксируются протоколом. При наличии замечаний членов редколлегии составитель (составители) вносит соответствующие исправления, что удостоверяется справкой за подписью председателя редколлегии НТС. Рассмотренные и одобренные редколлегией

НТС карты и объяснительная записка в готовом для издания виде с протоколом редколлегии, рецензией и справкой о внесении всех необходимых исправлений направляется в НРС Роскомнедра в одном (первом) экземпляре.

Поступившие в НРС материалы передаются на отзыв эксперту (экспертам) НРС.

Карты и объяснительная записка рассматриваются и утверждаются на заседании НРС при наличии отзыва эксперта (экспертов) НРС. На заседании НРС заслушивается краткий доклад составителя и письменный отзыв эксперта (экспертов) НРС. Если в результате рассмотрения материалов Госгеолкарты НРС считает необходимым внести лишь незначительные поправки, то исправления производятся составителями сразу после утверждения материалов Госгеолкарты. При этом должны быть внесены исправления и в штриховые оригиналы спецнагрузки. Если поправки существенны, требуют дополнительного использования первичных материалов или других серьезных изменений, влекущих за собой основательную переделку карт и объяснительной записки, материалы вместе с официальным заключением НРС возвращаются организации-заказчику на доработку. Перед вторичным направлением материалов Госгеолкарты в НРС они должны быть снова рассмотрены редколлегией НТС организации-заказчика работ.

Готовые для издания листы карты и объяснительная записка, подписанные составителями и редактором (редакторами), передаются вместе с дискетой с оцифрованными картами и выпиской из протокола заседания НРС на картфабрику.

Для оценки палеогеодинамической обстановки, изучения глубинного строения территории, величины эрозионного среза, гидрогеологических условий выполняются специализированные исследования моделируемых минерагенических факторов.

По содержанию минерагенические факторы разделяются на факторы 1-го и 2-го рода (и в некоторых случаях - 3-го рода); по размерности - на региональные и локальные.

К **факторам 1-ого рода** относятся реально наблюдаемые, доступные для непосредственного визуального и аппаратного исследования геологические тела, тектонические структуры, поля измененных пород (гидротермально-метасоматических, зон гипергенеза и др.), площади размещения минерагенически специализированных подразделений (оловоносных, угленосных, бокситоносных и др.), региональные экранирующие и рудоконцентрирующие поверхности, потенциально продуктивные пачки и толщи пород и т.п.;

Факторы 2-ого рода (модельные – реконструированные, рассчитанные и теоретически выведенные) - благоприятные для возникновения полезных ископаемых и их месторождений палеогеографические, палеотектонические и другие обстановки, элементы глубинного строения, потенциально продуктивные аномалии физических полей, ареалы благоприятного совмещения на площади факторов первого рода и т.п.

Факторы 3-его рода (отрицательные) - геологические тела и структуры, области распространения палеогеографических, палеотектонических и других обстановок, неблагоприятные для возникновения полезных ископаемых и месторождений и/или их сохранения (области глубокого размыва, высокого метаморфизма и т.п.).

Региональные факторы определяют возникновение и размещение таксонов уровня рудного узла и более высоких; локальные – контролируют размещение месторождений и рудных полей внутри рудного или продуктивного узла и их эквивалентов. Для установления роли в рудообразовании рекомендуется определять формационную принадлежность геологических подразделений слагающие региональные и локальные благоприятные факторы, т.е. сопоставлять их (соотнести) с рудогенерирующими и благоприятными рудовмещающими (рудолокализирующими) формациями. Рудоконтролирующие формации (РКФ) разделяются на: 1) *рудовмещающие* (Р, ВФ), являющиеся благоприятной средой для рудоотложения (литологический, геохимический барьер и т.п.); 2) *рудоносные материнские* (РМФ), служащие основным

источником рудного вещества в рудном процессе; 3) *рудоносные продуктивные (РПФ)*, содержащие в качестве составной части сингенетические (осадочные, магматические и др.) полезные ископаемые; 4) *рудогенерирующие (рудообразующие) – (РГФ)* – играющие роль источника энергии и отчасти рудотранспортирующих агентов в процессе рудообразования. Необходимы ссылки на источник, из которого заимствованы классификации геологических формаций.

Основными объектами картографирования на КЗПИ являются указанные минерагенические факторы (прогнозно-поисковые предпосылки) - геологические объекты и явления (геологические подразделения и соответствующие им формации, тела и структуры, горные породы, их возраст, физико-географические, геодинамические, термодинамические обстановки), определяющие возникновение, формирование и локализацию месторождений полезных ископаемых, объекты полезных ископаемых и их прямые и косвенные поисковых признаки, подразделения минерагенического районирования. Для факторов, представленных возрастными стратиграфическими и нестратиграфическими подразделениями, в обязательном порядке определяется формационная принадлежность и минерагеническая специализация. Эти признаки, наряду с другими факторами являются основными критериями для установления продуктивных на полезные ископаемые подразделений, прогнозирования новых рудных объектов и объектов минерагенического районирования разных рангов и оценки их прогнозных ресурсов, а также для оконтуривания объектов минерагенического районирования.

С целью разработки или корректировки прогнозно-поисковых моделей рудных объектов прогнозируемых типов производится компьютерная обработка комплекса геологических, геофизических, геохимических данных, МДЗ – исследуются статистические связи между различными геологическими образованиями, характеристиками территории и размещением месторождений прогнозируемых типов, выявляются, ранжируются и разбраковываются по

достоверности критерии прогнозной оценки территории и косвенные поисковые признаки.

Тема 8. Специальные виды ГСР

Лекция 12

Типовые обстановки проведения ГСР: области развития осадочных, вулканогенных, интрузивных и метаморфических пород, платформенные и горноскладчатые области, разломные структуры, зоны дислокационного метаморфизма и смятия, коры выветривания и четвертичных отложений.

На геологической карте показываются площадные, линейные и точечные (знаковые) обозначения геологических объектов и элементы, отражающие **стратиграфические и нестратиграфические** подразделения, их состав, возраст, структуры и взаимоотношения, а также знаки разного содержания, дополняющие и уточняющие содержание геологических подразделений и геологической карты в целом.

Площадные объекты стратифицированные:

- поля распространения дочетвертичных осадочных, вулканогенно-осадочных, вулканогенных, коптогенных аллохтонных и сохранивших первичную стратификацию регионально-метаморфизованных пород, расчлененных на местные и вспомогательные стратиграфические подразделения - свиты, подсвиты, органогенные массивы, по возможности пачки, слои с указанием их принадлежности к общим и региональным (если они выделены) стратиграфическим подразделениям. Возраст подразделений, как правило, должен быть определен до яруса и отдела. В исключительных случаях, при невозможности установления перечисленных таксонов, допускается расчленение отложений на серии, региональные подразделения, а для докембрийских образований - на комплексы.

Местные стратиграфические подразделения должны быть строго соотнесены с унифицированными, а при их отсутствии - с утвержденными межведомственным стратиграфическим комитетом (МСК) рабочими

стратиграфическими схемами. Все вновь выделяемые местные стратиграфические подразделения должны полностью отвечать требованиям Стратиграфического кодекса (1992).

При невозможности выделения местных стратиграфических подразделений в качестве исключения могут использоваться вспомогательные специальные литостратиграфические подразделения - толщи, подтолщи.

Мощности наименьших по рангу выделяемых подразделений для геологической съемки масштаба 1:200000 не должны, как правило, превышать 1,5 км для дислоцированных отложений и 150-200 м для горизонтально и полого-залегających. В пределах перечисленных подразделений показываются пласты и маркирующие горизонты, прослеженные на местности и на аэрофотоматериалах.

В составе осадочных подразделений выделяются выражающиеся в масштабе карты тела, сложенные олистостромами, а в пределах последних - отдельные олистолиты, олистоплаки и блоки. Не выражающиеся в масштабе карты олистостромы обозначаются специальными условными знаками.

Особенности картирования стратифицированных образований.

Основным методом определения относительного возраста пород является **палеонтологический метод**. Его применение базируется на дивергентном поступательном развитии органического мира и принципе необратимости эволюции, установленных Дарвином (1859).

Стратиграфическое расчленение осадочных пород начинается со всестороннего изучения естественных обнажений и кернов скважин, вскрывающих эти отложения в закрытых районах. Изучается литологический состав отдельных слоев, их взаимоотношения друг с другом, причем принимается, что при ненарушенном залегании подстилающий слой является более древним, а покрывающий более молодым (принцип Стенона). Если между слоями нет следов перерыва, то их формирование шло последовательно и непрерывно; если же между ними наблюдается так называемое стратиграфическое несогласие, то предполагается наличие

перерыва в осадконакоплении, а также возможность размыва нижележащих слоев. В таких случаях важно установить размеры перерыва. О следах перерыва свидетельствует неровная, эродированная поверхность нижнего слоя, наличие в подошве вышележащего слоя грубообломочного материала — гравия, гальки, желваков фосфоритов, остатков переотложенных скелетов различных организмов. В кровле нижнего слоя наблюдаются следы зарывающихся и сверлящих организмов: норы ракообразных, сверлящих и зарывающихся Двустворок, заполненные осадком вышележащего слоя. Если между слоями наблюдается угловое несогласие, то это объясняется тем, что подстилающие породы до образования вышележащих подвергались воздействию тектонических движений, в результате которых их первоначальное горизонтальное залегание было изменено. Из каждого слоя или группы слоев изучается систематический состав ориктоценозов. Для этого извлекаются органические остатки — фоссилии, которые после технической обработки определяются. При извлечении из слоев ископаемых отмечаются особенности их захоронения, распределение в слое, количественные взаимоотношения между отдельными видами, проводятся палеоэкологические наблюдения, выясняется их прижизненное положение, принадлежность к различным экологическим группам. Для выяснения наличия спор, пыльцы и микро-фоссилии отбираются образцы для дальнейшей технической обработки. Предварительный анализ фоссилии в полевых условиях позволяет отличать отложения, образованные в морских или континентальных условиях, в лагунах или пресноводных бассейнах. Однако для «немых» толщ, не заключающих органических остатков, решить этот вопрос иногда бывает очень трудно.

На основании изучения естественных обнажений и прослеживания по простиранию слоев или пачек слоев составляется сводный стратиграфический разрез изучаемого региона. Для обоснования возраста слоев, выделенных в разрезе, определяются органические остатки: выясняются их систематическая принадлежность, их ареалы и время существования. Если

сохранность материала не позволяет определить органические остатки до вида, то тогда, в зависимости от сохранности материала и опытности палеонтолога, определение дается до рода, до семейства и т. д. (в открытой номенклатуре). В тех случаях, когда встречены совершенно новые формы, они описываются как новые виды, роды. Крайне важным для установления возраста пород, из которых извлечены органические остатки, является их анализ с точки зрения биостратиграфического значения каждой из изученных форм. Отдельно анализируются остатки растений (отпечатки листьев, остатки плодов, семян, споры и пыльца), позвоночных и беспозвоночных. Среди морских форм выделяют организмы бентоса, nekтона и планктона, выявляют формы, широко распространенные (космополиты), и формы, развитые только в данном регионе (эндемичные); формы, жившие на месте находок (автохтонные — кораллы, губки и другие прикрепленные формы) или попавшие в ориктоценоз из других биоценозов (аллохтонные).

