

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Р. Г. Ибламинов, А. К. Алванян

**РЕГИОНАЛЬНАЯ МИНЕРАГИЯ
ОБЩЕРАСПРОСТРАНЁННЫХ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
(на примере Пермского края)**

Монография



Пермь 2018

УДК 502/504(075.8)

ББК 26.325

И14

Ибламин Р. Г., Алванян А. К.

И14 Региональная минерагения общераспространенных полезных ископаемых (на примере Пермского края): монография / Р. Г. Ибламин, А. К. Алванян; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2018. – 120 с.; ил.

ISBN 978-5-7944-3212-1

Общераспространенные полезные ископаемые нередко незаслуженно обходят вниманием в научной литературе. Это наиболее часто встречающиеся на поверхности земли или на незначительной глубине горные породы и осадки, используемые главным образом в строительстве и сельском хозяйстве. Они имеют важное экономическое значение для развития местной промышленности территорий муниципалитетов и в целом регионов.

Пермский край отличается большим разнообразием месторождений и представляет особый интерес для региональных минерагенических исследований как территория сочленения Уральской складчатой области и Восточно-Европейской платформы. Проанализирована приуроченность месторождений к крупным тектоническим структурам региона и слагающим их формациям горных пород. Выявлена минерагеническая зональность в размещении месторождений. Даны рекомендации по прогнозированию месторождений на основе минерагенических построений и их предварительной оценке на основе геолого-промышленной типизации.

Издание адресовано специалистам, занимающимся прогнозом, поисками и разработкой месторождений, может быть полезно представителям администрации регионов и муниципалитетов для решения вопросов, касающихся социально-экономического развития территорий на основе оценки перспектив расширения их минерально-сырьевой базы.

Рекомендуется для использования в учебном процессе вузов при подготовке студентов и аспирантов геологических, географических и экономических специальностей.

УДК 502/504(075.8)

ББК 26.325

*Печатается по решению ученого совета геологического факультета
Пермского государственного национального исследовательского университета*

Рецензенты:

главный научный сотрудник лаборатории петрографии Института геологии Коми НЦ УрО РАН, доктор геолого-минералогических наук **В. И. Силаев**,

заведующий сектором технологической минералогии Горного института УрО РАН – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (ГИ УрО РАН), доктор геолого-минералогических наук **А. Ф. Сметанников**

© Пермский государственный национальный
исследовательский университет, 2018

© Ибламин Р. Г., Алванян А. К., 2018

ISBN 978-5-7944-3212-1

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
<i>Глава 1. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ И ПОЛОЖЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ</i>	9
1.1. Краткий исторический очерк	9
1.2. Общие особенности геологии Пермского края и размещения полезных ископаемых	9
1.3. Геология и полезные ископаемые востока Русской плиты	16
1.4. Геология и полезные ископаемые Предуральяского краевого прогиба ..	18
1.5. Геология и полезные ископаемые Западно-Уральской внешней зоны складчатости	18
1.6. Геология и полезные ископаемые Центрально-Уральского поднятия .	19
<i>Глава 2. ОБЩАЯ МИНЕРАГЕНИЯ</i>	20
2.1. Геологические формации и их совокупности	20
2.1.1. Планетарные серии геологических формаций	20
2.1.2. Глобальные группы геологических формаций	22
2.1.3. Региональные классы формаций (формационные ряды)	22
2.1.4. Локальные подклассы (ассоциации геологических формаций)	23
2.1.5. Сублокальные системы (геологические формации)	23
2.1.6. Местные системы (фациальные комплексы)	25
2.2. Минерагенические формации горных пород	25
2.3. Палеотектонические обстановки земной коры	26
2.3.1. Понятие о палеотектонических обстановках	26
2.3.2. Уровни распространения систем тектонических обстановок	27
2.3.3. Планетарные системы тектонических обстановок	28
2.3.4. Глобальные системы тектонических обстановок	29
2.3.5. Региональные системы тектонических обстановок (тектонические режимы)	30
2.3.6. Локальные системы тектонических условий (тектонические обстановки)	30
2.3.7. Сублокальные и местные геологические условия	32
2.4. Минерагеническое районирование	32
2.4.1. Общие положения	32
2.4.2. Минерагеническое районирование территории Пермского края	34
<i>Глава 3. ИСТОРИЧЕСКАЯ МИНЕРАГЕНИЯ</i>	37
3.1. Общие положения	37
3.2. Минерагенические мегаэпохи Пермского края	38
3.3. Минерагенические эпохи и этапы	41
3.3.1. Байкальская минерагеническая эпоха (R ₂ -V ₂)	41
3.3.2. Каледонская минерагеническая эпоха (Є –D ₁)	43
3.3.3. Герцинская минерагеническая эпоха (D ₂ – P ₃)	44
3.3.4. Киммерийская минерагеническая эпоха (MZ)	46
3.3.5. Альпийская минерагеническая эпоха (KZ)	46
<i>Глава 4. СПЕЦИАЛЬНАЯ МИНЕРАГЕНИЯ</i>	48
4.1. Месторождения, положение которых контролируется дочетвертичными породами	48
4.1.1. Естественные строительные и облицовочные камни	48
4.1.2. Карбонатные горные породы	49
4.1.3. Сульфатные горные породы	50

4.2. Месторождения, положение которых контролируется четвертичными отложениями	52
4.2.1. Флювиогляциальные месторождения песчано-гравийных смесей, строительных и формовочных песков	53
4.2.2. Месторождения торфа	53
4.2.3. Аллювиальные месторождения песчано-гравийных смесей, песков ..	53
4.2.4. Месторождения кирпичных глин.	53
4.2.5. Месторождения керамзитовых глин	54
4.2.6. Месторождения известковых туфов и карбонатной муки	56
<i>Глава 5. ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ</i> ОБЩЕРАСПРОСТРАНЕННЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПЕРМСКОГО КРАЯ	59
5.1. Геолого-промышленная классификация месторождений	59
5.2. Группа месторождений строительных материалов	61
5.2.1. Класс естественных строительных камней	61
5.2.1.1. <i>Промышленные типы месторождений естественных строительных камней</i>	61
Тип 1. Пластовые и рифовые залежи известняков	61
Тип 2. Линзо-, штоко- и дайкообразные залежи магматических горных пород	63
Подтип 2.1. <i>Дайкообразные залежи габбро-долеритов</i>	63
Подтип 2.2. <i>Линзовидные залежи гранитоидов</i>	64
Тип 3. Пластовые залежи доломитов и доломитизированных известняков	65
Тип 4. Пластообразные залежи мраморов и мраморизованных известняков	66
Тип 5. Пластовые залежи гипса и ангидрита	67
5.2.1.2. <i>Потенциально промышленные типы месторождений естественных строительных камней</i>	69
Тип 1.П. Пластовые и линзовидные залежи терригенных пород ..	69
Тип 2.П. Пластовые залежи кварцитопесчаников	69
Тип 3.П. Пластообразные залежи вулканических пород	69
5.2.2. Класс минеральных наполнителей, балласта	69
5.2.2.1. <i>Промышленные типы месторождений минеральных наполнителей и балласта</i>	70
Тип 1. Ленто- и линзовидные залежи аллювиальных песчано-гравийных материалов	70
Подтип 1.1. <i>Месторождения песчано-гравийных смесей</i>	70
Подтип 1.2. <i>Месторождения и проявления песка</i>	71
5.2.2.2. <i>Потенциально промышленные типы месторождений минеральных наполнителей и балласта</i>	72
Тип 1.П. Линзовидные залежи песчаных материалов флювиогляциальных отложений.	72
Тип 2.П. Покровные плащеобразные залежи элювиальных песчаных материалов.	72
5.2.3. Класс керамического сырья.	73
5.2.3.1. <i>Общая характеристика</i>	73
5.2.3.2. <i>Промышленные типы месторождений.</i>	74
Тип 1. Линзо- и пластообразные залежи кирпичных глин в элювиальных и элювиально-делювиальных отложениях	74
Тип 2. Линзо- и лентообразные залежи кирпичных глин в аллювиальных отложениях	75

5.3. Группа месторождений агрономических полезных ископаемых	77
5.3.1. Класс известковых агрономических полезных ископаемых	77
Тип 1. Пластовые и рифовые залежи известняков	77
Тип 2. Пластовые залежи мергелей	77
Тип 3. Линзовидные и пластовые залежи гажи	78
Тип 4. Линзовидные и гнездовые залежи известковых туфов	79
5.3.2. Класс доломитовых агрономических полезных ископаемых	79
Тип 1. Пластовые залежи доломита	79
Тип 2. Покровные залежи доломитовой муки	79
5.3.3. Класс органических агрономических полезных ископаемых	79
Тип 1. Линзовидные и пластовые залежи торфа	79
Тип 2. Линзовидные залежи сапропеля	81
Глава 6. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МИНЕРАГЕНИЯ ОБЩЕРАСПРОСТРАНЁННЫХ	
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПЕРМСКОГО КРАЯ	82
6.1. Генетическая классификация месторождений полезных ископаемых	82
6.2. Месторождения эндогенной серии.	84
6.2.1. Общая характеристика.	84
6.2.2. Ассоциации и формации магматических горных пород западного склона Урала.	84
6.2.2.1. <i>Щелочно-базальтоидные ассоциации неопротерозоя (поздний рифей, RF₃ – венд, V)</i>	86
6.2.2.2. <i>Гранитоидно-офиолитовые ассоциации раннего палеозоя (поздний венд, V₂ – ранний девон, D₁)</i>	89
6.2.2.3. <i>Базальт-долеритовые ассоциации позднего палеозоя (средний девон, D₂ – ранний триас, T₁)</i>	91
6.2.3. Размещение центров магматизма	92
6.3. Месторождения экзогенной серии	94
6.3.1. Месторождения группы выветривания	94
6.3.1.1. <i>Месторождения остаточного класса</i>	<i>94</i>
Коры выветривания. Общие понятия	94
Кора выветривания Пермского края	98
Месторождения кор выветривания	106
Месторождения обломочного профиля	106
Месторождения гидрослюдистого профиля	107
Месторождения каолинитового профиля	107
6.3.1.2. <i>Месторождения инфильтрационного класса</i>	<i>109</i>
6.3.2. Месторождения осадочной группы	109
6.3.2.1. <i>Месторождения механических осадков</i>	<i>110</i>
Седиментогенетический подкласс	110
<i>Делювиальные (склоновые) месторождения</i>	<i>110</i>
<i>Аллювиальные месторождения</i>	<i>110</i>
<i>Гляциальные и флювиогляциальные месторождения</i>	<i>111</i>
<i>Эоловые месторождения</i>	<i>111</i>
Диакатагенетический подкласс	111
Техногенные месторождения	112
6.3.2.2. <i>Месторождения химических осадков</i>	<i>112</i>
6.3.2.3. <i>Месторождения механохимических осадков</i>	<i>113</i>
6.3.2.4. <i>Месторождения биохимических осадков</i>	<i>114</i>
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	115
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	116

ВВЕДЕНИЕ

Пермский край – один из крупных регионов России. Он вытянут с севера на юг на расстояние 645 км, а с запада на восток – на 420 км. Его площадь равна 160,6 тыс. км². В состав края входят 36 административных районов (рис. 1.2).

Книга посвящена минерагении общераспространенных полезных ископаемых Пермского края. Минерагения – раздел науки о полезных ископаемых, изучающий закономерности размещения месторождений полезных ископаемых и причины существования этих закономерностей. *Региональная минерагения* рассматривает отдельные территории и их составные части с позиций общей, исторической, специальной и генетической минерагении. Она анализирует минерагенические формации горных пород различных геодинамических обстановок, существовавших в регионе, с которыми связаны или могут быть связаны месторождения полезных ископаемых (Ибламинов, 2015).

Общераспространенные полезные ископаемые (ОПИ) – это наиболее часто встречающиеся на поверхности земли или на незначительной глубине горные породы и осадки, используемые главным образом в строительстве и сельском хозяйстве. Они имеют важное экономическое значение для развития местной промышленности, территорий муниципалитетов. Большая часть налогов от добычи ОПИ (60%) остаётся в административных районах их добычи (Налоги ..., гл. 3, п. 17, 2002). Современное развитие России и её отдельных регионов невозможно без строительства новых объектов промышленности, жилья, дорог, средств инфраструктуры. В этих условиях особую актуальность приобретает освоение минерального сырья, входящего в группу ОПИ.

Согласно распоряжению Минприроды России и Правительства Пермского края от 07.12.2009 № 71-р/1-р, к общераспространенным относятся виды полезных ископаемых, перечисленные в таблице.

По состоянию на 1 января 2016 г. территориальным балансом запасов Пермского края были учтены 299 месторождений строительных материалов в количестве 1 530 млн м³. Распределение запасов по видам полезных ископаемых характеризуется следующими данными (%): гравийно-песчаная смесь (20), песок (16), глина кирпичная и керамзитовая (12), строительный камень, включая щебень, бутовый камень, габбро-долериты (33), карбонатное сырье для обжига на известь (6), гипс и ангидрит (11), облицовочный и пильный камень (2). Кроме того, в пользование передано 34% месторождения, учтенных Госбалансом, запасы которых оценены качественно и количественно и составляют 45% общего количества балансовых запасов строительных материалов.

Территориальным балансом также учитываются 41 месторождение агроудобрений и 485 месторождений торфа, относящиеся к общераспространенным полезным ископаемым.

Реестром действующих лицензий на право пользования ОПИ, включая геологическое изучение, разведку и добычу, учтено 113 лицензий, выданных 88 хозяйствующим субъектам. Качество полезных ископаемых изученных месторождений удовлетворяет требованиям соответствующих ГОСТов. Добыча общераспространенных полезных ископаемых ведётся открытым способом, что обуславливает её высокую экономичность.

При общей высокой обеспеченности запасами общераспространенных полезных ископаемых распределение их по территории Пермского края неравномерное. Ряд административных районов испытывает недостаток в том или ином виде сырья, что необходимо учитывать

при составлении территориальных программ развития и использования минерально-сырьевой базы края.

Наибольшим спросом пользуются песчано-гравийные смеси (ПГС), песок, применяемые в качестве наполнителей и балласта, кирпичные глины и др. Разведанные месторождения ПГС расположены на значительном удалении от строящихся и проектируемых автодорог и не обеспечивают полной потребности дорожно-строительных организаций.

Современный этап развития геологии полезных ископаемых характеризуется усиленным вниманием к исследованию неметаллических полезных ископаемых, роль которых в обеспечении промышленности минеральным сырьем неуклонно растет (Еремин, 2007).

**Перечень общераспространенных полезных ископаемых Пермского края
(Вестник недропользователя Пермского края. 2010. № 1 (28). С. 35)**

Полезное ископаемое	Примечание
Алевролиты, аргиллиты	Кроме используемых в цементной промышленности, для производства минеральной ваты и волокон
Ангидрит	Кроме используемого в цементной промышленности
Магматические и метаморфические породы	Кроме используемых для производства огнеупорных, кислотоупорных материалов, каменного литья, минеральной ваты и волокон, в цементной промышленности
Галька, гравий, валуны	
Гипс	Кроме поделочного, используемого в цементной промышленности и медицинских целях
Глины	Кроме бентонитовых, палыгорскитовых, огнеупорных, кислотоупорных, используемых для фарфорово-фаянсовой, металлургической, лакокрасочной и цементной промышленности, каолина
Доломиты	Кроме используемых в металлургической, стекольной и химической промышленности
Известковый туф, гажа	
Известняки	Кроме используемых в цементной, металлургической, химической, стекольной, целлюлозно-бумажной и сахарной промышленности, для производства глинозема, минеральной подкормки животных и птиц
Кварцит	Кроме диасового, флюсового, железистого, абразивного и используемого для производства карбида кремния, кристаллического кремния и ферросплавов
Мергель	Кроме используемого в цементной промышленности
Облицовочные камни	Кроме высокодекоративных и характеризующихся преимущественным выходом блоков 1-2 группы
Пески	Кроме формовочных, стекольных, абразивных, для фарфорово-фаянсовой, огнеупорной и цементной промышленности, содержащих рудные минералы в промышленных концентрациях
Песчаники	Кроме диасовых, флюсовых, для стекольной промышленности, для производства карбида кремния, кристаллического кремния, ферросплавов
Песчано-гравийные, гравийно-песчаные, валунно-гравийно-песчаные, валунно-глыбовые породы	
Сапропель	Кроме используемого в лечебных целях
Сланцы	Кроме горючих и используемых в цементной промышленности
Суглинки	Кроме используемых в цементной промышленности
Торф	Кроме используемого в лечебных целях

Пермский край отличается большим разнообразием месторождений и представляет особый интерес для региональных минерагенических исследований как территория сочленения Уральской складчатой области и Восточно-Европейской платформы. Вовлечение в эксплуатацию новых месторождений, а также ранее разрабатывавшихся для добычи высокоценных полезных ископаемых обусловило необходимость их специальной геологической подготовки.

Цель работы заключается в изложении научных основ региональной минерагении общераспространенных полезных ископаемых крупной территории и вытекающих из них практических рекомендаций. Для её достижения решались следующие задачи:

- выявление особенностей размещения месторождений общераспространенных полезных ископаемых;
- разработка геолого-промышленной классификации месторождений общераспространенных полезных ископаемых;
- изучение и обобщение сведений о геологическом строении месторождений общераспространенных полезных ископаемых Пермского края и построение их типовых генетических моделей.

Для решения поставленных задач использовались материалы, собранные авторами при исследовании месторождений в процессе решения геологических, инженерно-геологических и гидрогеологических задач, связанных с тематикой научных исследований геологического факультета, начиная с 1990 по 2015 г. Используются литературные данные, материалы геолого-съёмочных, геологоразведочных, проектных и добычных работ, а также полевые наблюдения. Одним из авторов лично были изучены месторождения известняков: Левобережное, Утесовское, Луньевское (2 участка), Холодный Ключ, Всеволодо-Вильвенское; песков и песчано-гравийных смесей: Усовское, Клестовское, Заосиновское (2 участка), Косьвинское, Придорожное (2 участка), Кедровое, Володин камень, Ерзовское, Чукаевское, Лугдын, Усольское, Челвинское, Александровское, Ульяновское; глин: Усть-Игумское, Калининское, Кишертское, Завернихинское, Батуев Лог, Новый Батуев Лог, Архангельский Лог; гипса: Богомоловское, Селищинское, Шубинское, Зуевское, габбро-долеритов: Ново-Вильвенское.

Основу методики исследования составили методы минерагенического и генетического анализов, геологической оценки месторождений, методы сравнения и обобщения данных об основных геолого-промышленных параметрах месторождений.

Практическое значение работы заключается в вытекающих из нее рекомендациях:

- по прогнозированию месторождений на основе выполненных минерагенических построений;
- детальному прогнозированию свойств вводимых в эксплуатацию объектов;
- предварительной оценке месторождений на основе их геолого-промышленной типификации;
- социально-экономическому развитию регионов на основе оценки перспектив расширения их минерально-сырьевой базы.

В работе проанализирована приуроченность месторождений к крупным тектоническим структурам региона и слагающим их формациям горных пород, что позволило установить среди всего разнообразия горных пород минерагенические формации, с которыми связаны месторождения общераспространенных полезных ископаемых. Выявлена минерагеническая зональность в размещении месторождений. Наконец, выделены геолого-промышленные типы и выявлена генетическая принадлежность месторождений общераспространенных полезных ископаемых Пермского края.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ И ПОЛОЖЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

1.1. Краткий исторический очерк

Основы современных представлений о геологическом строении региона заложены в конце XIX в. А.П. Карпинским, обобщившим все геологические данные по Европейской России и впервые выделившим Русскую плиту, и М.И. Горским (1939), предложившим первую схему тектонического строения Урала. В последующие годы это районирование было уточнено П.А. Софроницким (1955, 1969), И.Д. Соболевым (1969, 1977, 1979) и другими исследователями. Изучением региона занимался огромный коллектив геологов, результатом коллективного труда которого явилось издание энциклопедических монографий по территории Пермского края (Геология СССР..., 1969; Геологическое строение..., 1985; Минерально-сырьевые ресурсы..., 2006; Геологические памятники..., 2009).

Ниже приводится краткое описание геологического строения региона по материалам работ П.А. Софроницкого (1969, 1991), И.Д. Соболева (1977, 1979), Р.О. Хачатряна (1979), институтов КамНИИКИГС (В.М. Проворов), ПермНИПИнефть (Ю.А. Жуков), Пермского государственного университета (Б.М. Осовецкий, Р.Г. Ибламинов, И.А. Печеркин и др.), ФГУП «Геокарта-Пермь» (А.М. Курбацкий, Ф.А. Курбацкая, Г.Г. Морозов, Б.К. Ушков, Л.П. Нельзин и др.).

В исследование месторождений общераспространенных полезных ископаемых внесли большой вклад сотрудники АО «Пермгеолнеруд», генеральный директор, заслуженный геолог РФ А.С. Козлов, заместитель ген. директора по геологии С.А. Пушкин, геологи А.Г. Умрихин, В.В. Умрихина, Р.Г. Кикерев, А.О. Семейкин и др.

1.2. Общие особенности геологии Пермского края и размещения полезных ископаемых

Месторождения общераспространенных полезных ископаемых располагаются в верхней, выходящей на поверхность части недр территорий. Они бывают приурочены к выходам коренных горных пород, перекрытых небольшой толщей новообразований четвертичного возраста. Другая часть месторождений приурочена к четвертичным отложениям.

В основу геологического описания территории нами принята легенда Пермской серии листов государственной геологической карты масштаба 1:200 000 (рис.1.1), а также геологическая карта и карта четвертичных отложений, составленная под руководством Б.К. Ушкова в ПГГСП «Геокарта» (Ушков, Коноплев, 1999).

В тектоническом плане большая часть территории Пермского края располагается на стыке двух крупнейших геологических структур: Русской плиты Восточно-Европейской платформы и Уральской герцинской складчатой области (рис. 1.2).

На северо-восток территории заходит край Печерской плиты, которая отделяется от Русской плиты Тиманской структурой. Таким образом, западная и центральная части территории края находятся на восточной окраине Русской плиты, занимая восточную часть Волго-Уральской антеклизы. К востоку она сменяется Предуральским краевым прогибом, переходящим в Западно-Уральскую внешнюю зону складчатости и далее в Центрально-Уральское поднятие (см. рис. 2.4).

От западных границ Пермского края до Центрально-Уральского поднятия включительно на территории распространены толщи осадочного чехла Русской плиты и только на крайнем востоке в пределах Тагильского мегасинклинария появляются вулканогенно-осадочные и магматические породы Уральского палеоокеана.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ К ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ М 1:2 500 000

Стратиграфические подразделения и интрузивные комплексы

Кайнозойский структурный этаж

НЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМА	N₂ks	Кустанайская свита. Аллювиальные отложения V надпойменной террасы. Суглинки, супеси, пески, гравий
ПАЛЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМА	P nr	Наурзумская свита. Аллювиальные отложения VI надпойменной террасы. Супеси белоцветные, глины пестроцветные, галечники

Мезозойский структурный этаж

ТРИАСОВАЯ ЮРСКАЯ СИСТЕМА	СРЕДНИЙ ОТДЕЛ	MZ	Суглинки пестроцветные, глины песчанистые, супеси, пески, галечники
		cJ₂b-bt	Пески кварцевые и полимиктовые с линзами гравия и глины, иногда слюдистые, галечники, алевролиты
	НИЖНИЙ ОТДЕЛ	J₂b-bt	Рудная толща. Глины, пески с конкрециями и прослоями сидерита и лимонита
		T₁	Глины известковистые со стяжениями и прослоями мергелей и известняков, пески, песчаники, конгломераты, гравийно-галечный материал

Палеозойский структурный этаж

ПЕРМСКАЯ СИСТЕМА	ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ	ТАТАРСКИЙ ЯРУС	P₂t₂	Верхний подъярус. Глины с редкими прослоями известняков, мергелей и алевролитов, песчаников с линзами конгломератов
			P₂t₁	Нижний подъярус. Глины, алевролиты, известняки, мергели пестроокрашенные, линзы конгломератов из галек местных и уральских пород, линзы волконскоита
		КАЗАНСКИЙ ЯРУС	P₂bl	Белебеевская свита. Глины, алевролиты красно-бурые известковистые, мергели, песчаники с линзами конгломератов
			УФИМСКИЙ ЯРУС	P₂ss
		P₂sl		Соликамская свита. Известняки, доломиты, алевролиты, песчаники с прослоями конгломератов; на юге прослои мергелей и гипсов
		НИЖНИЙ ОТДЕЛ	КУНГУРСКИЙ ЯРУС	P₁ir
	P₁ks			Кошелевская свита. Конгломераты с прослоями гравелитов, песчаников, алевролитов, местами прослои известняков и доломитов
	P₁lk+ks			Лекская и кошелевская свиты. Песчаники, конгломераты, алевролиты, аргиллиты, ангидриты, известняки, прослои гипса
	P₁lk			Лекская свита. На севере известковистые аргиллиты, песчаники, конгломераты; на юге ангидриты, глины, алевролиты
	P₁fl			Филипповская свита. Ангидриты, аргиллиты, известняки, алевролиты, иногда загипсованные
	P₁ar			Доломиты известковые, песчаники, сланцы глинистые, конгломераты
	АССЕЛЬСКИЙ И САКМАРСКИЙ ЯРУСЫ	P₁a+s	Известняки, доломиты известковистые и загипсованные, конгломераты с прослоями песчаников и аргиллитов	
		КАМЕННОУГОЛЬНАЯ СИСТЕМА	СРЕДНИЙ, ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ	C₂₋₃
	СРЕДНИЙ ОТДЕЛ		C₂	Известняки, доломиты, алевролиты, аргиллиты, мергели
НИЖНИЙ ОТДЕЛ	C₁		Доломиты, известняки, аргиллиты, алевролиты, песчаники с прослоями каменного угля. Песчаники, аргиллиты, алевролиты, известняки, доломиты	
ДЕВОНСКО-КАМЕННОУГОЛЬНАЯ СИСТЕМА		D₂ps.C₁	Песчаники, аргиллиты, алевролиты, известняки, доломиты	
ДЕВОНСКАЯ СИСТЕМА	ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ	D₃	Песчаники, аргиллиты, алевролиты, известняки, доломиты	
	СРЕДНИЙ ОТДЕЛ	D₂ps	Пашийская свита. Кварцевые песчаники с прослоями аргиллитов и алевролитов	
	НИЖНИЙ, СРЕДНИЙ ОТДЕЛЫ	D₁₋₂	Песчаники, конгломераты мелкогалечные, известняки, аргиллиты	
	НИЖНИЙ ОТДЕЛ	D₁e	Песчаники, прослоями гравийные, конгломераты мелкогалечные, местами алмазоносные (такатинская свита)	
СИЛУРИСКО-ДЕВОНСКАЯ СИСТЕМА		S₂-D₁	Известняки, доломиты, сланцы глинистые и кремнистые, кварцитопесчаники	
СИЛУРИЙСКАЯ СИСТЕМА		S	Известняки, доломиты, сланцы известковистые и углистые, прослои песчаников	
ОРДОВИКСКАЯ СИСТЕМА	НИЖНИЙ, ВЕРХНИЙ ОТДЕЛЫ	O₂₋₃	Известняки, доломиты, мергели, сланцы известковистые, в основании песчаники и конгломераты	
		O₁₋₂	Конгломераты, гравелиты, песчаники	
	НИЖНИЙ ОТДЕЛ	O₁tl	Тельпосская свита. Конгломераты галечные и валунные, часто в переслаивании с песчаниками	
		O₁sr	Саранханперская свита. Гравелиты, конгломераты, сланцы, прослои эффузивов основного состава, туфов и туффитов	
РИФЕЙ ИЛИ ОРДОВИКСКАЯ СИСТЕМА		R₁-O₁K	Колпаковская свита. Сланцы с прослоями эффузивов основного состава, кварцитопесчаники	