На основании определения состава организмов, живших в изучаемый отрезок времени, и выяснения их стратиграфического значения¹ выделяются отдельные стратиграфические единицы, или стратоны, и обосновывается их возраст. Дробность стратиграфических подразделений зависит от масштаба геологосъемочных работ и масштаба карт, которые необходимо составить, от задач, стоящих перед тематическими исследованиями, а также от обилия и сохранности палеонтологического материала.

Прежде чем остановиться на значении некоторых групп беспозвоночных для целей стратиграфии, следует напомнить, что палеонтологический метод впервые применил У. Смит при составлении шкалы стратиграфических образований Англии (1799) и при составлении им первой геологической карты Англии, Уэльса и юга Шотландии (1815).. Эту возможность использования ископаемых органических остатков для выделения отдельных формаций вслед за Смитом применили Броньяр и Кювье при изучении разрезов Парижского бассейна.

Важное значение для разработки основ стратиграфической и геохронологической шкал имело предложение первого профессора Оксфордского университета Англии Бакленда (1818) о выделении: соподчиненных стратиграфических единиц. Бакленд, подобно Линнею,, разделившему весь животный и растительный мир на соподчиненные таксоны, предложил следующую иерархию стратиграфических единиц: класс, порядок, формация, слой. Класс рассматривался как высшая стратиграфическая единица, слой — как низшая. В частности, три слоя: серый мел, нижний мел и верхний мел объединялись в формацию «мел»,,, которая относилась к порядку «горизонтальному», т. е. пород, залегающих горизонтально, и к классу «вторичных пород», содержащих органические остатки и фрагменты более древних пород. Для каждого слоя кроме названия указывались литологический состав, мощность и наиболее типичные' места распространения. В дальнейшем эти названия стратиграфических единиц изменились, но принцип выделения остался. В это же время (1820) в Англии было предложено объединять формации в системы. За сравнительно короткий срок (1818—1841 гг.) в Западной Европе были выделены все системы, принятые в настоящее время. В 1841 г. Д. Филлипс предложил объединить системы в такие единицы, как палеозой, мезозой и кайнозой. Возникла новая отрасль геологии — стратиграфия, развитие которой сыграло важную роль для становления палеонтологии. Перед стратиграфией были поставлены две взаимно связанные задачи: 1) расчленение разреза и выделение соподчиненных стратиграфических единиц, 2) внутрирегиональная и межрегиональная корреляция выделенных стратонев. В соответствии с господствующим в первой половине XIX в. мнением о постоянстве и неизменяемости видов предполагалось, что для каждой формации и системы характерны свои фауна и флора, которые в конце каждого периода уничтожались, а в начале каждого последующего-создавались заново.

Известный французский палеонтолог и стратиграф д'Орбиньи (1802—1857) в 1842 г. в своей крупной работе «Палеонтология Франции» предложил

разделять систему на ярусы — стратиграфические подразделения, объединяющие группы слоев, часто разного литологи-ческого состава, но заключающие характерную для каждого яруса фауну. Каждый ярус д'Орбиньи назвал, в соответствии с идеей Смита, по местонахождению типичного разреза: например, оксфордский ярус юрской системы был назван по месту его развития вблизи г. Оксфорда, Англия; барремский и аптский ярусы меловой системы названы по местам их развития в одноименных деревнях во Франции — Баррем и Апт. Вначале ярусное деление было предложено для меловой и юрской систем. В дальнейшем ярусы были выделены во всех системах, однако для некоторых систем до сих пор нет общепринятого ярусного деления (например, для кембрия, палеогена, неогена).

Значительные трудности возникают при применении схемы ярусного деления, разработанной для морских отложений при изучении континентальных пород, в которых встречены наземные организмы. Так, для морских девонских отложений выделение ярусов основано на этапах развития аммоноидей и брахиопод, а для водных-континентальных бассейнов — на этапах развития бесчелюстных — остракодерм и панцирных рыб (плакодерм). Ярусная схема для морских отложений резко отличается от ярусной схемы континентальных пород и их сопоставление представляет обычно большие трудности.

В 1856-1858 гг. немецкий палеонтолог и стратиграф Оппель (1831—1865) предложил ярусы разделять на более мелкие стратиграфические единицы — зоны, отмечая, что каждая зона содержит характерные виды, отличные от видов, встречаемых в выше- и нижележащих слоях. Оппель предложил первое зональное деление для юрских отложений Западной Европы и рекомендовал каждую зону называть по характерному виду, или «виду-индексу». Палеонтологический метод казался в то время простым и практически удобным, так как расчленение и увязка разрезов проводилась на сравнительно небольшой территории Западной Европы. Для геологов первой половины XIX в. ископаемые организмы были только свидетелями относительного возраста

определяемых слоев и еще не стали звеньями непрерывной цепи жизни,, которыми их сделала эволюционная теория Дарвина. Благодаря усилиям Дарвина и его последователей палеонтология превратилась в эволюционную науку; органические остатки стали звеньями цепи жизни на Земле. Однако Дарвин отметил, что геологическая летопись несовершенна и отличается неполнотой; значительная часть памятников истории жизни на Земле была разрушена и исчезла бесследно. Тем не менее, имеющиеся палеонтологические документы представляют большую ценность для расчленения и корреляции разрезов. Фауна из отложений любого стратона по уровню организации всегда будет промежуточной между фаунами предшествующего и последующего стратонов. Это достаточно четко выявляется по различным группам беспозвоночных, но особенно выразительно при сравнении фаун позвоночных. Особое внимание Дарвин обратил на кажущееся внезапным появление в кембрии разнообразных представителей животного мира, объясняя это не внезапностью, а метаморфизмом докембрийских пород либо недоступностью их для наблюдений. Не менее важной проблемой стала после открытия и освоения новых материков и земель проблема геологической синхронизации отложений, развитых на удаленных территориях, но относимых к одним и тем же стратиграфическим подразделениям.

Во второй половине XIX в. был накоплен большой фактический материал по стратиграфии и фауне, и на первой сессии Международного геологического конгресса (МГК), состоявшейся в Париже в 1878 г., была создана комиссия по унификации стратиграфической номенклатуры. Результаты работы комиссии были рассмотрены второй сессией МГК в Болонье (1881) и была принята схема стратиграфических подразделений и их хронологических эквивалентов. На восьмой сессии МГК в Париже в 1900 г. в основу стратиграфической классификации были положены подразделения геологического времени, а подразделения осадочных отложений рассматривались как эквиваленты этих временных подразделений.

В областях и районах, где не могут быть выделены единицы международной стратиграфической шкалы, устанавливают местные стратиграфические подразделения: серию, свиту, пачку. **Свита** объединяет комплекс отложений либо однородных в литологическом отношении, либо представляющих более или менее однообразное чередование определенных типов пород, накопившихся в течение определенного этапа развития данного региона. При характеристике свиты на первое место выдвигаются литологические признаки, а затем, если имеются органические остатки, дается палеонтологическая характеристика. Свиты объединяются в серии и в свою очередь разделяются на пачки. **Серия** рассматривается как крупное литолого-стратиграфическое подразделение, объединяющее несколько свит. Все местные лито-стратиграфические единицы выделяются как определенные комплексы осадочных, магматических и метаморфических пород, ясно отграниченные от смежных комплексов, литологически легко опознаваемые в поле, имеющие достаточно широкое площадное распространение.

Осложнения, возникающие при применении названий вспомогательных единиц, связаны с тем, что в странах, говорящих на английском языке, для литостратиграфических единиц приняты: группа, формация, член (member) и слой. Термин «серия» используется в качестве эквивалента русского понятия «отдел», а «группа» в качестве эквивалента «серии». В последние годы в связи с накоплением нового фактического материала вновь значительно повысился интерес к вопросам стратиграфической классификации и номенклатуры. Американские стратиграфы предложили выделять три основные категории стратиграфических подразделений: литостратиграфические, биостратиграфические и хроно-стратиграфические. Литостратиграфические единицы выделяются по литологическим признакам и закономерностям накопления осадков.

Четвертичные (неоген-четвертичные в случае их тесной структурной связи), осадочные и вулканогенно-осадочные отложения показываются: 1) в долинах шириной свыше 0,4 км; 2) в крупных озерных котловинах; 3) в зонах

морских побережий при ширине выходов террасовых и пляжных отложений более 0,8 км; 4) в горных районах на водоразделах, где сохранились эти отложения мощностью свыше 3-5 м (отложения отмерших древних долин, озерных котловин и т. п.). Четвертичные вулканогенные образования показываются все, независимо от площади их выходов. Четвертичные образования должны быть расчленены по генезису, составу и возрасту (до раздела, звена, ступени и по возможности до местных подразделений).

Дешифрируемость осадочных пород. Слоистость осадочных пород на снимках передается чередованием тонов различной плотности и четкость ее зависит от естественной окраски пород, их физических свойств, рельефа и растительности. При равнинном рельефе на значительной площади может быть обнажен один и тот же слой. На снимках в таких случаях отмечаются монотонные поля, лишенные слоистости. При расчлененном рельефе границы между слоями будут иметь сложный рисунок, очерчивающий основные формы рельефа. Выходы карбонатных пород, перекрытые лишь почвенным слоем или маломощными супесями и суглинками на аэроснимках фиксируются белесыми пятнами, т.к. лежащие на поверхности четвертичные образования насыщены щебнем и глыбами карбонатных пород. В залесенных и степных районах растительность тесно связана с составом коренных пород. На сильно известковистых почвах древесная и травянистая растительность становится редкой или исчезает совсем, ее место занимают кустарники, придающие изображению карбонатных пород на снимках полосовидную и пятнистую текстуру. Контакты карбонатных пород с другими менее проницаемыми породами часто фиксируются выходами грунтовых вод, отчетливо наблюдаемых на снимках по присутствию заболоченных участков и изменению растительного покрова.

Лекция 14.

Специфика картирования вулканогенных образований.

В составе **вулканогенных образований** выделяются тела, сложенные породами жерловой и экструзивной фаций, и трубки взрыва. В пределах

акваторий и в погребенных образованиях платформенного чехла, кроме того, могут выделяться местные сейсмостратиграфические подразделения, сейсмотолщи, сейсмopakки и т. п., скоррелированные по возможности с соответствующими местными подразделениями.

Тела эффузивов сложены как породами одного состава (например, базальтами), так и переслаивающимися с эффузивно-осадочными (туфами, туфобрекчиями), а иногда и с осадочными породами. Поэтому по дешифровочным признакам эффузивы в одних случаях могут напоминать интрузивные породы, в других – слоистые осадочные толщи.

При дешифрировании вулканических пород часто можно выявить некоторые структурно-текстурные особенности, расположение центров вулканической деятельности, а в ряде случаев определить фациальные разновидности вулканогенных образований и их замещение осадочными породами. Фототон зависит от состава пород – более темный для основных и средних, и светлый – для кислых. При чередовании эффузивов различного состава, а также при наличии среди них горизонтов туфов или осадочных пород на снимках появляется полосчатость, соответствующая простиранию. Более устойчивые к выветриванию эффузивы при горизонтальном или пологом залегании среди менее крепких осадочных пород прослеживаются в виде скалистых уступов или карнизов на склонах, или образуют плоские площадки на водоразделах, залегая на осадочных породах в виде бронирующего покрова.

В складчатых моноклинальных структурах выходы эффузивов ведут к образованию куэстовых форм рельефа, образуя крутые скалистые уступы.

Наилучшие условия дешифрирования имеются в районах развития молодых вулканических пород, связанных с четвертичной вулканической

деятельностью. Например, покровы базальтов, залегающие на более древних породах.

Особенно детально на аэроснимках могут быть оконтурены лавовые потоки и лавовые поля, связанные с деятельностью современных вулканов, располагающиеся на склонах вулканических сооружений и у их подножья, например, лавовые потоки на Камчатке или в Армении.

Существенным дешифрировочным признаком является четкая, часто закономерно ориентированная трещиноватость. Отдельные направления трещин могут быть сильно расширены и разработаны процессами выветривания, поэтому могут быть приняты за разрывы со смещениями. Древние вулканы и неки дешифрируются по характерным вытянутым овальным или «звездчатым» формам эруптивных тел, имеющих преимущественно более темную окраску по сравнению с окружающими породами. В рельефе они образуют повышенные или пониженные участки в виде отдельных гор, холмов или впадин. Трубки взрыва (эруптивные тела), заполненные относительно мягкими брекчиями магматических пород, в рельефе выражаются плоскими понижениями, на которых отсутствует или почти отсутствует древесная растительность.

Разрушенные древние вулканические постройки дешифрируются по кольцевому плану расположения отдельных положительных форм рельефа или речной сети, аномальному рисунку элементов рельефа, выделяющегося из общего плана и т.д.

Особенности картирования нестратифицированных образований.

Площадные объекты **нестратифицированные**: - поля распространения интрузивных (в том числе субвулканических) и метаморфогенных нестратифицированных образований, расчлененных на комплексы, фазы и фации, подкомплексы (для метаморфических пород) с указанием их состава и возраста. Внутри метаморфических комплексов и подкомплексов выделяются

группы пород, а если позволяют возможности карты, то и породы разного состава;

- ареалы и зоны измененных пород: эндогенных - гранитизированных, мигматизированных, контактовых роговиков, метасоматитов, гидротермалитов, диафторитов, тектонитов и др.; экзогенных - кор выветривания, разделенных по породному или минеральному составу, генетическим типам и возрасту; переотложенные коры выветривания выделяются и характеризуются как стратиграфические подразделения (свиты, подсвиты, слои и т. п.) соответствующего возраста;

- площади развития импактных (коптогенных) автохтонных пород, разделенные на коптобрекчии и коптоклазиты (прил. 13).

- площади и зоны развития меланжа, разделенные по генезису, морфологическим особенностям, составу и возрасту (при возможности) с выделением выражающихся в масштабе карты тектонических глыб и блоков (с показом возраста, состава пород и принадлежности к местным подразделениям).

Линейные объекты: геологические границы, разрывные нарушения, маркирующие (опорные) горизонты, не выражающиеся в масштабе карты дайки, жилы, жилообразные малые интрузии с указанием их принадлежности к конкретным, в том числе самостоятельным, комплексам даек и (или) фазам, разделенные по типу, морфологии, возрасту и другим признакам.

Методика картирования интрузивных образований.

В процессе картирования интрузивных образований выделяются фазы, фации и интрузивные комплексы (по Бескину и др., 1979) . **Фаза** – совокупность определенных обособленных геологических тел (залежей, жил, штоков и т.д.), образованных конкретной интрузивной породой устойчивого облика (структуры) и состава (возможны лишь небольшие вариации (за исключением пород расслоенных интрузий). Породы разных интрузивных фаз имеют друг с другом резкие контакты. Это значит, что наблюдается смена поля развития одних пород на поле развития другой разновидности и что можно

продемонстрировать контакт между двумя фазами одним подъемным штуфом. Фация внутри интрузивной фазы объединяет однотипные зоны в пределах интрузивных тел одной фазы, образованные разнообразностью интрузивной породы, особенности которой обусловлены ее нахождением в центральной или краевых частях тел и выражаются в некоторых вариациях структуры, текстуры и (или) состава. Переходы между породами разных фаций осуществляются постепенно, через промежуточные разновидности, так что в одном штуфе или малом обнажении продемонстрировать такой переход невозможно. Следовательно, при выделении фаций нужно считать необходимым обязательное предъявление коллекции образцов переходных разновидностей. Признаки более молодой породы: приконтактовая сиенитизация, скопление пегматоидных обособлений и миарол, приконтактовые директивные текстуры, графические структуры. Признаки более древней породы: приконтактовая биотитизация, ороговикование, перекристаллизация, порфиробластез. Интрузивный комплекс – совокупность проявленных в нескольких массивах обособленного ареала в данном регионе последовательных фаз сходного состава, образующих, в общем, закономерную направленную последовательность по нескольким показателям: уменьшение от фазы к фазе крупности зерен, количества темноцветных минералов и др. Близкое к этому определение интрузивного комплекса приводится в Петрографическом кодексе.

Для гранитоидных массивов наибольшая по площади фаза обычно называется главной, последующие – дополнительными, а завершающие образование комплекса (мелкозернистые породы, пегматиты и гидротермалиты) – **жилльными**.

Дайковые комплексы, субвулканические комплексы – специфические комплексы, включающие в себя несколько генераций протяженных и «закаленных» (т.е. с зоной закалки на контакте с вмещающими породами – признак длительного временного разрыва между становлением вмещающих пород и внедрением даек) даек порфиритов и порфиров. Ранее в литературе такие образования нередко назывались дайками II этапа и рассматривались в

качестве завершающих производных интрузивного комплекса. Появляются материалы о том, что некоторые дайки претворяют становление интрузивных тел. В связи с этим дайки следует выделять в самостоятельные комплексы, полагая, что они формируются в интервале времени между становлением обычных интрузивных комплексов.

Главное внимание в поле уделяется поискам контактов между разновидностями интрузивных пород и прослеживанию границ между ними., т.е. оконтуриванию интрузивных тел разного состава и структуры, принадлежащих разным фазам. Контакты следует искать при любых изменениях, наблюдаемых по ходу маршрута, как вещественных так и структурных, когда меняется размер зерен при визуальном сохранившемся составе. Если по условиям обнаженности контакта найти не удастся, но и переходные разности найти не удастся, то контакт следует считать резким. Расчленение интрузивных пород на естественные группы следует производить на материале наблюдения за широкими полями развития пород, на крупных скальных обнажениях, глыбах, т.е. только в поле, и, прежде всего, по геологическим данным. Кроме обычного картирования, в условиях хорошей обнаженности следует применять прием составления геологических разрезов на местности путем полуинструментального нивелирования: веревкой (проволокой, мерной лентой) длиной до 50 м, размеченной через 10 м. Промеряется расстояние, вертикальные углы измеряются горным компасом, определяется горизонтальное положение и относительное превышение. Здесь же в масштабе 1:2000 отрисовывается профиль, куда переносится вся геологическая ситуация с учетом просмотра обнажений на 20-50 м в стороны от линии профиля.

При изучении гранитоидов, и особенно весьма сходных по составу гранитов, следует вести непрерывно пополняемую коллекцию эталонных образцов, с которыми сравниваются физиографические разновидности гранитоидов на вновь изучаемых массивах.

Для интрузивных магматических пород трудно провести границу между первичными и вторичными формами залегания, поскольку внедрение магмы в верхние слои земной коры уже является результатом движения магмы и ее деформации. Можно, однако, различать образование тела, сложенного магматической породой, и последующие деформации этого тела. Если считать, что первый процесс происходит, когда магма находится еще в жидком состоянии, а второй выражается в деформировании уже застывшего магматического тела, то границу между первичной и вторичной формами залегания следовало бы проводить между двумя этими процессами. Трудность состоит в том, что застывание магмы происходит не сразу: она продолжает двигаться и деформироваться, будучи в полутвердом или почти твердом состоянии. Эти деформации запечатлеваются в особенностях внутренней текстуры и структуры интрузивного массива. Поэтому обойтись без условности в разделении форм залегания интрузивных пород на первичные и вторичные нельзя. К первичным мы относим те структурные формы, которые свидетельствуют о движении магматического материала преимущественно в жидком виде, ко вторичным — те формы, которые приобретают интрузии после деформации преимущественно в твердом виде.

Некоторые элементы внутреннего строения интрузива проливают свет на характер движения жидкой магмы при ее внедрении, а также на те деформации, которым магма подвергалась во время затвердевания. Так что особенности внутреннего строения интрузивных массивов имеют прямое отношение к задачам структурной геологии. Такими особенностями являются неоднородности в составе интрузива и ориентированное расположение кристаллов. И те и другие, будучи закреплены после застывания массива, определяют анизотропию свойств интрузивной породы, в том числе и механических, что влияет на характер деформаций, которые эта порода может испытать впоследствии под влиянием тех или иных напряжений в земной коре.

Некоторые интрузивы характеризуются однородностью состава. Таковы, например, многие гранитные батолиты. Равномерность распределения в них

минералов разного состава при беспорядочной ориентировке отдельных кристаллов указывает на медленное спокойное застывание расплава, находящегося уже в неподвижном состоянии.

Большая часть интрузивов имеет неоднородный состав. В некоторых случаях это является следствием внедрения в одну и ту же камеру в разное время магм разного состава. В других случаях неоднородность создается в процессе эволюции единого магматического очага.

Неоднородность состава интрузива часто выражается в его расслоенности: породы разного состава образуют внутри интрузива отдельные прослои, границы между которыми бывают как резкими, так и постепенными.