Верхнедокембрийский структурный этаж

ВЕНД	ВЕРХНИЙ	V_2	Сылвицкая серия. Песчаники, алевролиты, аргиллиты, тиллитовидные конгломераты (кочешорская, усть-сылвицкая, чернокаменская, переволокская, старопечинская свиты)
	НИЖНИЙ	V_1	Серебрянская серия. Сланцы, аргиллиты, алевролиты, песчаники, тиллитовидные конгломераты; прослои известняков, щелочных базальтоидов, эффузивов основного состава, фосфоритов (илья-вожская, чурочная, керноская, бутонская, койвенская, гаревская, танинская, першинская, вильвенская свиты)
РИФЕЙ	ВЕРХНИЙ	R_3	Басегская и каратавская серии. Кварцитопесчаники, сланцы филлитовидные, мраморизованные известняки, доломиты, метаморфизованные эффузивы и туфы основного состава, щелочные базальтоиды (усть-чурочинская, низьвенская, деминская, рассольнинская, усьвинская, федотовская, ослянская, клыктанская, колпаковская, чувальская, велсовская, ишеримская свиты)
	СРЕДНИЙ	R_2	Юрматинская серия. Метаморфизованные сланцы, мраморы, мраморизованные известняки, доломиты, кварцитопесчаники, песчаники (мойвинская, расьинская, синегорская свиты)

Интрузивные образования

γ	Кислого состава (граниты, гранодиориты, кварцевые диориты, плагииграниты, порфириовидные и гнейсовидные граниты)
S	Ультрамафиты (дуниты, гарцбургиты, перидотиты, хромититы, серпентениты сарановского и вишерского комплексов)
$v\beta$	Дайки, силлы и штоки габбро-долеритов, диабазовых порфиритов и пикритов
	Тектонические нарушения
	Магматические комплексы и их индекс

- 1 – Ишеримский габбро-долеритовый ($\beta^* R_3 i\delta$)
- 2 – Щегровитский трахибазальт-трахитовый ($\tau\beta R_3 \delta g$)
- 3 – Сарановский габбро-анортозит-дунит-гарцбургитовый ($v\eta-u\sigma R_3 sr$)
- 4 – Кваркушский габбро-долеритовый ($\beta^* R_3-V_1 kv$)
- 5 – Танинский трахибазальт-базальтовый ($\tau\beta V_1 tn$)
- 6 – Журавликский верлит-габбро-кварцевых сиенитов ($v\sigma-q\zeta V_1 \delta r$)
- 7 – Вильвенский метатрахибазальт-метабазальтовый ($\tau\beta^* V_1 vl$)
- 8 – Дворецкий гиаломеланефелинит-трахибазальтовый ($o-\tau\beta V_1 bl$)
- 9 – Троицкий щелочных граносиенитов ($\varepsilon v V_2-C_1 kr$)
- 10 – Благодатский гиаломеланефелинит-трахибазальтовый ($o-\tau\beta V_1 bl$)
- 11 – Красновишерский пикрит-эссекситовый ($\varepsilon v V_2-C_1 kr$)
- 12 – Велсовский лейкогранит-гранитовый ($\gamma-i\gamma C_1 kr$)
- 13 – Риолит-гранитовый ($\tau\lambda C$)
- 14 – Чурольский габбро-долеритовый ($\beta^* C cr$)
- 15 – Кусьинский пикрит-эссекситовый ($\tau\beta C ks$)
- 16 – Колпаковский метабазальтовый ($\beta^* C_3-O_1 kl$)
- 17 – Вишерский клинопироксенит-дунит-перидотитовый ($\sigma-uO_{2-3} vs$)
- 18 – Чувальский метабазальтовый ($\beta O_{2-3} C cv$)
- 19 – Антипинский пикритовый ($\omega O_3 an$)
- 20 – Ломовский гранитовый ($\gamma O_3 lm$)
- 21 – Мойвинский гранодиорит-гранит-лейкогранитовый ($\gamma\delta-l\gamma O_3 mv$)
- 22 – Лыпинский габбро-долеритовый ($v\beta D_1 lp$)
- 23 – Усьвинский габбро-долеритовый ($v\beta D_1 us$)
- 24 – Полудово-ксенофонтовский лампроитовый ($\tau\omega C_{1-2} pl-ks$)

* *
*

Возраст пород чехла увеличивается от мезозойского юрско-триасового на западе к палеозойскому средне-нижнепермскому на большей части площади края. На востоке края в пределах Западно-Уральской внешней зоны складчатости на поверхность выходят стратиграфически нижележащие породы карбона и девона, а также менее распространенные – силура и ордовика. В Центрально-Уральском поднятии распространены породы неопротерозоя, включающие вендские и рифейские комплексы (см. рис. 1.1). В результате образовалась меридиональная возрастная зональность, обуславливающая смену литологического состава горных пород и соответственно связанного с ней набора общераспространённых полезных ископаемых.

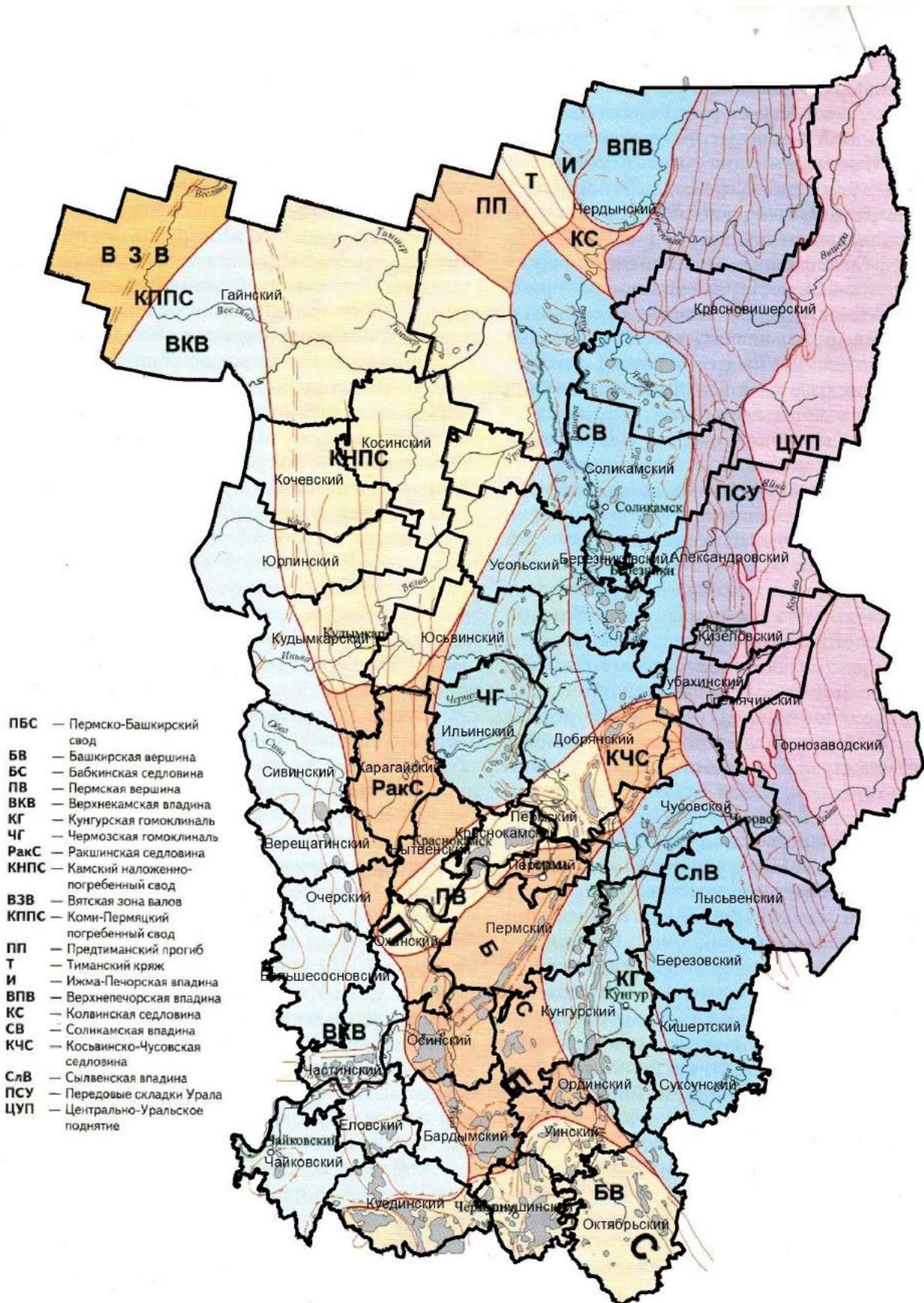


Рис. 1.2. Схема тектонического районирования Пермского края (Минерально-сырьевые ..., 2006), совмещённая со схемой административного деления. Передовыми складками Урала (ПСУ) на схеме обозначена Западно-Уральская внешняя зона складчатости

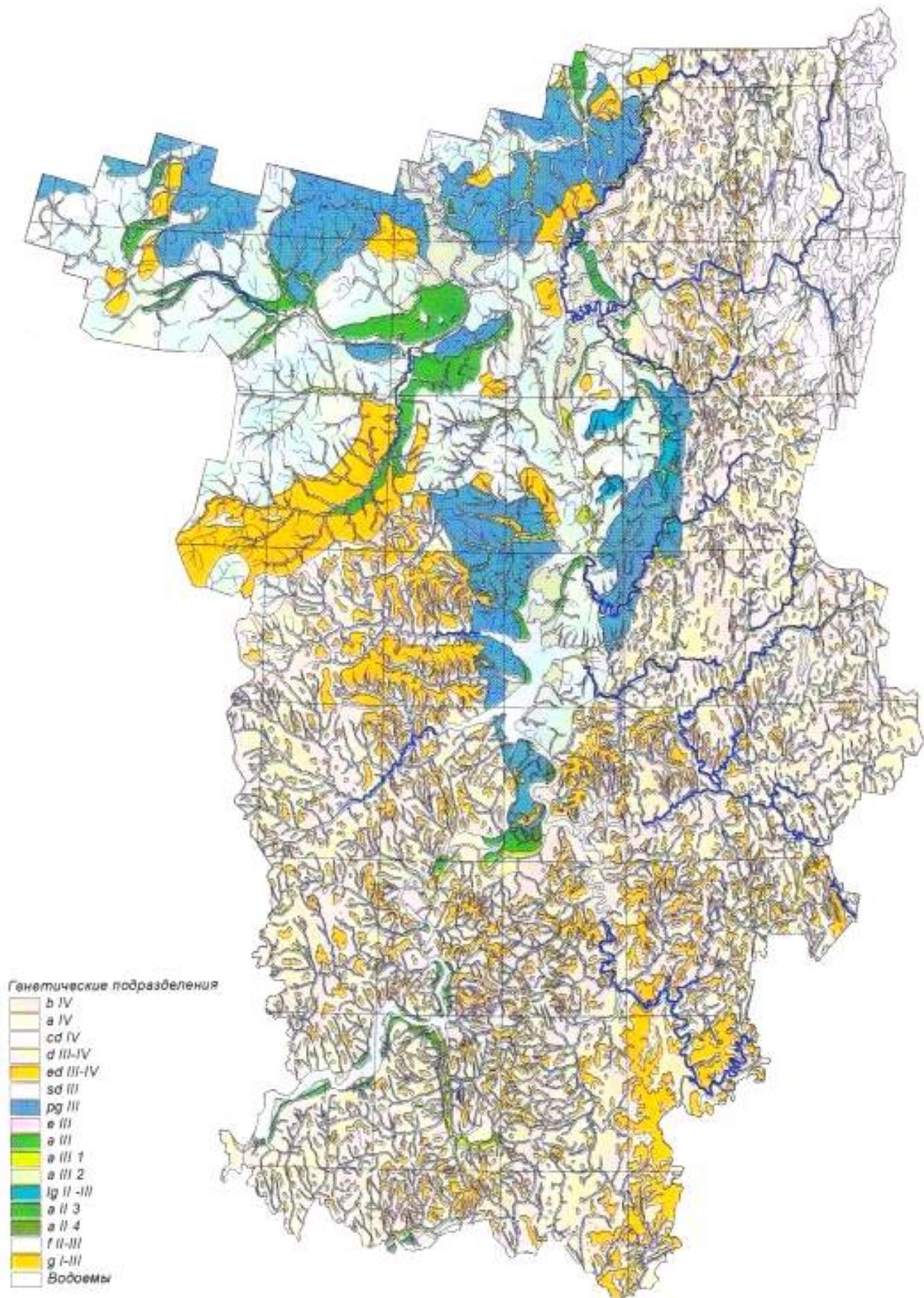


Рис. 1.3. Карта четвертичных отложений Пермского края, масштаб 1: 2 500 000 (составил Б.К. Ушков по материалам Уралгеолкома, Пермгеолкома, ПГГСП «Геокарта», АО «Пермнефть». Авторы использованных карт Б.И. Грайфер, В.А. Лидер, Т.Н. Попова, И.И. Черткова, 1997)