Распространены случаи скопления пород более основного состава в нижней части интрузивного тела и более кислого — в верхней его части. Например, в Большой Дайке Зимбабве материал распределен в виде почти горизонтальных тел, из которых верхние сложены базальтами и норитами, а нижние — перидотитами (рис.). Подобное наблюдается в пластовых интрузиях и лополитах. Встречается и более сложная расслоенность интрузивов, причины которой еще не выяснены.

Ориентированные текстуры выражены в закономерном расположении плоских и удлинённых кристаллов. Ориентированное расположение последних возникает при движении магмы, в которой уже образовались твердые кристаллы. Оно отражает «струйчатость» движения магмы, в которой взвешены отдельные твердые кристаллы. Каждое твердое включение, попавшее на границу между двумя струями, испытывает вращение. Если включение имеет плоскую или удлинённую форму, то вращение закончится, когда длинная ось включения или его широкая плоскость расположатся параллельно границе между струями.

Различают ориентированные текстуры: линейную, плоскостную, линейно-плоскостную и радиально-плоскостную.

Если поток магмы разделен на струи в форме нитей или жгутов, то создается линейная ориентировка, т. е. длинные оси кристаллов вытягиваются

вдоль струй, а плоские поверхности их могут быть повернуты вокруг осей течения как угодно (рис.).

Если поток разделяется на слои с разной скоростью течения, то длинные оси удлиненных и плоскости плоских кристаллов расположатся параллельно слоям, но направление длинных осей кристаллов при этом может быть любым. Это плоскостная текстура (рис.).

Если в потоке скорости меняются как от слоя к слою, так и поперек слоя, то возникнет линейно-плоскостная текстура, при которой широкие плоскости кристаллов займут взаимно параллельное положение и одновременно параллельно расположатся и длинные оси кристаллов (рис. в).

Плоскостная текстура при радиальном расположении длинных осей кристаллов возникает, если поток упирается в стенку и растекается по ней во все стороны от своей оси (рис. г).

Ориентированные текстуры часто сопровождаются разделением минералов, так что в одних струях концентрируются светлые минералы (кварц, полевые шпаты), а в других — темные (биотит, роговая обманка и др.). В зависимости от типа ориентировки создаются струи или слои течения. Они бывают совсем тонкими или довольно толстыми (в несколько десятков сантиметров), сплошными или «пунктирными», распадающимися на штрихи или тонкие линзы.

Струи течения могут быть прямыми, а слои течения — плоскими. Но сплошь и рядом и те и другие становятся волнистыми, изогнутыми в мелкие сложные, перекрещивающиеся складочки, образуя *плойчатость*.

Все эти текстуры особенно хорошо наблюдаются в дайках. Если движение магмы происходило по открытой трещине, то наблюдается линейно-плоскостная ориентировка, лучше всего выраженная в краевых зонах дайки. Здесь вследствие трения магмы о стенки трещины устанавливается градиент скорости, направленный перпендикулярно к стенкам. Образуется плоскостная ориентировка, параллельная стенкам. Она может быть дополнена линейной, если существуют колебания скорости течения внутри слоев. Внутренняя часть

дайки при этом может не иметь ориентированной текстуры, так как влияние стенок сюда не доходит и магма движется единой массой (рис. а).

В тех же случаях, когда движение магмы по трещине происходит под напором, при сопротивлении ее движению, и магма, упираясь в препятствие, растекается в стороны, расширяя свой канал, наблюдается радиально-плоскостная текстура с дугообразным расположением кристаллов с выпуклостью в сторону движения

Ориентированные текстуры обычны в интрузивных куполах, магматических диапирах, штоках, дайках. Чаще всего они бывают радиально-плоскостными при округлых сечениях интрузивов и линейно-плоскостными при плоских сечениях. Около стенок интрузивов плоскостные текстуры расположены параллельно стенкам, а в кровле они образуют куполовидные структуры. В кровле крупных интрузивов можно наблюдать несколько таких куполов, расположенных рядом или как бы вложенных друг в друга. Куполовидные текстуры указывают на то, что магма при внедрении раздвигала вмещающие породы, преодолевая их сопротивление. А сочетание ряда куполов свидетельствует о подъеме магмы отдельными порциями либо одновременно, либо последовательно.

Используя то, что плоскостные структуры в интрузивах, как правило, параллельны стенкам, изучение текстуры помогает установить форму интрузива даже там, где непосредственно в обнажениях она не видна.

Ориентированные текстуры проявляются также в ориентированном расположении удлиненных ксенолитов, а также шлиров, т. е. скоплений в виде лент, полос и линз темных и светлых минералов внутри интрузива.

Здесь сообщены только элементарные сведения об ориентированных текстурах интрузивных пород и о связи этих текстур с характером движения магмы. Существует особая отрасль тектоники, которая специально занимается этими текстурами, — *петротектоника*. Она разрабатывает особые методы изучения ориентировки минералов не только по их форме, но и по внутреннему строению. Более подробно с методами и результатами петротектонических

исследований следует знакомиться по специальной литературе (Ферберн, 1949; Елисеев, 1953; Лукин, Чернышев, Куш-нарев, 1965).

Для изображения магматических пород и их комплексов на геологических картах используются цвет, крап, штриховка, буквенно-цифровые геологические индексы и символы. Возраст обозначается индексами и оттенками цвета, состав — цветом, крапом, штриховкой и буквенными символами.

Общий состав интрузивных показывается цветом, который определяется преобладающей а составе подразделений породой или петрографической группой (семейством) пород. Аналогичные или близкие по составу разновозрастные интрузивные образования закрашиваются одним цветом различной интенсивности с увеличением последней от древних образований к молодым.

При преобладающем развитии многочисленных (более 10—12) подразделений интрузивных пород одинакового состава, но разного возраста или относящихся к разным комплексам, для удобства восприятия для части их допускается окраска в нестандартные цвета при условии отсутствия на составляемом и смежных с ним листах других подразделений, окрашенных в такие же цвета.

Дополнительными средствами изображения состава являются символы — буквы греческого и латинского алфавита и крап разного типа. Крап применяется лишь для показа специфических особенностей строения интрузивных фаций.

Субвулканические образования показываются цветом интрузивной (плутонической) породы соответствующего состава (с более интенсивной окраской более молодых фаз и комплексов) с негативной (белой) штриховкой под 45° к горизонтальной рамке в правую сторону. При размещении на листе нескольких субвулканических комплексов и фаз для их разделения на карте, помимо изменения интенсивности цвета, можно изменять угол наклона негативной штриховки (вправо, влево), ее густоту и сплошность.

Внемасштабные дайки, силлы и жильные породы показываются цветными линиями. Цвет линии соответствует составу пород. Буквенными индексами и символами обозначаются возраст, состав и принадлежность даек к магматическому комплексу.

Кварцевые, карбонатные и другие жилы показываются черными линиями с утонченными концами с добавлением буквенного символа, обозначающего состав. Например, q — кварцевая жила, qc — кварц-карбонатная жила.

Магматические породы (семейства) промежуточного состава обозначаются индексом, состоящим из двух букв, характеризующих группы пород, между которыми находится порода промежуточного состава. Например, gd — гранодиориты, ab — андезитбазальты и т. д.

Нерасчленяемые в масштабе карты магматические породы разного состава обозначаются двумя буквами, характеризующими крайние по составу группы пород, разделенными «тире». При этом на первое место ставится символ преобладающей породы. Например,

g—d— интрузивные породы от гранитов до диоритов, с преобладанием гранитов;

К индексам пород с повышенным содержанием кварца слева добавляется буква q. Например, qd — кварцевый диорит. Минеральные особенности интрузивной породы при необходимости обозначаются полужирной латинской буквой, которая ставится справа сверху после символа состава породы.

Дайковые и жильные породы равномерно-мелкозернистой полнокристаллической структуры индексируются путем прибавления слева сверху к символу, соответствующему аналогичной по составу породе глубинного облика, буквы m. Например, md— микродиорит, mp— микрогаббро и т. д. Дайковые, жильные и субвулканические породы, обладающие порфировой структурой, обозначаются буквой соответствующей группы интрузивных пород с добавлением справа от нее буквы p. Например, gp — гранит-порфир, dp — диоритовый порфирит и т. д.

Дайковые и жильные породы, образующие самостоятельные семейства, обозначаются самостоятельными символами: пегматиты — р, аплиты — а.

При необходимости отразить неграницный состав пегматитов и аплитов допускается сочетание указанных букв с символами, обозначающими породы, наиболее близкие к ним по составу. Например, пр — габбро-пегматит, еа — сиенитовый аплит.

Почти все магматические породы дешифрируются уверенно - как интрузивные, так эффузивные и жильные.

Интрузивные породы дешифрируются по отсутствию слоистости, по ровному фототону, а на крупномасштабных снимках иногда по сетчатому рисунку, вызванному системой трещин. Система трещин, используемая эрозией, придает бороздам стока и мелким долинам типичную угловатость и прямолинейность.

Интрузивные породы отличаются высокой крепостью, поэтому в климатических условиях России в областях высокой неотектонической активности образуют резкие положительные формы рельефа. В условиях же слабых положительных движений – более мягкие, сглаженные формы типа куполов, увалов или почти плоские поверхности. Границы интрузивных тел часто имеют с вмещающими породами секущий характер.

Жильные образования

Жильные образования дешифрируются на крупномасштабных аэроснимках (1:15 000 и крупнее). Для них характерна линейно вытянутая форма, часто иной фототон по сравнению с вмещающими породами, а также по своей выразительности в формах мезо- и микрорельефа. Жильные тела крепких пород прослеживаются в виде скалистых гряд или останцовых скалистых цепочек. Реже встречаются жилы, разрушающиеся

быстрее вмещающих пород, в таких случаях в рельефе образуются узкие, линейно вытянутые борозды.

В докембрийских метаморфических толщах при определении их стратиграфического положения основную роль играют петрографический, минералогический и геохимический методы в сочетании с анализом тектоники района.

При отборе образцов докембрийских пород следует иметь в виду возможность образования минералов связанных с последними стадиями регионального или контактового метаморфизма, нередко проявляющихся значительно позже формирования самих пород. Описания разрезов метаморфических пород должно впроваждаться отбором образцов для изготовления шлифов, а также химического и спектрального анализа. Для реконструкции первичного состава метаморфических пород (магматического или осадочного) используются диаграммы А.Н.Неелова (1980), А.Нематова (1969), А.А.Маракушева (1976) и ряд других,

Метаморфические породы по степени дешифрируемости резко отличаются друг от друга, что определяется стойкостью их к процессам выветривания, окраской и приуроченностью к тем или иным тектоническим структурам, где одни и те же породы образуют разные формы рельефа. Так, в пределах древних щитов на платформах для них характерен уплощенный, сглаженный рельеф. В складчатых областях те же породы создают резкие положительные формы – гребни, уступы, гряды и т.д.

Геологическое картирование метасоматических образований.

Картирование разрывных нарушений. Изучение зон трещиноватости, дробления, милонитизации, рассланцевания, зеркал скольжения, меланжа, линейных зон гидротермально измененных пород, жильных и дайковых образований. Использование геоморфологических, геофизических,

геохимических и других методов выделения и изучения разломов. Определение их типа, возраста и роли в формировании тектонической структуры. Их роль в рудообразовании. Графическое изображение разрывных нарушений.

Лекция 15

Карта глубинного строения (КГС) создается как объемная геологическая модель верхней части земной коры для выяснения закономерностей размещения полезных ископаемых и прогнозирования новых минерагенических зон, рудных районов и узлов по глубинным критериям. Глубина построения карты – 15-20 км. Главной составляющей КГС являются глубинные геологические разрезы, создаваемые по результатам количественной геологической интерпретации гравитационной, магнитной, петрофизической и имеющейся сейсмической информации с максимальным приближением к прямым геологическим наблюдениям. Для отражения глубинного геологического строения складчатых областей рекомендуется следующий комплект карт. 1. Геологическая карта (карты) среза по наиболее информативному для изучаемой территории уровню (уровням); 2. Карта (карты) морфологии глубинных геологических поверхностей: подошв региональных «слоев» раннедокембрийского кристаллического фундамента и стратифицированных комплексов, нижних граней интрузивных тел и других геологических объектов; 3. Глубинные геологические разрезы через важнейшие в практическом отношении геологические структуры; 4. Карта закономерностей размещения и прогноза полезных ископаемых по глубинным критериям.

. Цель изучения глубинного строения при составлении Госгеолкарты-1000/3 – создание объемной геологической модели верхней части земной коры как основы для комплексного минерагенического анализа и последующего прогнозирования по глубинным критериям новых минерагенических зон, нефтегазоносных районов, рудных узлов, кимберлитовых полей. Результаты объемного моделирования могут изображаться разными способами, однако наиболее информативным является картографический способ. С этих позиций

модель представляет собой комплект картографических произведений – специальных карт и глубинных разрезов, именуемый картой глубинного строения масштаба 1:1 000 000 (КГС).

КГС, ввиду относительно высокой стоимости и трудоемкости ее создания, составляется, в основном, для горнорудных и нефтегазоносных регионов, где традиционные методы прогнозирования, основанные на геологическом, геофизическом и геохимическом изучении поверхности, уже исчерпали свои возможности. При этом для выбора составляемых листов необходимо соблюдать следующие требования:

- изучаемый лист характеризуется высокой контрастностью физических параметров геологических образований и резкой дифференцированностью геофизических полей;

- площадь листа обеспечена всеми нужными геолого-геофизическими исследованиями: геологической, гравиметрической, аэромагнитной (аэрогеофизической) съемками масштаба 1:200 000 и крупнее, глубинными сейсмическими профилями, если таковые имеются, петрофизическим и геохимическим картированием, а для нефтегазоносных регионов еще и достаточно равномерной сетью региональных сейсмических профилей (КМПВ, МОВ, МОВ-ОГТ) и параметрических скважин.

При невозможности выполнить в полном объеме требования, изложенные в п. 1.3., вместо КГС масштаба 1:1 000 000 создаются схемы глубинного строения (СГС) масштабов 1:2 500 000 или 1:5 000 000, отражающие латеральные и вертикальные неоднородности консолидированной земной коры, определенные на основе качественного анализа гравитационных, магнитных и сейсмических данных при минимально необходимых количественных расчетах. Схемы составляются в черно-белом варианте и помещаются в зарамочное обрамление геологической карты масштаба 1:1 000 000 либо в текст объяснительной записки. Подобные работы не могут быть строго регламентированы и исполнитель, в зависимости от количества и качества исходных материалов и поставленных задач, самостоятельно выбирает методику составления СГС.

Основное внимание в Требованиях уделено КГС масштаба 1:1 000 000 как наиболее важному в практическом отношении виду глубинного картографирования.

Для выявления крупных региональных неоднородностей в строении верхней части земной коры и увязки разных листов КГС необходимо предварительно создать схему глубинного строения масштаба 1:10 000 000 крупных регионов (Забайкалье, Дальний Восток и т.п.), на которой должны быть отражены глубинные региональные структуры первого и второго порядков (Методическое пособие..., 2005). По задачам эта работа аналогична составлению схем структурно-тектонического районирования серийных легенд.

Глубина построений КГС ограничивается максимум 15-20 км, что обусловлено возможностью наполнить геофизические построения конкретным геологическим содержанием. Ниже указанной глубины при наличии необходимых материалов отображаются геофизические характеристики строения глубоких горизонтов земной коры и верхней мантии, полученные при глубинном изучении страны по системе опорных геофизических профилей (геотраверсов): сейсмическая поверхность Мохо, распределение скоростей продольных и поперечных сейсмических волн, сейсмическая расслоенность, типы консолидированной земной коры, зоны повышенной проницаемости по данным МТЗ и другие параметры. Они представляются в виде общеизвестных сейсмических разрезов и карт (например, карты поверхности Мохо) масштаба 1:2 500 000-1:5 000 000 и помещаются в зарамочное обрамление КГС.

КГС – документ геологического содержания, составляемый на базе комплексного анализа геологических, геофизических, геохимических, петрофизических исследований при самом широком применении количественных методов изучения третьего измерения по сейсмическим, гравиметрическим и аэромагнитным данным с оценкой достоверности решения и возможности выбора наиболее оптимальных вариантов. Для этого предварительно выбирается современная геолого-петрологическая модель земной коры. Количественная интерпретация гравитационных и магнитных

аномалий проводится по системе взаимоувязанных расчетных профилей, которые должны совпадать с глубинными и региональными сейсмическими профилями (ГСЗ, МОВЗ, МОВ-ОГТ и др.), если таковые имеются. На лист Госгеолкарты-1000/3 рекомендуется 15-20 расчетных профилей общей длиной порядка 5000 км. В результате определяются параметрические характеристики и морфология геологических объектов, слагающих верхнюю часть земной коры, и совместно с сейсмическими материалами строятся взаимоувязанные глубинные геологические разрезы, являющиеся главной составляющей КГС. Из них 3-4 разреза по наиболее интересным направлениям входят в комплект КГС, а остальные помещаются в электронную базу данных.

На основании глубинных геологических разрезов, геологических карт, карт физических полей, сейсмических разрезов платформенного чехла, данных бурения составляются следующие специальные карты.

- Геологические карты срезов по наиболее информативным для изучаемого региона уровням (от 1-2 до 15-20 км). Выбор конкретного уровня (или уровней) производится в результате анализа глубинных разрезов. На этих картах разными условными обозначениями изображаются две группы геологических объектов: 1) находящихся на уровне выбранного среза; 2) расположенных между дневной поверхностью и выбранным срезом.

- Карты морфологии (или структурные карты) глубинных геологических поверхностей, имеющих генерализованное пологое залегание: поверхности сместителей тектонических нарушений; нескрытые апикали и нижние грани крупных интрузивов и ареал-плутонов; подошвы чехла платформ, структурных этажей и ярусов; поверхности раздела региональных «слоев» раннедокембрийского кристаллического фундамента и т.п. Морфология указанных поверхностей изображается с помощью стратоизогипс в километрах от дневной поверхности. Выбор конкретной карты (или карт) производится в результате анализа глубинных геологических разрезов.

На указанных картах интерполяция геологических границ, тектонических нарушений, стратоизогипс между глубинными разрезами производится с учетом карт физических полей и геологических карт.

- Геологические карты погребенных поверхностей отдельных продуктивных уровней чехла платформ или поверхностей несогласий.

- Геологическая карта поверхности погребенного кристаллического и/или складчатого фундамента. На ней показываются его основные структурно-вещественные комплексы разного состава и возраста, зоны крупных тектонических нарушений и другие геологические объекты. Возраст и состав комплексов должны быть подтверждены бурением.

- Карта закономерностей размещения и прогноза полезных ископаемых по глубинным критериям, составляемая путем минерагенического анализа вышеуказанных картографических документов. На ней изображаются глубинные рудоконтролирующие и нефтегазоносные структуры разного иерархического уровня, известные и прогнозируемые рудные узлы, нефтегазоносные районы, кимберлитовые поля.

В простых случаях возможно совмещение на одном картографическом листе нескольких вышеуказанных карт.

Специальные карты и глубинные геологические разрезы являются основными картографическими произведениями комплекта КГС. Они отражают объемное геологическое строение изученной части земной коры: латеральные и вертикальные неоднородности с их параметрическими характеристиками; глубины залегания и морфологию основных границ раздела; связь полезных ископаемых с элементами объемного строения; известные и прогнозируемые минерагенические зоны, нефтегазоносные районы, рудные узлы, кимберлитовые поля, выделенные по глубинным критериям.

В качестве вспомогательных в комплект КГС входят карты районирования гравитационного и магнитного полей, карты закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых относительно региональных и локальных составляющих гравитационного поля.

Все основные и вспомогательные карты должны содержать сведения о месторождениях полезных ископаемых (коренных и россыпных), изображаемых в соответствии с существующими требованиями.

Состав комплекта КГС определяется типом геологического строения изучаемых объектов: складчатых областей, щитов, древних и молодых платформ. Из них в Требованиях рассматриваются, в основном, мозаично-блоковые складчатые области. Вместе с тем, разработанные методы могут быть использованы и при создании КГС складчатых областей линейного (Уральского) типа, щитов древних платформ и, в некоторых случаях, для платформенных структур с маломощным осадочным чехлом. Требования к КГС платформенных областей нуждаются в дальнейших разработках

Экологическая геология — новое направление геологии, изучающее верхние горизонты литосферы как одну из основных абиотических компонент экосистем высокого уровня организации, сформировалась в конце XX столетия. В эти же годы четко обозначилась и необходимость разработки общепринятой методики отображения эколого-геологической информации на картах.