Условные обозначения к карте четвертичных отложений Пермского края

(генетические типы)

Современное звено

b IV – Болотные отложения. Торф, торфотуф, гумусированные глины

a IV – Аллювиальные отложения. Пойма и русло. Галечники, пески, суглинки, глины

cd IV – Коллювиально-делювиальные отложения. Суглинки с глыбами и щебнем скальных пород, щебнистый мелкозем, щебнево-глыбовые осыпи

Верхнее – современное звенья

d III-IV – Делювиальные отложения. Глины и суглинки с дресвой, щебнем и глыбами

ed III-IV – Эллювиально-делювиальные отложения. Глины и суглинки с дресвой, щебнем и глыбами подстилающих пород

Верхнее звено

sd III – Солифлюкционно-делювиальные отложения. Песчано-глинистый мелкозем со щебнем и глыбами местных пород

pg III – Полигенетические отложения. Суглинки, супеси лессовидных с тонкими прослоями песков, иногда с реликтами погребенных почв

e III – Элювиальные отложения. Глины и суглинки, щебень, глыбы, галечник

a III – Аллювиальные отложения первой и второй надпойменных террас

a III¹ – Аллювиальные отложения. Первая надпойменная терраса. Галечник, гравий, пески, супеси, суглинки, глины

a III² – Аллювиальные отложения. Вторая надпойменная терраса. Галечник, гравий, пески, супеси, суглинки, глины

Среднее – верхнее звенья

lg II-III – Озерно-ледниковые отложения. Пески, супеси, глины, суглинки, ритмично-слоистые (ленточные)

f II-III – Флювиогляциальные отложения. Окатанные валуны, галечники, гравий, пески косо- и диагонально-слоистые

Среднее звено

a II³ – Аллювиальные отложения. Третья надпойменная терраса. Галечник, гравий, пески, супеси, суглинки, глины

a II⁴ – Аллювиальные отложения. Четвертая надпойменная терраса. Пески, суглинки, глины, гравий, галечник

Нижнее – верхнее звенья

g I III – Ледниковые отложения. Валуны, галечники, гравий, щебень, супеси, комковатые суглинки с переотложенным материалом различного происхождения

* *

*

Дополнительной особенностью геологии восточной части территории края на западном склоне Урала является наличие выходов разнообразных магматических горных пород, которые распространены в Центрально-Уральском поднятии.

Перечисленные породы мезозоя, палеозоя и неопротерозоя перекрыты чехлом четвертичных отложений, часть которых при определенных условиях может быть общераспространёнными полезными ископаемыми.

В северной трети территории края присутствуют четвертичные ледниковые отложения нижнего – верхнего звена (рис. 1.3), флювиогляциальные – среднего – верхнего звена, полигенетические и болотные – верхнего звена. В южной части территории преобладают образования верхнего – современного звена. Причём западнее р. Камы – это элювиально-делювиальные, а восточнее – делювиальные. В горной части края на востоке его территории существуют коллювиально-делювиальные отложения современного звена, а также солифлюкционные.

Состав четвертичных геологических образований во многом определяется их генезисом и составом коренных пород. Элювиально-делювиальные отложения зависят от состава коренных нижележащих пород и подчиняются субмеридиональной зональности их размещения. Аллювиальные образования зависят от источника сноса и скорости водного потока, опреде-

ляемого рельефом, который в конечном счете также характеризуется субмеридиональной зональностью.

Северную часть Пермского края перекрывают ледниковые отложения, образующие другую, субширотную, зональность в размещении осадков. То же самое характерно для торфяных образований, положение которых контролируется широтной климатической зональностью (см. рис. 1.3).

В распределении генетических типов четвертичных отложений по площади Пермского края намечается субширотная зональность, связанная с деятельностью ледника и ролью климата. Это отличает их от распределения дочетвертичных пород, размещение которых характеризуется субмеридиональной зональностью.

В заключение следует отметить, что на размещение месторождений общераспространённых полезных ископаемых кроме геологического влияет экономический фактор. Месторождения чаще всего прогнозируются, разведываются и разрабатываются там, где востребованы содержащиеся в них полезные ископаемые. Это могут быть населённые пункты, дороги, сельскохозяйственные предприятия, объекты промышленного и гражданского строительства.

Как уже отмечалось, территорию Пермского края слагают четыре крупные геологические структуры: восточная часть Русской плиты, Предуральский краевой прогиб, Западно-Уральская внешняя зона складчатости и Центрально-Уральское поднятие, которые различаются по особенностям геологического строения и состава. Ниже остановимся более подробно на их характеристике.

1.3. Геология и полезные ископаемые востока Русской плиты

Западная половина Пермского края расположена на Волго-Уральской антеклизе восточной окраины Русской плиты. При почти горизонтальном залегании пород осадочного чехла близко к земной поверхности здесь располагаются преимущественно средне-верхнепермские красноцветные терригенные породы с маломощными линзами мергелей и известняков (Наливкин и др., 1969). В северо-западной части Пермского края на территории Коми-Пермяцкого округа выходят мезозойские терригенные отложения (см. рис. 1.1).

Среди средне-верхнепермских отложений платформенной части Пермского края месторождений строительных материалов не выявлено, если не считать связанных с ними небольших элювиально-делювиальных залежей песков и песчано-гравийных смесей с невысоким качеством сырья. Месторождений строительного камня среди карбонатных пород средней перми не обнаружено, однако сами карбонатные породы оценены как агросырьё.

Мезозойские образования перспективны на обнаружение месторождений строительных песков, которые тяготеют к терригенной толще средней юры.

Палеогеновые и неогеновые континентальные пески и галечники спорадически встречаются южнее п. Суксун в пределах увалистой полосы западного склона Урала. С палеоген-неогеновыми отложениями связаны также Сединское месторождение огнеупорных и тугоплавких глин, Пеньковское месторождение кирпичных глин, Усть-Игумская группа месторождений светлоглинистых глин. К аллювиальным отложениям надпойменных террас палеоген-неогенового возраста приурочены небольшое Ненастьинское месторождение песка низкого качества, Ильинское месторождение аллювиальных и эоловых песков (Объяснительная..., 1988).

Большая часть рассматриваемой территории Пермского края покрыта чехлом континентальных четвертичных отложений. Отложения четвертичной системы покрывают маломощным чехлом почти всю территорию, за исключением крутых скалистых склонов и вершин водоразделов, сложенных устойчивыми к выветриванию образованиями. По возрасту эти отложения относятся в основном к верхнему и современному отделам системы. По генетическим признакам выделяются следующие основные типы отложений: аллювиальные (Лунев, 1967), элювиальные, элювиально-делювиальные, делювиально-солифлюкционные, делюви-

ально-гравитационные, гравитационные, озерно-болотные, флювиогляциальные, ледниковые, а также полигенетические (см. рис. 1.3).

Среди четвертичных отложений разведано большое количество месторождений глин для грубой керамики (кирпича) и производства керамзитового гравия. Среди них основная масса имеет элювиально-делювиальный и делювиальный генезис (Санаторское, Бекрятское, Таушинское, Комарихинское). Часть месторождений имеет аллювиальное происхождение и связана с отложениями надпойменных террас: Бардымское, Сылвенское, Всеволодо-Вильвенское, Кишертское, Костаревское. Аллювиально-делювиальными являются глины Батурского, Гусевского, Русалевского, Усть-Гаревского, Кунгурского месторождений. К полигенетическим образованиям отнесены залежи глин Балмошевского, Лесная Дача, Молотовского, Юрятского, Южно-Комарихинского, Усть-Гаревского месторождений. К озерно-ледниковому типу относятся глины невысокого качества месторождений северных районов края. В Соликамском районе это месторождения Батуев Лог, Новый Батуев Лог, Александровский Лог.

Месторождения песчано-гравийных материалов в основном выявлены среди русловых и пойменных отложений. В русловой части аллювия р. Камы разведаны месторождения Закамское, Зеленихинское, Качкинское, Нытвенское, Оханское, Першинское, Таборское, Хмелевское, Заосиновское и др. К отложениям русла и поймы р. Камы относятся залежи Пролетарского и Сукманского месторождений. В надпойменных террасах выявлено месторождение Клестовское. В русле р. Тулвы разведаны Султанайское, Ишимовское и Крыловское месторождения, среди русловых и террасовых отложений р. Косьвы – месторождения Спуск и Тихая, в русле р. Сылва – Подкаменско-Плашкинское.

К элювиально-делювиальным отложениям приурочены небольшие месторождения гравийно-песчаной смеси, такие как разведанные в 70–80-х гг. Федоровское, Качинское, Яганское и Плосковское. Качество сырья этих месторождений, по сравнению с аллювиальными залежами, пониженное.

Большая часть месторождений песка разведана на надпойменных террасах. Причем, надпойменные залежи являются или целиком песчаными (Пролетарское, Субботинское, Заюрчимское, Тетеринское, Кирпичное и другие) или комплексными, когда песчано-гравийный материал залегает в основании чисто песчаных толщ и занимает подчиненное положение (Соликамское, Закамское, Заячья Горка, Кедровое, Придорожное и другие).

Кроме месторождений, разведанных среди отложений первой надпойменной террасы р. Камы (Закамское, Заюрчимское, Заячья Горка, Ильинское, Новинки, Пыскор, Кирпичное, Мошевское, Пролетарское, Субботинское, Соликамское, Тетеринское), изучены месторождения среди террасовых залежей р. Колвы (Покчинское), р. Обвы (Рождественское, Ошмашское) и р. Лысьвы (Сепычевское). Если Покчинское и Сепычевское целиком песчаные месторождения, то Рождественское и Ошмашское комплексные.

На территории Пермского края выявлено два небольших месторождения песка невысокого качества элювиально-делювиального генезиса – Акбашское и Каменское. Аптугайское месторождение сложено мелкими золотыми песками почти без глинистых примесей.

Таким образом, если месторождения глин можно обнаружить среди четвертичных отложений любого генезиса на всей территории края, то поиски достаточно крупных залежей песчано-гравийного материала для заполнения бетонов наиболее целесообразны среди русловых и пойменных отложений четвертичного возраста, а песка – среди аллювия надпойменных террас.

Широкое распространение осадочных горных пород в пределах равнинной части территории предопределило развитие в ней полезных ископаемых, образовавшихся исключительно в результате экзогенных процессов – осадконакопления и выветривания. Основу минерально-сырьевой базы этой части края составляют месторождения строительных материалов (глины, песчано-гравийные смеси). Платформенную часть Пермского края мы относим к *Камской минерагенической области*.

1.4. Геология и полезные ископаемые Предуральяского краевого прогиба

Предуральский краевой прогиб представляет собой крупную синклинорную структуру, переходную от Русской плиты к складчатому Уралу. Приосевая часть прогиба характеризуется развитием мощных толщ кунгурского яруса нижней перми, представленных доломитами, гипсами, ангидритами, каменными и калийными солями.

На западном крыле прогиба и по восточному борту Русской плиты на поверхность выходят карбонатные толщи артинского яруса и филипповского горизонта кунгурского яруса, а затем карбонатно-сульфатные породы иренского горизонта нижней перми. Среди перечисленных толщ разведаны Кишертское (Северное), Гамовское, Больше-Сарсинское, Дороховское, Истяжское месторождения. К рифогенной фации этого возраста относятся Дубовское, Шарашинское месторождения и месторождение Большой Лог.

В составе иренского горизонта кунгурского яруса широкое распространение получили ангидриты, переходящие по берегам рек в результате гидратации в невыдержанные по составу и мощностям залежи гипса (Даровских, Кудряшов, 1999). Среди них разведаны Соколино-Саркаевское месторождение гипса и ангидрита, Селищенское, Одиновское, Полазненское, Чумкаское, Ергачинское, Дейковское, Шубинское, Богомолдовское, Яковлевское и Зуевское месторождения строительного гипса.

Восточная граница площади прогиба с развитием пологих структурных форм в палеозойских отложениях к северу от широтного течения р. Лысьвы проходит вблизи выходов на поверхность пород артинского яруса из-под кунгурского. Распространёнными породами, слагающими восточный борт Предуральяского прогиба, являются терригенные и карбонатные породы ассельского, сакмарского и артинского ярусов нижней перми. К карбонатным породам нижней перми приурочены месторождения известняков Рассольное и Всеволодово-Вильвенское.

Разрезы восточного склона Предуральяского прогиба сложены терригенными породами молассового типа, значительную часть которых составляют конгломераты и песчаники, являющиеся источником формирования современных элювиальных месторождений гравийно-песчаных материалов.

В русловой и пойменной фациях р. Чусовой разведаны Антыбарское, Беловское, Загоскинское, Калининское, Комарихинское, Куликовское, Кучинское, Малышатское, Шалашинское, Шибановское месторождения песчано-гравийных материалов.

Своеобразие состава коренных пород, геологической структуры и полезных ископаемых позволяет выделить описанную территорию как Предуральскую минерагеническую область.

1.5. Геология и полезные ископаемые Западно-Уральской внешней зоны складчатости

В эту зону выделена самая западная часть складчатого Урала, сложенная в основном девонскими, каменноугольными и нижнепермскими породами. Нижнепалеозойские и протерозойские породы имеют ограниченное развитие на севере Пермского края. Все стратиграфические толщи собраны в сложные и крутые складки, часто имеющие разрывные нарушения.

В пределах зоны широко представлен весь комплекс терригенных и карбонатных осадочных пород, среди которых известна довольно большая группа разведанных месторождений строительных материалов и минерального химического сырья.

К терригенным отложениям нижнего девона приурочено Ново-Пашийское месторождение глинистых сланцев для производства цемента. К рифогенной фации извест-

няков верхнего девона и турнейского яруса нижнего карбона относятся крупное Ново-Пашийское месторождение известняков для производства цемента, Чаньвинское месторождение известняков для химической промышленности и Пихтовское месторождение мраморизованного известняка.