Именно в этот период в системе геологического картирования появились карты нового поколения — геоэкологические и эколого-геологические. Их отличительной чертой стало различное по содержанию и методике отражение на геологических картах экологически значимой геологической информации. Сложившаяся ситуация стала предметом обсуждения на Всероссийской научной конференции «Геоэкологическое картографирование» в феврале 1998 г. Итогом ее работы стало признание того факта, что геоэкологическое и эколого-геологическое картографирование разными организациями и отдельными специалистами ведется с позиций их индивидуальных подходов к содержанию карт; отсутствуют единая методика и теоретическое обоснование составления этих карт. Было принято решение первоочередными задачами в области эколого-геологических и геоэкологических исследований считать разработку понятийной базы проблемы и выработку согласованного подхода к содержанию геоэкологических и экологогеологических карт. Первые итоги

этой работы обсуждались в 2001 г. в Московском университете им. М.В. Ломоносова на международной конференции «Новые типы инженерно-геологических и эколого-геологических карт». Анализ опубликованной литературы, материалы названных конференций, полемика в статьях, выступления на конференциях и семинарах позволили наметить следующие проблемные вопросы эколого-геологического картографирования:

- выработку (установление) единого понимания содержания эколого-геологических карт и теоретических основ их создания;

- разработку общепринятой классификации эколого-геологических карт по содержанию, назначению и масштабам;

- унификацию способов картографического отображения эколого-геологической информации на картах разных видов — эколого-ресурсных, эколого-геодинамических, эколого-геохимических, эколого-геофизических;

- разработку требований к содержанию карты современного состояния геологической среды (приповерхностной части литосферы), на базе данных которой должны разрабатываться эколого-геологические карты разных типов;

- разработку единого подхода к оценке состояния эколого-геологических условий на картах;

- разработку проекта базы данных для составления эколого-геологических карт разного содержания;

- разработку методики составления цифровых эколого-геологических карт.

Эколого-геологическая карта, рассматриваемая как новый тип геологических карт, представляет собой графо-математическую модель эколого-геологической обстановки, дающую на топографической основе обобщенное изображение оценки состояния компонентов литосферы, которые отражают ее экологические функции и свойства. По сути речь идет о пространственном графическом отображении системы «литосфера (в том числе техногенно измененная) — биота — человек» с акцентом на свойства литосферы, определяющие состояние биоты и условия проживания человека. Именно отражение на карте геологических характеристик и их медико-

биологических последствий позволяет классифицировать ее как новый тип геологических карт. В отличие от предшествующих геологических карт экологогеологическая карта должна содержать два обязательных блока(массива) информации: о состоянии эколого-геологических условий литосферы и ее компонентов и о их влиянии на экосистемы, комфортность и безопасность проживания человека, что позволяет на карте дать характеристику состоянию эколого-геологической системы. Создание таких карт требует четкого определения основных теоретических положений эколого-геологического картографирования. К числу таковых относят: понятийную базу экологической геологии, критериальную основу и систематику эколого-геологических карт, представления об информационном обеспечении их составления и т. п.

Вполне понятно, что содержание каждого типа геологических карт должно определяться теоретическими позициями соответствующей научной дисциплины. Так, в основе традиционных геологических карт лежит структурно-стратиграфо-литологическое обоснование, «взятое» из соответствующих геологических дисциплин и обеспечивающее единообразие в отражаемой на карте информации и возможность их сопоставления. Для инженерно-геологических карт — это учение об инженерно-геологических условиях, позволившее унифицировать перечень и очередность картируемых показателей.

Лекция 16

Тема 9. Геологическая изученность территории России и современная концепция ГСР

Исторический очерк. Первая карта, на которой условными знаками изображалось распространение горных пород и минералов, составлена в 1644 году Ж.Кулоном. В середине 18 в. появляются геологические карты (точнее, литолого-петрографические), сначала небольших участков, а затем и крупных территорий. На этих картах показывался состав горных пород, но не указывался

возраст. В России первой "геогностической" картой была карта Восточного Забайкалья, составленная в 1789-94 Д. Лебедевым и М. Ивановым. Первая "геолого-стратиграфическая карта", охватывавшая значительные территории Европейской России, составлена в конце 1840 Н. И. Кокшаровым. На ней уже были выделены формации - силурийская, древнего красного песчаника (девон), горного известняка (нижний карбон), лиасовая и третичная. В начале 1841 Г. П. Гельмерсен опубликовал "Генеральную карту горных формаций Европейской России".

Большое значение для развития геологической съемки в России сыграла организация в 1882 Геологического комитета, которым руководили А. П. Карпинский, Ф. Н. Чернышев, К. И. Богданович и др. С деятельностью комитета связан существенный сдвиг в изучении региональной Г. России и в развитии геологической картографии, позволивший А. П. Карпинскому к Берлинской сессии Международного геологического конгресса (1885) составить карту значительной части Европейской России. Полная геологическая карта Европейской России в масштабе 1:2520000 впервые была составлена и издана под руководством А. П. Карпинского в 1892. Большую роль в развитии геологической картографии сыграло начатое с момента организации Геологического комитета составление общей "десятивёрстной" карты Европейской России (масштаб 1:420000).

Серьёзное внимание было обращено на развитие региональных геологических исследований, особенно на геологическую съёмку как основу для выявления минеральных богатств. Стратиграфические схемы, разработанные к началу 20 в. только для Европы и отчасти для Северной Америки, стали детализироваться и создаваться для всех остальных материков в связи с широким развёртыванием геологического картирования. Увеличение масштабов и глубины бурения и необходимость определения возраста извлекаемых из скважин пород, в которых крупные палеонтологические остатки встречаются редко, привело к изучению в стратиграфических целях микроскопических остатков фауны и флоры (раковинок фораминифер,

радиолярий, остракод, диатомей, перидиней, спор и пыльцы растений) и к организации больших коллективов микропалеонтологов (Д. М. Раузер-Черноусова, А. В. Фурсенко и др.).

На территории СССР геологическая съемка получила бурное развитие после Великой Октябрьской социалистической революции. За годы Советской власти страна покрыта геологической съёмкой масштаба 1:1000000, начатой по инициативе и под руководством А. П. Герасимова, а значительные её области - съёмками масштаба 1:200000, тогда как до 1917 геологические карты, при этом значительно менее детальные, были составлены лишь для 10% площади России. В 1922 и 1925 были изданы первые геологические карты Азиатской части СССР, в 1937 - первые геологические карты территории СССР в целом. Первая геологическая карта территории СССР без "белых пятен" (неисследованных областей) была издана в 1955 в масштабе 1: 2500000. Третье её издание (Д. В. Наливкин, А. П. Марковский, С. А. Музылев, Е. Т. Шаталов) вышло в 1965. Составлен ряд специальных карт - геоморфологических, четвертичных отложений, палеогеографических, палеотектонических, гидрогеологических, гидрогеохимических, магматических формаций, металлогенических, угленакопления, нефтегазоносности и др. Данные о геологическом строении СССР обобщены в трудах В. А. Обручева, А. Д. Архангельского, А. Н. Мазаровича, Д. В. Наливкина, а также в многотомных монографиях "Геология СССР", "Гидрогеология СССР", "Стратиграфия СССР" и др.

К 1990 году геологической съёмкой масштаба 1:200000 покрыто 90 % территории нашей страны и изданы карты для 70 % территории. Геологической съёмкой масштаба 1:50000 покрыто 32 % территории.

Основные задачи геологии. Поскольку залежи полезных ископаемых на поверхности Земли в основном исчерпаны, одной из главных задач современной геологической съёмки являются поиски и освоение невидимых с поверхности ("слепых", или "скрытых") месторождений. Поиски их могут

производиться лишь с помощью геологических прогнозов, что требует усиленного развития всех направлений геологии.

Для исследования глубинных зон Земли и их минеральных ресурсов необходимо изучение земной коры и верхней мантии геофизическими методами, изучение метаморфических и магматических образований, их состава, строения и условий образования как показателей состояния вещества и его преобразований в глубинных зонах Земли, бурение сверхглубоких скважин и исследование докембрийских толщ с позиций стратиграфии, тектоники, минералогии, петрографии и размещения в них полезных ископаемых.

Основной задачей сводного и обзорного геологического картографирования территории Российской Федерации масштаба 1:1500000 и мельче является составление карт и атласов, обобщающих геологическую информацию о геологическом строении и минерагении крупных территорий, осуществление широких межрегиональных и глобальных геологических построений и сопоставлений.

Объектами изучения являются: территория РФ, включая глубинные части земной коры, крупные геолого-структурные регионы, артезианские бассейны, горнорудные и нефтегазоносные районы, континентальный шельф, исключительная экономическая зона.

В состав работ входит анализ и обобщение имеющихся (преимущественно масштаба 1:1000000 и 1:200000) материалов по геологическому строению и минерагении исследуемой территории, при необходимости выполняются минимальные объемы полевых исследований.

Конечный результат - сводные и обзорные карты геологического содержания, включая прогнозно-минерагенические, геологические атласы, геолого-геофизические и другие профили, их цифровые и электронные модели.

Основной задачей мелкомасштабного (1:1000000, 1:500000) картографирования является комплексное геологическое изучение суши и континентального шельфа Российской Федерации с целью создания Государственных карт геологического содержания масштаба 1:1000000 в

аналоговой и цифровой формах с электронными базами данных, формирующих банк фундаментальной геологической, гидрогеологической, геофизической, геохимической, минерагенической, геолого-экономической, эколого-геологической и другой информации, обеспечивающей разработку и реализацию стратегических вопросов изучения и рационального использования недр, развитие геологической науки, знаний о геологическом строении и моделях прогнозируемых типов месторождений, гидрогеологических и инженерно-геологических условиях, нефтегазоносном и минерагеническом потенциале суши и континентального шельфа, динамике геологических процессов и явлений.

Объектами изучения являются территории отдельных номенклатурных листов, крупные геолого-структурные блоки, минерагенические провинции и субпровинции, административные и экономические районы, глубинные части земной коры и верхней мантии, континентальный шельф. исключительная экономическая зона Российской Федерации.

Основными видами работ этого масштаба являются геологические, аэрокосмические, геофизические, геохимические, гидрогеологические, инженерно-геологические, эколого-геологические съемки суши и континентального шельфа РФ, геодинамические, прогнозно-минерагенические и другие специальные и тематические исследования. Они выполняются самостоятельно или в различном сочетании в зависимости от решаемых задач, геологического строения и минерагенического потенциала региона, степени его изученности, качества имеющейся геологической, геофизической и другой информации.

Конечным результатом мелкомасштабного геологическую картографирования территории РФ являются Государственные карты геологического содержания масштаба 1:1000000. Они создаются на основе обобщения всех ранее полученных материалов геологических, гидрогеологических, инженерно-геологических, эколого-геологических и других съемок

масштаба 1:200000 и крупнее с использованием геофизических, геохимических, аэрокосмических и других данных, а также материалов по геотраверсам, глубоким и сверхглубоким скважинам и геодинамическим полигонам.

Среди Государственных карт геологического содержания масштаба 1:1000000 важнейшая роль принадлежит комплектам полистной Государственной геологической карты Российской Федерации, включающей в качестве обязательных карту дочетвертичных образований, карту четвертичных образований и карту полезных ископаемых с качественной характеристикой ресурсов.