С карбонатными породами нижнего и среднего карбона связана большая группа месторождений известнякового строительного камня: Луньевское, Губахинское, Холодный Ключ. К верхнему карбону относятся Заготовкинское и Всеволодо-Вильвенское месторождения известняков.

Таким образом, Западно-Уральский регион обладает значительными ресурсами карбонатного сырья. Крупные залежи высококачественных палеозойских известняков сосредоточены во Всеволодо-Вильвенской группе месторождений в районе г. Александровска. Кроме того, крупные месторождения известняков и доломитов располагаются в окрестностях городов Кизел, Губаха, Чусовой, Кунгур.

1.6. Геология и полезные ископаемые Центрально-Уральского поднятия

Территория Центрально-Уральского поднятия охватывает центральную орогенную зону и прилегающую часть западного склона Урала. Она сложена метаморфизованными верхнепротерозойскими и нижнепалеозойскими породами и характеризуется сложным тектоническим строением (Аблизин и др., 1969). Крупные тектонические структуры, развитые в его пределах, осложнены складками разных порядков и многочисленными разрывными нарушениями типа взбросов и надвигов. Широко развиты дайки габбро-долеритов, известны небольшие массивы граносиенитов, менее распространены ультрабазиты (Зильберман и др., 2000).

Среди верхнепротерозойских и нижнепалеозойских пород, выходящих в пределах поднятия на земную поверхность, находятся мощные толщи осадочных и вулканогенно-осадочных пород. Широко распространены зеленокаменные и другие сланцы, кварцитопесчаники, кристаллические доломиты, мраморизованные карбонатные породы, конгломераты, алевролиты, аргиллиты. Вулканогенные образования представлены спилитами, порфиритами (Алексеев, Морозов, 1996, Курбацкая, 1997).

Территория Центрально-Уральского поднятия в промышленном отношении освоена слабо. В Горнозаводском районе разрабатываются Ломовское и Вижайское месторождения, вводится в эксплуатацию Ново-Вильвенское месторождение габбро-долеритов.

* * *

Таким образом, месторождения общераспространенных полезных ископаемых Пермского края весьма широко распространены и многообразны по составу. Те из них, которые связаны с четвертичными отложениями, преобладают на равнинной территории Русской плиты. Месторождения, связанные с более древними коренными породами, присутствуют в восточной части Пермского края в пределах Предуральского краевого прогиба, Западно-Уральской зоны складчатости и Центрально-Уральского поднятия.

ОБЩАЯ МИНЕРАГЕНИЯ

Общая минерагения рассматривает минерагенические формации горных пород и месторождения типовых геодинамических обстановок земной коры. Основу общей минерагении составляют формационный и палеотектонический анализ территорий, их минерагеническое районирование.

2.1. Геологические формации и их совокупности

Месторождения полезных ископаемых находятся в земной коре и залегают среди тел разнообразных горных пород либо являются их составными частями. Минерагенические исследования опираются на результаты тщательного исследования горных пород, окружающих месторождения. При этом выполняется фациальный анализ, выявляются фациальные условия образования и преобразования осадочных, магматических и метаморфических пород. Горные породы отдельных фаций объединяют в фациальные комплексы.

Фациальный комплекс – это естественная одновозрастная совокупность пространственно связанных горных пород, образовавшихся в близких фациальных условиях. Например, визейский угленосный фациальный комплекс западного склона Урала (УГ С_{1v}) объединяет слои терригенных, карбонатных пород и углей, образовавшихся в единых прибрежно-морских условиях. Для региональных минерагенических обобщений бывает необходимо анализировать совокупности горных пород и фациальных комплексов, объединяя их в геологические формации.

Геологическая формация – это естественная ассоциация горных пород, члены которой тесно парагенетически связаны друг с другом в возрастном и пространственном отношениях (Шатский, 1960). Геологические формации образуют естественные совокупности различных уровней распространения (рис. 2.1).

В соответствии с увеличивающимися уровнями распространения горных пород в пространстве земной коры намечается следующая таксономическая иерархия распространения горных пород и их совокупностей: *тело горной породы* → *фациальный комплекс* → *геологическая формация* → *ассоциация формаций (или подкласс формаций)* → *формационный ряд (или класс формаций)* → *группа формаций* → *серия формаций*.

2.1.1. Планетарные серии геологических формаций

Самую большую совокупность геологических формаций, которая отчетливо выделяется на планетарном уровне, будем именовать *серией формаций*. В истории земной коры намечаются 5 серий формаций горных пород (табл. 2.1), которые последовательно сменяют друг друга, отражая развитие её тектоносферы (Хаин, 1995а).

Таблица 2.1. Планетарные серии геологических формаций

Серия формаций	Преимущественное время существования	Этап существования тектоносферы Земли (по В.Е. Хаину)
Археокоровая	Ранний архей (катархей)	Доплитотектонический (плюм-тектоники)
Археократонная	Средний-поздний архей	Эмбриональной тектоники плит
Протократонная	Ранний протерозой	Тектоники малых плит
Протомегакратонная	Средний-поздний протерозой	Внутриплитной тектоники
Неократонная	Фанерозой	Окраинно-плитной тектоники

Древнейшую палеоархейскую (AR_1) серию формаций, связанную с формированием первой земной коры, назовём *археокоровой*. Серия представлена серогнейсовым комплексом пород, который, по мнению В.Е. Хаина, свидетельствует о доплитотектоническом этапе существования тектоносферы Земли.

На палеоархейской серии формаций залегают породы мезо- и неоархея ($AR_{2,3}$). Их строение свидетельствует об образовании в условиях небольших тектонически-устойчивых и прочных структур – кратонов ($\chi\rho\acute{\alpha}\tau\omicron\varsigma$ – сила) – будущих ядер древних платформ. Серию формаций пород среднего и позднего архея назовём *археократонной*, а условия тектоносферы её накопления – эмбриональной тектоникой плит (см. табл. 2.1).

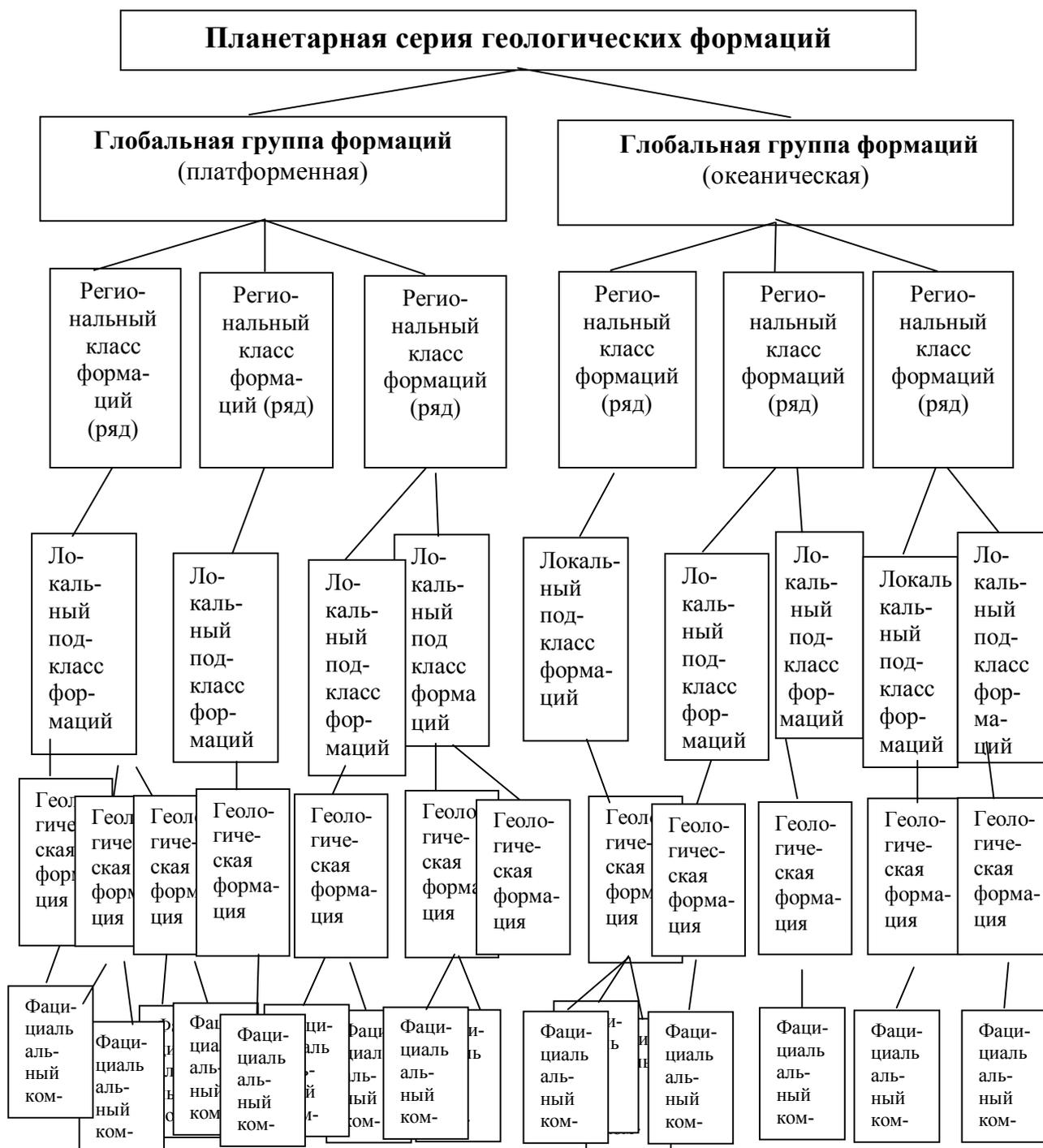


Рис. 2.1. Схема иерархии совокупностей геологических формаций

Палеопротерозойские (PR₁) формации имеют значительно большее распространение, что указывает на укрупнение кратонов, преобразование их в протоплатформы (протос – первый), разделенные протоокеанами. Эмбриональная тектоника плит сменяется тектоникой малых плит. Образуется *протократонная серия формаций*.

Литология и формации пород мезо-неопротерозоя (PR₂₋₃) свидетельствуют о существовании на Земле громадного суперконтинента, разбитого многочисленными недоразвитыми рифтами – авлакогенами, поэтому серии средне-позднепротерозойских пород дадим наименование *протомегакратонная*. Условия её формирования В.Е. Хаин назвал условиями внутриплитной тектоники.

Фанерозойская эонотема (РН) характеризовалась и характеризуется существованием неоплатформ, разделенных океанами. В этот отрезок времени сформировалась своеобразная *неократонная серия формаций*, отражающая существование окраинно-плитной тектоники.

2.1.2. Глобальные группы геологических формаций

Серии формаций состоят из двух совершенно различных по строению и составу групп пород. Их различие указывает на то, что каждая из них формировалась в условиях двух главных групп глобальных структур: платформенных и океанических. Поэтому одну из групп будем называть платформенной, а другую – океанической, добавляя к ним соответствующие акрону приставки. Так, археократонная серия формаций будет состоять из археоплатформенной и археоокеанической групп, протократонная – из протоплатформенной и протоокеанической, протомегакратонная – из протомегаплатформенной и протомегеокеанической, неократонная – из неоплатформенной и неокеанической.

Таким образом, *группа формаций* – это естественная совокупность формаций, образование которых связано с глобальными структурами I порядка – океаническими и платформенными. Это относится как к современным океанам и континентальным платформам, так и к древним. Например, рифей-фанерозойские формации осадочных и магматических пород Восточно-Европейской платформы образуют единую группу платформенных формаций. Обрамляющие платформу с востока формации горных пород палеозоя Уральской аккреционно-складчатой системы образуют группу океанических формаций.

2.1.3. Региональные классы геологических формаций (формационные ряды)

Класс или ряд формаций (формационный ряд) имеет уже не глобальное, а региональное распространение в пределах океанической или платформенной групп формаций. В древних геологических структурах формационный ряд объединяет формации крупного структурно-формационного блока земной коры, именуемого *мегазоной*. Пространственный уровень мегазоны обычно соответствует структуре II порядка.

Формации горных пород мегазоны имеют черты сходства между собой, указывающие на их формирование в условиях одного тектонического режима. В качестве примера приведем структурно-формационные мегазоны Урала (рис. 2.2).

В Уральской складчатой области, имеющей субмеридиональную ориентировку, в направлении с запада на восток последовательно выделяются следующие мегазоны и соответственно ряды формаций: Предуральская, Западно-Уральская, Центрально-Уральская, Тагильская, Восточно-Уральская, Зауральская. Каждая из них соответствует структуре II порядка: Предуральскому краевому прогибу, Западно-Уральской мегазоне складчатости, Центрально-Уральскому поднятию, Тагильскому мегасинклинию, Восточно-Уральскому поднятию, Зауральской структуре (см. рис. 2.2).

На платформах группы формаций также неоднородны. На отдельных участках платформ преобладают спокойно субгоризонтально залегающие комплексы осадочных пород плитного режима, образующие формационный ряд осадочного чехла, как в Волго-Уральской мегазоне. На

других участках платформ осадочный чехол бывает нарушен и рассечен магматическими породами режима активизации, образующими формационный ряд магматических пород фанерозоя.