Основной задачей среднемасштабного геологического картографирования является комплексное геологическое изучение суши и континентального шельфа Российской Федерации с составлением Государственных карт геологического содержания (геологических, геолого-экономических, гидрогеологических и др.) масштаба 1:200000 в аналоговой и цифровой формах с базами данных, которые в совокупности выступают в качестве основного источника информации для определения закономерностей формирования и размещения месторождений полезных ископаемых, локального прогноза и предварительной оценки выявленных перспективных площадей и прогнозируемых месторождений минерального сырья.

Обновленные данные о геологическом строении и минерагеническом потенциале служат основой для долго-, средне- и краткосрочного прогноза эффективного развития минерально-сырьевой базы, выбора перспективных площадей и объектов для постановки поисковых работ, использования и охраны недр, а также других аспектов хозяйственной деятельности и регулирования недропользования.

Объектами изучения являются регионы Российской Федерации и, в первую очередь, горнорудные, нефтегазоносные, важнейшие экономически освоенные и экологически напряженные районы, а также шельф и исключительная экономическая зона.

В состав региональных исследований масштаба 1:200000 (1:100000) входят

картографические работы, геологическая (ГС), гидрогеологическая, инженерно-геологическая съемки, прогнозно-минерагенические, геолого-экономические и эколого-геологические исследования, геологическое (ГДП), гидрогеологическое (ГТД) доизучение ранее заснятых площадей, объемное (ОГК), глубинное (ГГК) геологическое картирование и другие виды работ. Гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемки и гидрогеологическое доизучение ранее заснятых площадей могут комплексироваться с геолого-экологическими и соответствующими видами геологических съемок. Работы этого масштаба проводятся в комплексе с опережающими и сопровождающими аэрокосмическими, геофизическими, геохимическими съемками, геоморфологическими и другими специальными исследованиями, которые в зависимости от степени изученности территории и решаемых задач могут выполняться самостоятельно или в различных сочетаниях.

При этом, полистные и групповые геологические, гидрогеологические съемки, геологические съемки шельфа и другие работы масштаба 1:200000 проводятся на площадях, ранее не изучавшихся в данном масштабе.

В районах, где такие работы проводились, однако имеющиеся карты геологического содержания не отвечают современным требованиям, проводится геологическое, прогнозно-минерагеническое, гидрогеологическое и другие виды доизучения.

В районах двух- и трехъярусного строения, где объекты изучения, в первую очередь перспективные на обнаружение полезных ископаемых, залегают на значительных, но доступных для освоения глубинах, проводится объемное или глубинное геологическое картирование.

Для хорошо изученных районов, обеспеченных геологическими и другими специализированными картами масштаба 1:50000, Государственные карты геологического содержания масштаба 1:200000 составляются преимущественно камеральным путем с минимальным объемом полевых рекогносцировочных и других работ, нацеленных на решение конкретных геологических задач, в том числе задач локального прогноза месторождений

полезных ископаемых.

При составлении листов Государственных карт геологического содержания используются данные ранее выполненных геологосъемочных работ всех масштабов, результаты геофизических, геохимических, гидрогеологических, инженерно-геологических и экологических работ, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, материалы дистанционного зондирования, результаты работ по геотраверсам, глубинному и опорному бурению и т.п.

Конечным результатом региональных исследований масштаба 1:200000 является создание полистных Государственных карт геологического содержания масштаба 1:200000. В состав комплекта Госгеолкарты -200 в качестве обязательных включаются геологическая карта дочетвертичных образований, карта четвертичных отложений, карта полезных ископаемых и закономерностей их размещения; в районах двух- и трехъярусного строения - геологическая карта погребенной поверхности.

В результате ГСР - 200 выявляются и оконтуриваются прогнозные площади (минерагенические зоны, бассейны, рудные районы и узлы, угленосные площади), дается комплексная оценка или переоценка изученной территории с определением перспектив обнаружения месторождений прогнозируемых геолого-промышленных типов и оценкой прогнозных ресурсов объектов ранга бассейна, рудного района, узла, потенциального месторождения по категориям P_3 и P_2 .

Основной задачей крупномасштабного геологического картографирования является геологическое изучение недр в масштабе 1:50000 (1:25000) с целью прогноза и выявления локальных площадей и структур, перспективных для обнаружения месторождений полезных ископаемых, обоснования эколого-геологических и других мероприятий по охране окружающей среды.

Объектом изучения являются перспективные на выявление месторождений полезных ископаемых минерагенические зоны и рудные узлы,

части продуктивных бассейнов, районы интенсивного промышленного и гражданского строительства, мелиоративных и природоохранных мероприятий, площади развития техногенных отложений, территории с напряженной экологической обстановкой.

В качестве научной базы для реализации целевых программ могут быть использованы результаты по следующим НИОКР: теории комплексного природно-ресурсного картографирования, компьютерному сопровождению Госгеолкарты-1000 и 200 с созданием геореляционных банков данных, разработкой методов компьютерного прогнозирования месторождений и автоматизированного построения моделей геологического строения территорий; стратиграфическому, палеонтологическому и аналитическому обеспечению региональных работ; интегрированной обработке и интерпретации данных комплексных геолого-геофизических исследований по сети региональных и опорных геофизических профилей. Несомненно, что важнейшим научно-методическим обеспечением программы является составление методических руководств, пособий и рекомендаций по геолого-геофизическим, геолого-съёмочным работам, прогнозированию месторождений полезных ископаемых, по комплексной оценке природных ресурсов. В качестве технологической базы реализации Программы использована информационно-аналитическая система «Геология и минерально-сырьевая база России». Ядро и инструментарий этой системы составляет Единая распределенная модель геологического строения территории – постоянно актуализируемая ГИС, предназначенная для накопления, хранения и использования нормализованной геологической информации. Модель включает взаимоувязанные базы первичных и производных данных и базы знаний, содержащие совокупность геологических сведений по всей территории России. Модель строится по единым правилам и организуется как распределенная система сбора и хранения информации, генерализованной в соответствии со стандартным масштабным рядом карт начиная с масштаба 1:50 000 для геолого-съёмочных и 1:10 000 для поисковых работ. Основное назначение

модели – это мониторинг знаний о геологическом строении, минеральных ресурсах и состоянии геологической среды России. На основе модели на принципиально новом научно-технологическом уровне решаются следующие задачи: составление и обновление в автоматизированном режиме Госгеолкарт, обзорных и сводных карт, производных тематических карт;

- генерация научных и технологических решений, касающихся особенностей геологического строения, закономерностей размещения полезных ископаемых;
- прогнозные построения по различным направлениям использования недр;
- оценка перспектив расширения минерально-сырьевой базы, изменения экологического состояния геологической среды;

- выработка управленческих решений по различным аспектам, связанным с обеспечением минерально-сырьевой безопасности России.

Эта задача является одной из важнейших.

Информационная база для выполнения Программы должна формироваться по следующим трем основным направлениям.

Это:

- формирование, ведение и организация использования государственных геологических информационных ресурсов в хранилищах федерального и территориального уровней;

- информационное обеспечение недропользования, включающее подготовку балансов запасов полезных ископаемых, ведение кадастров геологической изученности, учет выполненных геологоразведочных работ и выданных лицензий на право пользования недрами; и последнее: информационно-аналитическое обеспечение субъектов недропользования с подготовкой материалов для территориальных геологических программ и федеральных программ в целом по Российской Федерации.

Оптимальная эффективность использования геологических информационных ресурсов, в первую очередь картографических, может быть обеспечена только в случае формирования единого информационного

пространства, базовыми элементами которого являются тематические геореляционные банки первичных, интерпретированных и общегеологических данных, формируемые на объектно-ориентированной основе геологического районирования России.

Использование геолого-картографической информации, составляющей единую информационную среду, не может быть достаточно эффективным без соответствующей системы доступа к ней. Поэтому в настоящее время одной из важнейших задач является создание отраслевой автоматизированной системы доступа к накопленным и постоянно пополняемым геологическим информационным ресурсам. При этом доступ к геоданным может осуществляться через сети Internet и Intranet и должен строго регламентироваться. В целом механизм реализации Программы в части научной, технологической и информационной баз к настоящему времени создан; он будет развиваться и в будущем. Трудности в выполнении Программы могут возникнуть в сфере нормативного, финансового, материально-технического, кадрового и организационного обеспечения. В области государственной политики и государственного регулирования фондом недр выделяются в настоящее время и, по-видимому, будут сохраняться следующие проблемные вопросы:

- отсутствие официально принятой государственной политики в сфере развития минерально-сырьевого комплекса и проведения государственных региональных геолого-геофизических исследований и геолого-съёмочных работ;
- нечеткое распределение обязанностей между федеральным органом управления фондом недр, органами управления субъектов РФ и недропользователями в части контроля за состоянием минерально-сырьевой базы и региональной геологической изученности территории России;
- несовершенство научно обоснованных критериев отнесения объектов работ к федеральным и/или региональным, что вносит субъективизм в подготовку и принятие решений по их включению в пообъектный план Министерства природных ресурсов РФ.

Нерешенность этих вопросов приводят к тому, что региональными работами, обеспеченными соответствующими ассигнованиями, занимается лишь Министерство природных ресурсов РФ, тогда как субъекты Федерации и недропользователи на эти работы выделяют крайне незначительные средства, а данные о геологическом строении территорий, полученные при лицензионном недропользовании, вообще не передаются в систему федеральных фондов геологической информации.

В области изучения государственного фонда недр также имеются и некоторое время будут оставаться проблемные вопросы, к которым относятся:

- отставание темпов прироста реальной современной геологической изученности территории России от темпов старения государственных геологических карт. Из мировой практики известно, что геологические карты устаревают в течение 15-20 лет и требуют обновления. Для приостановки «возрастного» старения карт по территории России требуется ежегодная подготовка не менее 120 комплектов Государственной геологической карты масштаба 1:200 000;

- наличие так называемых «белых пятен» на картограмме геологической изученности территории России. Так, около 18% территории России никогда не покрывались среднемасштабными геологическими съемками. Поэтому целесообразно принять специальную программу по «закрытию» белых пятен, с соответствующей оценкой минерагенического потенциала этих слабо изученных территорий;

- практически полное прекращение в последние годы производства среднемасштабных геологических съемок, что неизбежно приводит к ликвидации так называемого поискового задела;

- позднее утверждение пообъектных планов и подписание контрактов, что приводит к срыву полевых работ – основному способу получения фактологической геологической информации; это же касается несвоевременного проведения конкурсов на новые объекты;
- слабая нормативно-методическая база, в частности отсутствие современных

документов по планированию, проектированию и финансированию геолого-разведочных работ. Эффективность реализации программы может оцениваться по четырем категориям: как общая геологическая, прогнозная, поисковая и хозяйственно-экономическая.