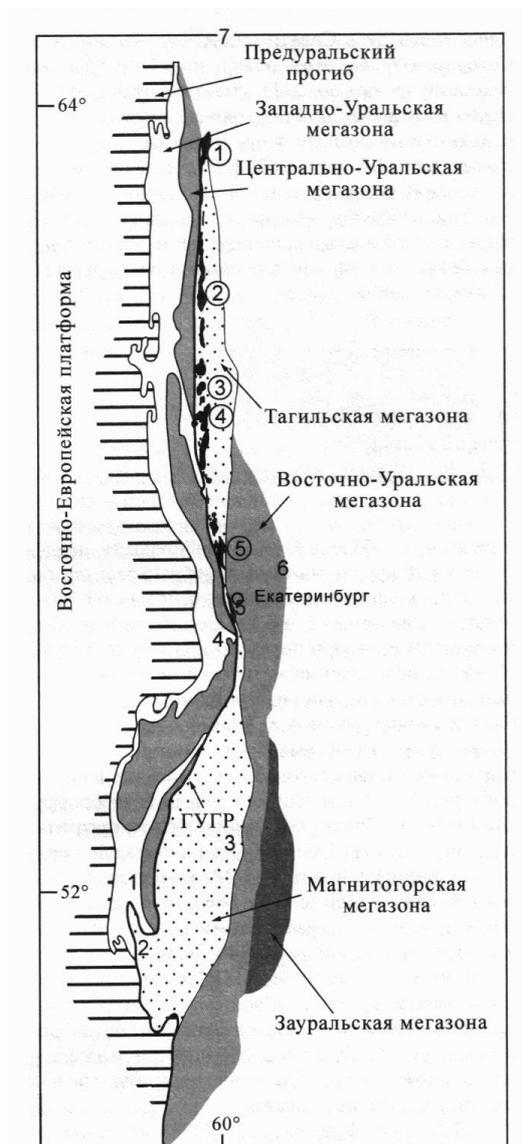


Рис. 2.2. Структурно-формационные мегазоны Урала (Пучков, 2010)

2.1.4. Локальные подклассы (ассоциации геологических формаций)

Внутри регионально распространенного ряда формаций выделяют локально распространенные подклассы или *ассоциации формаций*. В состав *подкласса* включают формации *структурно-формационных зон*, выделяемых внутри мегазоны (табл. 2.2).

Формации горных пород, образующие зону, более однородны, что указывает на их образование в условиях какой-то одной тектонической обстановки. Например, в Центрально-Уральской мегазоне западного склона Северного и Среднего Урала выделяются с запада на восток Кваркушко-Каменногорская, Улсовско-Висимская и Верхнепечорско-Кутимская зоны. Каждой зоне соответствует определенная совокупность (подкласс) формаций.

2.1.5. Сублокальные системы (геологические формации)

Как следует из табл. 2.2, ассоциации формаций, занимающие локальный уровень распространения, состоят из конкретных формаций горных пород, которые выделяются соответственно на сублокальном уровне. *Геологические формации* объединяют осадочные горные по-

роды, близкие по возрасту и литологическому составу, образовавшиеся в близких геологических условиях.

При необходимой детализации исследований формации могут быть разделены на *субформации*. Например, спарагмитовая формация верхнего рифея – венда на Западном Урале Ф.А. Курбацкой (1997) разделена на три субформации: красноцветную, сероцветную и зеленоцветную (см. табл. 2.2).

Таблица 2.2. Подклассы (ассоциации) формаций осадочных пород структурно-формационных зон Центрально-Уральской мегазоны Северного и Среднего Урала (по Ф.А. Курбацкой, 1997, с добавлениями)

Структурно-формационная		Геологическая формация	Индекс, возраст	Субформация	Литологический состав формации
мега-зона	зона (подкласс формаций)				
Центрально-Уральская	Кваркушско-Каменногорская	Флишоидно-молассоидная	ФМ(V_2)	–	Чередование аргиллитов, алевролитов и песчаников
		Спарагмитовая	СП ($R_3^3 - V_2^1$)	Красноцветная СПк($V_1 - V_2^1$)	Песчаники с прослоями алевролитов и аргиллитов
				Сероцветная СПс($R_3^3 - V_1$)	Алевролиты, аргиллиты, песчаники
				Зеленоцветная СПз($R_3^3 - V_1$)	Сланцы, песчаники, базальты, трахибазальты
		Карбостромово-переходно-сланцевая	КПС _{III} (R_3^2)	–	Глинистые сланцы
		Фалаховая	ФЛ _{III} (R_3^2)	–	Кварцитопесчаники
		Карбостромово-переходно-сланцевая	КПС _{II} (R_3^1)	–	Сланцы с прослоями доломитов и известняков
	Фалаховая	ФЛ _{II} (R_3^1)	–	Кварцитопесчаники	
	Улсовско-Висимская	Терригенная и кор выветривания	ТКВ ($D_1tk - D_2čs$)	–	Песчаники, алевролиты, аргиллиты, известняки
		Вулканогенно-органогенно-карбонатная	ВОК ($S_2 - D_1$)	Органогенно-карбонатная молассоидная ВОКок ($S_2 - D_1$)	Известняки, доломиты, углистые сланцы
		Карбонатно-вулканогенная терригенная	КТВ ($O_2 - S_1$)	Вулканогенно-карбонатная КТВвнк ($O_2^2 - S_1$)	Известняки, доломиты, мергели, туфы
	Верхнепечорско-Кутимская	Карбонатно-вулканогенная терригенная	КТВ ($O_2 - S_1$)	Вулканогенно-карбонатная КТВвнк ($O_2^2 - S_1$)	Известняки, доломиты, мергели, туфы
		Терригенно-вулканогенная базальная	ТВБ ($Є_3^3 - O_2^1$)	Терригенная ТВБт ($Є_3^3 - O_2^1$)	Конгломераты, гравелиты, известковистые песчаники
		Карбостромово-переходно-сланцевая	КПС _{II} (R_3^1)	–	Сланцы с прослоями доломитов и известняков
		Фалаховая	ФЛ _{II} (R_3^1)	–	Кварцитопесчаники
		Карбостромово-переходно-сланцевая	КПС _I (R_2)	–	Мраморы, мраморизованные известняки и доломиты

Наряду с формациями осадочных выделяют формации магматических пород. *Магматическая формация* – это естественная ассоциация магматических горных пород и их производных, находящаяся в определенной геологической обстановке и образовавшаяся в течение одной стадии тектономагматического цикла (Ибламинов и др., 2012).

Формационный анализ магматических горных пород основывается на использовании данных петрографических, петрохимических, геолого-структурных исследований, определениях относительного и абсолютного возраста магматитов, их изотопного состава. Обычно каждая структурно-формационная мегазона и зона отличаются набором (классом, подклассом) формаций. Так, Верхнепечорско-Кутимская зона на Западном Урале характеризуется присутствием магматических пород следующих формаций: дунит-перидотитовой, натриевых базальтов, лейкогранитовой, а Кваркушско-Каменногорская – пород щелочно-ультрамафитовой, трахибазальтовой, гарцбургит-ортопироксенит-норитовой формаций.

2.1.6. Местные системы (фациальные комплексы)

В ряде случаев для обозначения толщ своеобразных пород внутри формаций выделяют *фациальные комплексы*. Они имеют меньший, местный, уровень распространения по сравнению с сублокальным уровнем распространения геологических формаций.

Например, в Западно-Уральской складчатой мегазоне формация терригенная и кор выветривания (ТКВ D_{1tk}-D_{2čs}) включает два фациальных комплекса: такатинский терригенный (ТТ D_{1tk}) и яйвинский карбонатно-терригенный (ЯКТ D_{1kv}).

2.2. Минерагенические формации горных пород

Под минерагеническими понимаются формации горных пород, с которыми пространственно или генетически связаны месторождения полезных ископаемых.

В зависимости от той роли, которую играют геологические формации в размещении месторождений, А.И. Кривцов (1985) предложил подразделять их на рудовмещающие, рудоносные, рудогенерирующие и рудообразующие (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Минерагенические формации горных пород

Рудовмещающая формация является средой, содержащей наложенное оруденение, состав которого обычно не зависит от состава вмещающих пород. Подобное явление характерно для магматических месторождений естественных строительных камней, для гидротермальных месторождений.

Рудоносная формация может быть одновременно не только средой, но и источником вещества полезного ископаемого. В этом случае состав полезного ископаемого и состав окружающей формации находятся в тесной взаимосвязи. Например, для магматических месторождений естественных строительных камней формация магматических пород будет рудонос-

ной, эвапоритовая формация будет выступать в качестве рудоносной по отношению к залегающим в ней месторождениям карбонатных и сульфатных пород.

Рудогенерирующая формация объединяет горные породы, которые в процессе своего формирования служили источником вещества, энергии и флюидов для образования месторождений. Обычно это формации магматических горных пород, например лейкогранитовая, с которой бывают связаны грейзеновые или скарновые месторождения.

Рудообразующая формация рассматривается в качестве источника энергии для мобилизации вещества, концентрирующегося в месторождении. Это формации магматических пород, выделяющие при своем формировании тепло, которое благоприятно воздействовало на минералообразование, например, на метаморфические преобразования осадочных пород.

В размещении общераспространённых полезных ископаемых ведущую роль играют рудоносные и рудообразующие формации. Ниже составную часть слова рудо- мы будем употреблять в расширительном смысле, включающем и нерудные полезные ископаемые.

2.3. Палеотектонические обстановки земной коры

2.3.1. Понятие о палеотектонических обстановках

Особенности формационного состава горных пород и месторождений полезных ископаемых определяются тектоническими обстановками, существовавшими на территориях их распространения в течение геологической истории. Выше мы уже указывали на связь геологических формаций и палеотектонических обстановок (см. табл. 2.1).

По А. Митчеллу и М. Гарсону (1984), *тектоническая обстановка* – это геодинамические условия существования региона. Геодинамические условия региона зависят от его положения относительно границ литосферных плит и линейментов. Это могут быть:

- 1) обстановки границ сходящихся (конвергентных) плит,
- 2) обстановки расходящихся (дивергентных) плит,
- 3) внутриплитные обстановки.

Геодинамические обстановки обуславливают существование в земной коре тектонических обстановок, причем континентальные тектонические обстановки развиваются на коре континентального типа, окраинно-континентальные – на коре переходного типа, внутриокеанические – на коре океанического типа.

Палеотектоническими обстановками определяются:

1) палеорельеф территории, характер бассейнов осадконакопления, источники сноса и состав терригенного материала, возможности хемогенного и биогенного седиментогенеза, а следовательно, *набор формаций осадочных горных пород*;

2) строение недр региона и тем самым условия для выплавления, проникновения, дифференциации и кристаллизации магм, т.е. *совокупность формаций магматических горных пород*;

3) величина геотермического градиента, т.е. условия для *генерации флюидов, метаморфических преобразований* горных пород;

4) наличие дизъюнктивных и пликративных геологических структур, благоприятных для *миграции магм и флюидов* и локализации эндогенных месторождений полезных ископаемых;

5) *сохранность геологических формаций* и связанных с ними месторождений полезных ископаемых при последующих тектонических процессах, т.е. будут ли они эксгумированы в дальнейшем, подвергнуты эрозии и разрушению или будут захоронены и сохранены.

Восстановление тектонических обстановок геологического прошлого основывается на исследовании геологических формаций, типов полезных ископаемых и их взаимоотношений, а также на сопоставлении с современными обстановками, существующими на Земле.

2.3.2. Уровни распространения систем тектонических обстановок

Существование конкретной тектонической обстановки является результатом взаимодействия разнообразных разноуровневых систем тектонических условий планетарного, глобального, регионального и местного уровней.

Наиболее общие подходы к изучению подобных разноуровневых систем рассматриваются синергетикой. Термин «синергетика» предложен в 70-х гг. XX в. Г. Хакеном. Он происходит от греческого слова *συνεργεῖα* – совместное действие, сотрудничество. *Синергетика* рассматривает общие подходы к изучению универсальных свойств явлений самоорганизации в динамически неравновесных системах. *Неравновесные системы* – это открытые системы, обменивающиеся веществом и энергией с внешней средой.

Исходя из синергетических представлений Ф.А. Летников (1992) предлагает представлять земной шар как самоорганизующуюся систему, геосферы которой образовались в основном за счет диссипативных (от латинского слова *dissipatio* – рассеяние) процессов, а все разнообразные геологические обстановки подразделить на гиперсистемы, мегасистемы и мезосистемы. По его мнению, на ранних этапах своего существования Земля представляла собой единую гиперсистему, а после ее гетерогенизации на плиты и тектонические блоки – совокупность гиперсистем. Мегасистему образует единая геодинамическая обстановка и совокупность образовавшихся в ней ассоциаций горных пород различного состава.

Пользуясь синергетическими представлениями, можно утверждать, что в земной коре существуют и существовали разноуровневые системы палеотектонических обстановок и условий взаимодействия разнообразных геологических процессов. Результатом направленного действия процессов самоорганизации вещества явились разнообразные горные породы, их естественные ассоциации – геологические формации и совокупности формаций.

Рассмотренная нами выше (см. рис. 2.1) иерархия уровней природных совокупностей геологических формаций позволяет на её основе выделять уровни распространения в пространстве земной коры систем палеотектонических обстановок (табл. 2.3).

Таблица 2.3. Уровни совокупностей геологических формаций и соответствующие им системы тектонических обстановок

Уровень распространения	Совокупность		Системы тектонических обстановок, условий, фациальных обстановок
	геологических формаций	тектонических обстановок	
Планетарный	Серия геологических формаций	Серия тектонических обстановок	Планетарная система тектонических обстановок
Глобальный	Группа геологических формаций	Группа тектонических обстановок	Глобальная система тектонических обстановок
Региональный	Класс геологических формаций (<i>формационный ряд</i>)	Класс тектонических обстановок (<i>тектонический режим</i>)	Региональная система тектонических обстановок
Локальный	Подкласс геологических формаций (<i>ассоциация формаций</i>)	Тектоническая обстановка	Локальная система тектонических условий
Сублокальный	Геологическая формация, субформация	Тектоническое условие	Сублокальная система фациальных обстановок
Местный	Фациальный комплекс, фация	Фациальная обстановка	Фациальная обстановка

Самая крупная планетарная система тектонических обстановок объединяет серию обстановок. Планетарная система включает глобальные системы, состоящие из группы тектонических обстановок. Глобальные системы включают региональные системы, которые в свою очередь – классы обстановок. Наконец, следующим после регионального уровня систем яв-

ляется локальный. Локальную систему образует конкретная тектоническая обстановка, состоящая из подкласса тектонических условий. В ряде случаев выделяются сублокальный и местный уровни систем.

Уровни распространения – это фактически уменьшающиеся объемы земных недр, в которых проявляется действие систем. Каждый уровень распространения систем обстановок и образующих их геологических условий отражается в аналогичном уровне распространения геологических формаций и их совокупностей – как продуктов существования этих обстановок (см. табл. 2.3). Остановимся на каждой из систем подробнее.

2.3.3. Планетарные системы тектонических обстановок

Условия существования системы тектонических обстановок *планетарного уровня*, охватывающей целиком всю планету Земля, определяются состоянием ее тектоносферы, которое в свою очередь зависит от процессов конвекции вещества в ядре и мантии.

В геологической истории формирования тектоносферы Земли В.Е. Хаин (1995) выделяет 5 стадий, последовательно сменяющих друг друга: доплитотектоническую, эмбриональной тектоники плит, тектоники малых плит, внутриплитной тектоники, окраинно-плитной тектоники. Каждая стадия отличается своими особенностями тектонических обстановок, зафиксированных в геологической летописи в виде серий своеобразных геологических формаций. Нами перечисленные стадии рассматриваются как пять систем чередующихся во времени планетарных палеотектонических обстановок (серий обстановок), каждой из которых отвечает определенная серия геологических формаций (табл. 2.1, 2.4).

Таблица 2.4. Серии геологических формаций и соответствующие им планетарные системы тектонических обстановок в истории Земли

Серия формаций	Время формирования	Возраст, млрд лет	Планетарная система обстановок
<i>Археокоровая</i>	Ранний архей (катархей), AR ₁	4.0 – 3.0	Доплитотектоническая (плюмтектоники)
<i>Археократонная</i>	Средний-поздний архей, AR ₂₋₃	3.5 – 2.6	Эмбриональной тектоники плит
<i>Протократонная</i>	Ранний протерозой (карелий), PR ₁	2.6 – 1.6	Тектоники малых плит
<i>Протомегакратонная</i>	Средний-поздний протерозой (рифей – венд), PR ₂₋₃ (RF-V)	1.6 – 0.57	Внутриплитной тектоники
<i>Неократонная</i>	Фанерозой (палеозой – кайнозой), PH	0.57 – 0	Окраинно-плитной тектоники

На начальной раннеархейской стадии существования тектоносферы господствовала планетарная система обстановок плюмтектоники, или доплитотектоническая, реликтовым продуктом существования которой считается серия серогнейсовых *археокоровых* формаций.

В среднем – позднем архее получили начало плитотектонические процессы в виде пластичного рифтинга, которые привели к разрушению археокоры и обусловили появление серии обстановок эмбриональной тектоники плит. Отражением их существования являются геологические формации гранит-зеленокаменных областей и разделяющих их гранулитогнейсовых полей. Таким образом, можно предполагать, что в это время существовали соответственно группа археоокеанических и группа археоплатформенных палеотектонических обстановок. Саморазвитие системы в конце архея привело к формированию первого суперконтинента – Археопангея, или Пангея 0.

В раннем протерозое тектонические процессы были направлены к разрушению суперконтинента, которое привело к разделению его на протоплатформы, разделенные океанами. От-

носителем малый размер протоплатформ с археоконтинентальной корой обусловил существование системы планетарных обстановок тектоники малых плит. В результате образовалась серия *протократонных* формаций, представляющая собой чередование протоконтинентальных формаций с протоокеаническими (протоскладчатых областей). Саморазвитие этой системы обстановок снова закончилось консолидацией континентальной коры с образованием суперконтинента Протопангея (Пангея I).

Геологические данные по среднему-позднему протерозою отражают тектонические процессы, протекавшие главным образом во внутриплитных условиях Протопангеи, с чем и связано название средне-позднепротерозойской системы обстановок. Для названной системы обстановок характерна система протократонных формаций, разделенных авлакогеново-протоплатформенными.

Деструкция Протопангеи в конце рифея приводит к образованию платформ и разделяющих их территорий с океанической корой. Активные тектонические процессы протекают на границах литосферных плит, происходит смена системы обстановок внутриплитной тектоники обстановками окраинно-плитной тектоники фанерозоя.

Системы планетарных обстановок определяют облик минерагенических мегаэпох, своеобразие присущих им генетических групп месторождений полезных ископаемых и их вещественного состава.

Каждая система планетарных обстановок состоит из взаимодействующих друг с другом и взаимообусловленных подсистемных уровней. Внутри систем планетарных обстановок по интенсивности проявления геодинамических процессов, которые находят свое отражение в соответствующих уровнях формационных подсистем, могут быть выделены системы обстановок более низких уровней (см. табл. 2.3).

2.3.4. Глобальные системы тектонических обстановок

Современная планетарная система тектонических обстановок в качестве совокупности обстановок следующего уровня включает *глобальные системы обстановок*. Они обусловлены существованием платформенных и океанических систем. При этом платформенные обстановки включают территории, сложенные корой континентального типа, а океанические – корой океанического типа. В ископаемом состоянии реликты существования океанических обстановок представлены аккреционно-складчатыми системами, а платформенных – палеоплатформами, т.е. тектоническими *структурами первого порядка*.

К числу глобальных систем следует отнести группу обстановок, связанную с трансформными разломами и линеаментами. Трансформные разломы представляют собой протяженные зоны разрывных нарушений, накладывающиеся на платформенные и складчатые области. Линеаменты – это также протяженные структуры, наличие которых связывают с линейными структурами мантии Земли. С учётом сквозного глобального характера их следует выделять в третью группу обстановок рассматриваемого уровня.

Таким образом, серия тектонических обстановок планетарного уровня подразделяется на три группы обстановок глобального уровня – *платформенную, океаническую и трансформную*.

В каждой глобальной системе обстановок, начиная со средне-позднеархейской и заканчивая фанерозойской, имелись свои специфические условия, связанные с эволюцией систем планетарных обстановок. В серии планетарной системы обстановок эмбриональной тектоники плит среднего-позднего архея отчетливо выделяются археоплатформенная и археоокеаническая группы обстановок; в серии обстановок тектоники малых плит раннего протерозоя – протоплатформенная и протоокеаническая группы; в серии обстановок внутриплитной тектоники среднего-позднего протерозоя – протомегакратонная и интраокеаническая; в серии обстановок окраинно-плитной тектоники фанерозоя – платформенная и океаническая.

2.3.5. Региональные системы тектонических обстановок (тектонические режимы)

Внутри перечисленных глобальных групп тектонических систем современных обстановок отчетливо проявляются *классы систем обстановок* следующего регионального уровня. Обычно они носят более короткое название – *тектонические режимы*. Так, в пределах современных платформ можно выделить участки тектонической стабилизации с относительно спокойным *плитным режимом* и более активные участки с проявлениями магматизма, такие как территория Восточно-Африканской рифтовой системы, где преобладает режим *плитной активизации*. С позиции тектоники плит участки тектономагматической активизации представляют собой места зарождения спрединговых процессов, которые могут при определенном сочетании условий привести к формированию океанов. Поэтому систему обстановок их существования можно назвать *спрединговым режимом*.

Внутри океанической группы обстановок, вслед за J.T. Wilson (1966), будем выделять три тектонических режима (класса систем обстановок): *спрединговый, субдукционный, коллизионный* (табл. 2.5). В ископаемом состоянии в пределах складчатых областей продуктами существования палеотектонических обстановок, соответствующих режимам, являются классы геологических формаций, слагающие структурно-формационные мегазоны. Ранняя стадия развития океанов – спрединговая – фиксируется мегазонами, включающими шельфовые и офиолитовые ассоциации формаций, средняя – субдукционная – мегазонами, включающими флишевые и гранитоидные ассоциации, поздняя – коллизионная – мегазонами, включающими молассовые и другие формации.

Закрытие океанов приводит к образованию на их месте континентов (эпиплатформ), в пределах которых, как и на континентах с более древним основанием, могут существовать режимы тектонической стабилизации (плитный) и тектономагматической активизации (плитной активизации).

Каждому классу систем обстановок (режимов) отвечает класс совокупностей геологических формаций, или формационный ряд, обусловленный их существованием.

2.3.6. Локальные системы тектонических условий (тектонические обстановки)

Следующий, более детальный уровень систем тектонических условий, – *локальный*, т.е. уровень, не выходящий за пределы определенной местности. Совокупность существующих на этом уровне тектонических условий и есть *тектоническая обстановка*. Тектонические обстановки могут последовательно сменять друг друга во времени или существовать одновременно в разных частях пространства. В табл. 2.5 приведен перечень типовых, наиболее часто встречающихся обстановок.

На современных платформах, там, где господствует плитный режим, выделяются четыре основные тектонические обстановки: *трансгрессивная, инундационная, регрессивная и эмерсивная* (Бубнов, 1960). Первая устанавливается по наличию континентальной прибрежно-морской терригенной ассоциации геологических формаций, вторая – по морской терригенно-карбонатной ассоциации, третья – по лагунной континентально-морской, а четвертая – по континентальной терригенной ассоциации.

В мегазонах тектономагматической активизации платформ, существующих в условиях режима плитной активизации, выделяются тектонические обстановки *горячих точек, внутриконтинентальных авлакогенов и рифтов, межконтинентальных рифтов*. В ископаемом состоянии они характеризуются распространением ассоциаций формаций, образовавшихся в перечисленных обстановках.

Локальным системам тектонических условий в современных океанах с преобладанием спредингового режима отвечают *обстановки пассивной окраины, ложа океана, океанических островов (горячих точек), спредингового хребта*. В аккреционно-складчатых областях фанерозоя обстановки пассивных окраин фиксируются ассоциациями шельфовых формаций, а обстановки спредингового хребта – офиолитовой ассоциацией. В пределах мегазон ассоциа-

ции формаций образуют структурно-формационные зоны. Например, в пределах Тагильской мегазоны, сложенной формациями спредингового режима, отчетливо выделяется гипербазитовый пояс (Салатимский), сложенный породами офиолитовой ассоциации.

Таблица 2.5. Типовые тектонические обстановки и их совокупности: группы, классы (режимы)

Глобальная система (группа) обстановок	Региональная система (класс) обстановок или тектонический режим	Тектоническая обстановка (локальная система тектонических условий)
Платформенная	<i>Плитный</i>	Трансгрессивная
		Инундационная
		Регрессивная
		Эмерсивная
	<i>Плитной активизации</i>	Горячей точки
		Континентального рифта
Межконтинентального рифта		
Океаническая	<i>Спрединговый</i>	Пассивной окраины
		Внутриокеаническая
	<i>Субдукционный</i>	Активной окраины приконтинентальной
		Активной окраины островодужной
	<i>Коллизионный</i>	Окраины надвигающегося континента
		Краевого прогиба
		Надвигового пояса
		Сутурной зоны
		Окраины пододвигающегося континента
	Трансформенная	<i>Трансформных разломов</i>
<i>Линеаментов</i>		

В океанах с преобладанием субдукционного режима наряду с рассмотренными обстановками выделяются *обстановки активных окраин*, на которых происходит столкновение литосферных плит. В условиях пологой субдукции существуют приконтинентальные активные окраины с *обстановками внешней дуги, главной магматической дуги, тыловодужного магматического пояса, задугового рифта, краевого тыловодужного бассейна*. В условиях крутой субдукции существуют *обстановки островных дуг и задугового спредингового бассейна*. В ископаемом состоянии индикаторами обстановок субдукционного режима являются флишевая и гранитоидная ассоциации.

В условиях коллизионного режима выделяются *обстановки краевого прогиба, надвигового пояса, сутурной зоны и др.* В ископаемом состоянии их индикатором является молассовая ассоциация геологических формаций.

Из изложенного следует, что в ископаемом состоянии палеотектонической обстановке обычно отвечает ассоциация нескольких геологических формаций. Часто такая ассоциация имеет определенное структурное положение и образует структурно-формационную зону, образующую тектоническое подразделение *третьего порядка*. Например, Уфимско-Соликамскую структурно-формационную зону Предуральской мегазоны Уральской складчатой области образуют породы карбонатно-эвапоритовой ассоциации, включающей следующие формации: ассельско-артинскую морскую карбонатную, кунгурскую эвапоритовую и частично уфимско-татарскую терригенную лагунно-континентальную молассоидную (Ибламинов, Лебедев, 2004).

Таким образом, под *тектонической обстановкой* понимается локальная система геологических условий, являющаяся подсистемой и результатом существования систем более высокого уровня: регионального, глобального и планетарного. Ее существование определяется

стадией развития тектоносферы Земли (планетарной обстановкой), типом земной коры (глобальной обстановкой), положением в цикле Уилсона (тектоническим режимом). Сама специфика обстановки определяется ее местом в цикле Бертрана, положением ее относительно границ литосферных плит, климатическими условиями. Геологическим результатом существования обстановки обычно является структурно-формационная зона, состоящая из ассоциации парагенетически связанных геологических формаций.

2.3.7. Сублокальные и местные геологические условия

Локальные обстановки складываются из *сублокальных геологических условий*, приводящих к образованию отдельных формаций или субформаций горных пород. Часто именно условиями сублокального уровня определяются возможности концентрации полезных ископаемых.

Следующий уровень геологических условий, который можно назвать местным, т.е. имеющим местное значение, определяет возможности образования субформаций, фациальных комплексов и отдельных фаций.