Общая геологическая эффективность представляет собой формирование и пополнение научно-естественных и технологических знаний о недрах: об их строении, физико-химическом состоянии, эндогенных, экзогенных и антропогенных процессах. Прирост таких знаний отражается преимущественно на обзорных (сводных) картах и глубинных геолого-геофизических разрезах

Прогнозная геологическая эффективность состоит в повышении прогностических свойств карт геологического содержания и установлении на этой основе закономерностей рудогенеза, размещения металлогенических таксонов регионального и территориального рангов, локализации в их пределах рудных объектов. Эта информация поступает прежде всего из комплекта Госгеолкарте-1000.

Поисковая эффективность заключается в выявлении перспективных рудных объектов – районов, узлов, полей, месторождений и ранжировании их для постановки прогнозно-поисковых и поисково-оценочных работ. Информационной базой для этого является Госгеолкарта-200. Хозяйственно-экономическая эффективность заключается в приросте геологической и минерально-сырьевой информации, необходимой для хозяйственной деятельности и эффективного развития экономики – надежного геологического обоснования гражданского и промышленного строительства, повышения эффективности землепользования и охраны недр, усиления

2.1.16. КОМПЛЕКТЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ ДЛЯ ЭКЗАМЕНА ПО «ГЕОМОРФОЛОГИИ И ЧЕТВЕРТИЧНОЙ ГЕОЛОГИИ» И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

Билеты к экзамену утверждаются ежегодно на заседании кафедры.

Образец экзаменационного билета

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Утверждено на заседании кафедры
Кафедра ГиП
« » 2009г.

Факультет
Специальность
Курс
Дисциплина

Зав. кафедрой Т.В.Кезина «Геологическое картирование»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Целевое назначение, предмет и задачи геологического картирования.
2. Материалы аэрокосмосъемок (МАКС) и их краткая характеристика.
3. Картирование разрывных нарушений..

Перечень вопросов к экзамену.

- 1.Целевое назначение, предмет и задачи геологического картирования.
- 2.Теоретическое и прикладное значение дисциплин курса, их связь с другими геологическими дисциплинами.
- 3.Общее понятие о геологосъемочных работах (ГСР). Место ГСР в стадийности геологоразведочных работ.
- 4.Понятие о геокартографии. Основные виды геокартографических материалов.
- 5.Геологические карты, их виды по назначению, содержанию и масштабу.
- 6.Требования к содержанию, достоверности и точности геологических карт, их кондиционность.
- 7.Требования к оформлению геологических карт: принципы составления легенды (условных обозначений), правила геологической индексации, стратиграфические колонки и геологические разрезы.

8. Роль ДМИ в современном комплексе геологических исследований. Их виды, задачи и место в комплексе ГСР.
9. Виды аэросъемки и космосъемки (площадная и маршрутная, плановая и перспективная).
10. Виды и особенности проведения аэрофотоэлектронной съемки.
11. Материалы аэрокосмосъемок (МАКС) и их краткая характеристика.
12. Виды дешифрирования АФС. Понятие о геологическом и геоморфологическом дешифрировании. Их виды, задачи и методы.
13. Стереоскопическое изучение АФС. Понятие о стереопарах и стереотройках.
14. Дешифровочные признаки.
15. Общие методы дешифрирования МАКС. прямой, контрастно-аналоговый (контурно-геологический), ландшафтно-индикационный).
16. Этапы дешифрирования МАКС при ГСР: предварительный, полевой, камеральный.
17. Степень дешифрируемости АФС. Разрешающая способность АФС и КФС.
18. Понятие об измерительном дешифрировании АФС (фотограмметрии), его задачах и условиях проведения.
19. Особенности дешифрирования горизонтально-слоистых, наклонно-слоистых и складчатых комплексов.
20. Магматические породы на АФС.
21. Разрывные нарушения на АФС.
22. КФС и их основные свойства: обзорность, генерализация изображения. Уровни генерализации КФС.
23. Особенности дешифрирования КФС. Выделение линейных и изометрических структур.
23. Масштабы ГСР. Общие требования к ГСР разных масштабов.
24. Комплексность методов ГСР.
25. Главнейшие виды ГСР. Традиционные и новые виды ГСР.

- 26..Полистная и групповая геологические съемки (ПГС и ГГС).
27. .Глубинное и объемное геологическое картирование.
- 28.Аэрофотогеологическое и космофотогеологическое картирование. Космофотогеологические и космотектонические карты.
- 29..Классификация районов по сложности геологического строения, по обнаженности и проходимости местности, по степени дешифрируемости МАКС.
- 30.Этапность и стадийность ГСР. Годовой цикл ГСР. Циклограмма ГСР.
- 31.Предполевой подготовительный период. Цели, задачи, этапность и продолжительность.
32. Составление проекта работ, его содержание, приложения к проекту. Сметная стоимость работ. Понятие о порайонных комплексных расценках (ПКР) при проведении ГСР. Мероприятия по охране природы. Защита и утверждение проекта.
33. .Подготовка к полевым работам: виды работ, план полевых работ, организация геологосъемочной партии, транспортировка. Оценка готовности к выезду партии на полевые работы.
- 34..Полевой период. Задачи, этапность и организация работ.
- 35..Начальный этап полевых работ - виды и последовательность работ. Рекогносцировка местности, изучение опорных разрезов и участков, рудопроявлений и месторождений, составление эталонной коллекции и рабочей легенды, планирование маршрутных, буровых и горных работ.
36. Основной этап полевых работ: виды, задачи и последовательность работ.
37. Геологические маршруты и их виды. Задачи и особенности проведения. Плотность геологических наблюдений, сеть маршрутов, точность и достоверность проведения геологических границ.
38. Порядок геологических наблюдений в маршруте. Основные правила геологической документации обнажений. Основные правила ведения полевого дневника. Сбор и обработка образцов горных пород и проб. Каталог образцов.

39. Заключительный этап полевых работ. Увязочные, редакционные и тематические маршруты. Подготовка, оформление и сдача полевых материалов.
40. Полевая камеральная обработка материалов.
41. Общие и специализированные поиски при ГСР. Площадные опережающие поиски и поиски на участках.
42. Сопутствующие геофизические исследования, их задачи.
43. Камеральный период (задачи, стадийность, продолжительность). Приемка полевых материалов.
44. План камеральных работ. Виды камеральных работ.
45. Методы камеральной обработки результатов картирования стратиграфических, магматических, метаморфических комплексов.
46. Комплекты карт, составляемые при геологической съемке (обязательные, специальные, вспомогательные карты). Требования к окончательной геологической графике.
47. Металлогенические и прогнозные исследования при ГСР. Металлогенические факторы I и II рода.
48. Лабораторные исследования: их задачи и виды.
49. Отчеты по результатам ГСР, их содержание по главам. Защита и сдача отчетов. Издание карт.
50. Типовые обстановки проведения ГСР.
51. Особенности ГСР в областях развития осадочных образований.
52. Особенности картирования интрузивных пород.
53. Специфика картирования вулканогенных образований.
54. Основные виды работ при геологическом картировании метаморфических образований.
55. Геологическое картирование метасоматических образований.
57. Изученность территории России геологическими и геокартографическими работами разного масштаба.

58. Современная концепция регионального геологического изучения территории России. Создание новой серии геологических карт масштаба 1:200000 и 1:1000000.

59.Использование ЭВМ при геологическом картировании. Задачи ГИС при ГСР.

2.1.7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

Курсовой проект с обобщенным названием «Проект на производство геолога – съемочных работ масштаба на площади» составляется студентами очной формы обучения по частям геологической карты более мелкого масштаба, с которой берутся все необходимые для проектирования геологические данные. В качестве исходных могут быть использованы карты из атласов учебных геологических карт [1,2]. Могут быть использованы также и любые другие геологические карты подходящего масштаба и сложности. Методические указания по составлению проекта и требования к его содержанию изложены в специальной методической разработке [17].

2.1.8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Смотри пункт 2.1. 5. УМКД.

2.1.9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ (СЕМИНАРСКИМ) ЗАНЯТИЯМ

См. пункт 2.1.5

2.1.10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Для студентов очного обучения предусмотрены домашние задания в виде самостоятельного изучения отдельных тем. Задания выполняются письменно и докладываются на занятии во время экспресс-опроса. Для студентов заочно-

сокращенной формы предусмотрены индивидуальные темы для выполнения контрольных работ.

2.1.11. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ

Не имеется.

2.1.12. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Современные информационные технологии применяются для проверки остаточных знаний у студентов с помощью тестирования. В учебном процессе также используются: электронные библиотечные ресурсы АмГУ и других ВУЗов России.

2.1.13. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПРОФЕССОРско-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОМУ СОСТАВУ ПО ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖСЕССИОННОГО И ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

См. материалы в УМО АмГУ

2.1.14. КОМПЛЕКТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

№ пп	№ раздела дисциплины	Тематика лабораторных работ
1.	2	Номенклатура топографических и геологических карт
2	3	Составление геологических карт с горизонтальным залеганием пород
3	3	Техника работы с АФС и КФС. Геоморфологическое дешифрирование и дешифрирование четвертичных отложений.
4	3-7	Дешифрирование АФС областей с горизонтально-слоистыми комплексами пород.
5	3-7	Составление геологических карт с наклонным залеганием пород
6	3-7	Дешифрирование АФС областей с наклонно-слоистыми комплексами пород.
7	3-7	Составление геологических карт по КФМ В.Н.Даниловича.

8	3-7	Составление КФМ и полевых геологических карт по КФМ
9	3-7	Дешифрирование АФС областей со складчатыми комплексами пород.
10	3-7	Дешифрирование магматических комплексов на АФС и КФС
11	3-7	Дешифрирование разрывных нарушений на АФС и КФС

10.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

На кафедре имеются:

- 1.Лекционная аудитория с демонстрационными геологическими картами и схемами разного содержания.
- 2.Аудитория для лабораторных занятий (Е-315).
- 3.Стереоскопы для дешифрирования АФС (Е-316).

Основные критерии оценки знаний студентов

Оценка	Полнота, системность, прочность знаний	Обобщенность знаний
5	Изложение полученных знаний в устной, письменной или графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений; свободное оперирование известными фактами и сведениями с использованием сведений из других предметов
4	Изложение полученных знаний в устной, письменной и графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявлений причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений, в которых могут быть отдельные несущественные ошибки; подтверждение изученного известными фактами и сведениями
3	Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя	Затруднения при выполнении существенных признаков изученного, при выявлении причинно-следственных связей и формулировке выводов

2	Изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, неисправляемые даже с помощью преподавателя	Бессистемное выделение случайных признаков изученного; неумение производить простейшие операции анализа и синтеза; делать обобщения, выводы
---	---	---

2.1.17. КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ КАДРАМИ ПРОФЕССОРСКО–ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА

Ф.И.О.	должность	специальности
Кезина Т.В.	Профессор, д.г.-м.н.	25.00.02