Важный этап региональных минерагенических исследований – выявление закономерностей размещения формаций горных пород, обуславливающих минерагеническое районирование территорий.

2.4. Минерагеническое районирование

2.4.1. Общие положения

Минерагеническое районирование земной коры заключается в разделении её пространства на отдельные территории для выявления закономерностей в размещении месторождений полезных ископаемых и причин их существования. Эти подразделения необходимы для построения специальных минерагенических карт, на основе которых делаются теоретические обобщения о причинах образования месторождений и практические выводы о возможности обнаружения новых месторождений. Пространственные и временные подразделения являются базисом региональной и исторической минерагении.

В предыдущей главе было показано, что размещение горных пород на территории Пермского края характеризуется определенной системностью, отражающей строение земной коры. Теоретически эта системность объясняется существованием тектонических обстановок различных уровней распространения.

Описанные теоретические основы районирования позволяют выработать единый подход к минерагеническому районированию как складчатых, так и платформенных регионов. Рассмотрим его на примере Пермского края (табл. 2.6).

Минерагеническая провинция пространственно совпадает с крупными геологическими структурами (провинция Восточно-Европейской платформы на западе края, Уральская минерагеническая провинция на востоке).

Провинции подразделяются на *минерагенические субпровинции*. На платформе – это субпровинция Русской плиты. В складчатой системе деление на субпровинции осуществляется на основе выделения в них палеоконтинентального и палеоокеанического секторов. В Уральской провинции выделяются Западно-Уральская палеоконтинентальная субпровинция, где складчатые образования залегают на континентальной коре фундамента Русской плиты (западный палеоконтинентальный сектор), и Восточная, представленная преимущественно корой океанического типа (восточный палеоостроводужный сектор), границей между которыми является шовная зона Главного Уральского глубинного разлома.

Минерагенические области соответствуют структурно-формационным мегазонам субпровинций, содержащим классы формаций, образовавшиеся во время существования опреде-

ленного палеотектонического режима. Так, в состав западного палеоконтинентального сектора Среднего Урала входят три мегазоны: Предуральский краевой прогиб, сложенный отложениями флиша и молассы верхнего палеозоя – триаса, Западно-Уральская мегазона, являющаяся в палеозое пассивной окраиной Восточно-Европейской платформы, и Центрально-Уральская мегазона, сложенная метаморфизованными докембрийскими толщами, являющимися выступами фундамента Восточно-Европейской платформы (рис. 2.2). Перечисленным мегазонам соответствуют одноименные минерагенические области.

Таблица 2.6. Минерагеническое районирование территории сочленения окраины Европейского континента и уральской складчатой области

Минерагеническое подразделение	Платформа		Складчатая область	
	Структурно-формационное подразделение	Название	Структурно-формационное подразделение	Название
Провинция	Платформа	Восточно-Европейская	Складчатая система	Уральская
Субпровинция	Плита	Русской плиты	Складчатая субсистема	Западно-Уральская палеоконтинентальная
Область	Структурно-формационная мегазона	Камская	Структурно-формационная мегазона	Предуральская
Зона (пояс, бассейн)	Структурно-формационная зона	Камско-Башкирского мегасвода	Структурно-формационная зона	Уфимско-Соликамская
Район	Структурно-формационная подзона	Северный флювиогляциальный	Структурно-формационная подзона	Кунгурский
Поле	Участок подзоны		Участок подзоны	Иренское
Месторождение		Кедровое		Соколино-Саркаевское

Следующими в иерархии подразделений являются *минерагенические пояса*, или *бассейны*, отвечающие структурно-формационным зонам, сформировавшимся в конкретных палеотектонических обстановках. Они бывают сложены двумя-четырьмя взаимосвязанными формациями, образовавшимися в течение подстадии тектономагматического цикла. В качестве примера приведем зоны Уральской провинции, где в ее Центрально-Уральской минерагенической области выделяется Кваркушко-Каменногорская зона и соответствующий ей минерагенический пояс, сложенный комплексом формаций, образовавшихся в условиях рифтовой обстановки.

Следующему уровню строения земной коры соответствуют *минерагенические районы* – участки пояса (бассейна) площадью в сотни и тысячи квадратных километров, где сосредоточены месторождения полезных ископаемых. Районы обычно совпадают со структурно-формационными подзонами. Они характеризуются распространением геологических формаций, образовавшихся в определенной локальной палеотектонической обстановке.

В пределах районов располагаются поля месторождений полезных ископаемых (рудные поля), соответствующие участкам структурно-формационных подзон. Они часто представляют собой территории, объединяющие совокупность месторождений, имеющих общее происхождение и приуроченных к единой геологической структуре.

2.4.2. Минерагеническое районирование территории Пермского края

В предыдущей главе было показано, что размещение месторождений Пермского края в значительной степени контролируется крупными тектоническими структурами региона и слагающими их горными породами. Именно эти структурно-формационные критерии положены в основу минерагенического районирования территории (рис. 2.4).

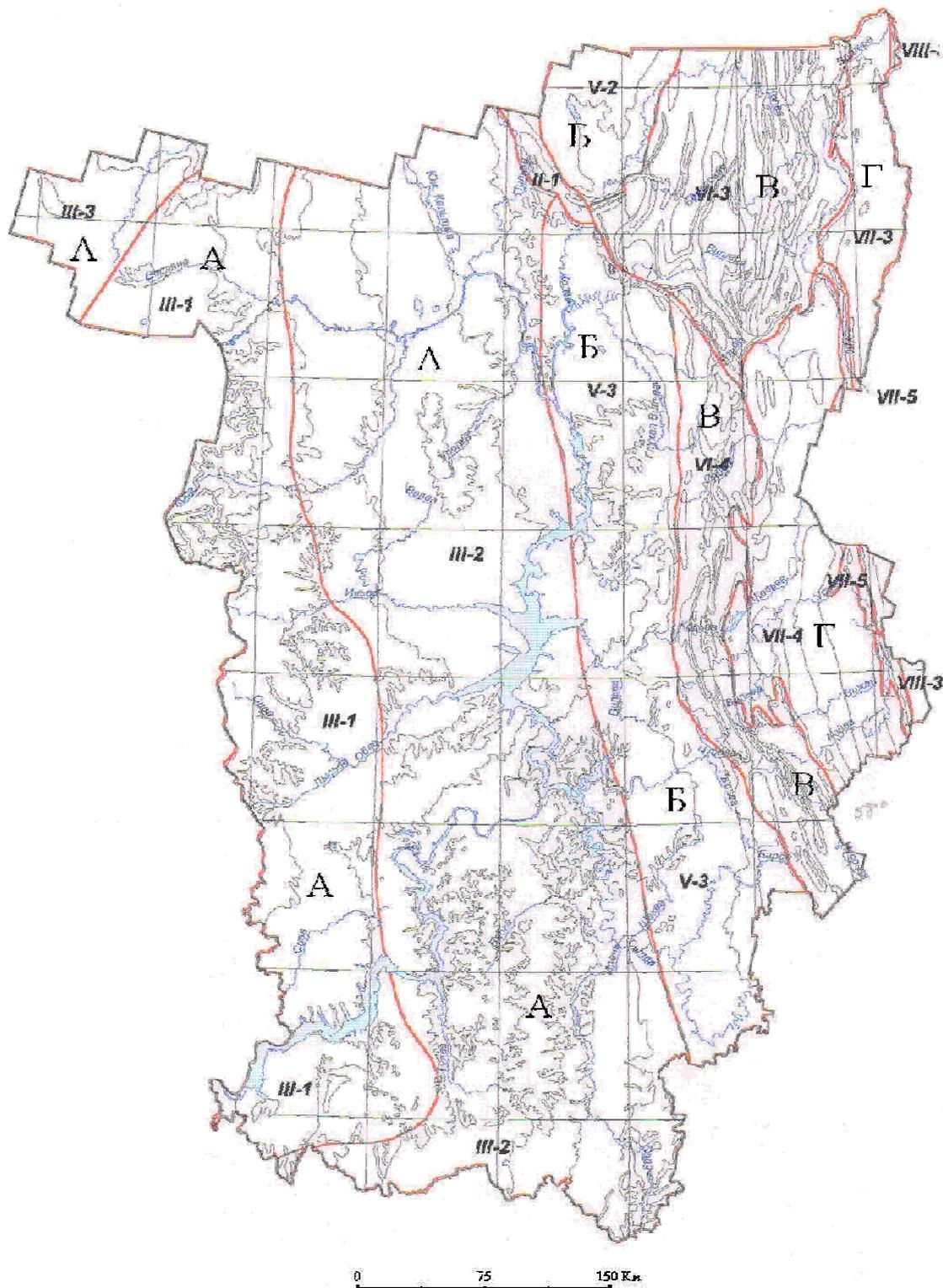


Рис. 2.4. Схема минерагенического районирования территории Пермского края (составлена на тектонической основе, разработанной ФГУП «Геокарта-Пермь»; условные обозначения приведены на следующей странице)

Условные обозначения к схеме минерагенического районирования территории Пермского края (рис. 2.4)

Тектонические структуры

- II – Тиманская антеклиза
- II-1 – Вычегодско-Колвинский мегавал
- III – Волго-Уральская антеклиза
- III-1 – Верхнекамская мегавпадина
- III-2 – Камско-Башкирский мегасвод
- III-3 – Юго-Восточный склон антеклизы
- V – Предуральский краевой прогиб
- V-2 – Большесынинско-Верхнепечорская мегавпадина
- V-3 – Уфимско-Соликамская мегавпадина
- VI – Западно-Уральская внешняя зона складчатости
- VI-3 – Щугорско-Вишерская структура
- VI-4 – Кизеловско-Дружининская структура
- VII – Центрально-Уральское поднятие
- VII-3 – Ляпинско-Кутимский мегантиклинорий
- VII-4 – Кваркушко-Каменногорский мегантиклинорий
- VII-5 – Улсовско-Висимский мегантиклинорий
- VIII – Тагильско-Магнитогорский прогиб
- VIII-3 – Тагильский мегасинклиний

Минерагенические области Пермского края

- A – Камская
- B – Предуральская
- B – Западно-Уральская
- Г – Центрально-Уральская

* *
*

Платформенную часть Пермского края мы относим к *Камской минерагенической области*, входящей в субпровинцию Русской плиты Восточно-Европейской провинции Камская область выделена в пределах одноименной пологопадающей на юго-запад моноклинали, образуемой верхнепермскими отложениями, которую наметил П.А. Софроницкий (1991).

Восточнее Камской области располагается Уральская минерагеническая провинция. На рассматриваемой территории по особенностям строения фундамента она подразделяется на три субпровинции: Печорско-Уральскую, Тимано-Уральскую и Русско-Уральскую (Ибламинов, 2001). В палеозое субпровинции представляли собой западный континентальный сектор Уральского палеоокеана.

В каждой субпровинции по три минерагенические области: *Центрально-Уральская*, *Западно-Уральская* и *Предуральская* (см. рис. 2.4). Одинаковое название областей в субпровинциях обусловлено общностью строения и состава пород осадочного чехла, формировавшихся после аккреции Печорской плиты к Русской в конце протерозоя.

В пределах платформенной части территории края и в Предуральском краевом прогибе (Камская и Предуральская минерагенические области) твердые полезные ископаемые содержатся в горных породах и отложениях верхней части разреза осадочного чехла, представленных экзогенными образованиями пермского и четвертичного возрастов. В породах нижней

части разреза осадочного чехла, начиная от девонских до нижнепермских, особое значение имеют месторождения нефти и газа, а также подземных вод.

Минерагения складчатой части территории (Западно-Уральская и Центрально-Уральская минерагенические области), где распространены горные породы различного возраста (от рифейского до кайнозойского), состава и происхождения, характеризуется преобладанием месторождений и проявлений полезных ископаемых как эндогенного, так и экзогенного происхождения.

Основываясь на результатах анализа пород осадочного чехла Русской плиты (Геологическое строение..., 1985), а также на результатах собственного анализа пространственно-временных соотношений осадочных образований региона и придерживаясь принципа соответствия геологической формации палеотектонической обстановке ее образования, мы объединили горные породы осадочного чехла в геологические формации, перечень которых приведен в следующей главе (табл. 3.1).

ИСТОРИЧЕСКАЯ МИНЕРАГЕНИЯ

3.1. Общие положения

История геологического развития территории Пермского края типична для зон сочленения платформенных и складчатых областей. Здесь геологические процессы протекали в условиях последовательно сменявших друг друга серий тектонических обстановок: эмбриональной тектоники плит архея, тектоники малых плит раннего протерозоя, внутриплитной тектоники позднего протерозоя и окраинно-плитной тектоники фанерозоя. Серии включали группы обстановок и тектонические режимы (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Временная и пространственная таксономия минерагении

Подразделения				Совокупности геологических формаций
временные			пространственные минерагенические	
минерагенические	палеотектонические	средняя продолжительность, млн лет		
Минерагеническая мегаэпоха	Тектонический мегацикл	500–600	Суперпровинция, провинция	Серии формаций
Минерагеническая эпоха	Тектонический цикл	150–200	Субпровинция	Группы формаций
Минерагенический этап	Стадия тектонического цикла (<i>тектонический режим</i>)	50–80	Область	Класс формаций (<i>формационный ряд</i>)
Минерагеническая фаза	Подстадия тектонического цикла	10–20	Пояс (бассейн, зона)	Ассоциация формаций
Минерагеническая субфаза	Отрезки подстадии	–	Район (узел)	Ассоциация формаций
Этап минералообразования	Отрезок подстадии	–	Рудное поле	Формация
Стадия минералообразования	Отрезок подстадии	–	Месторождение полезных ископаемых	Часть формации полезных ископаемых

Минерагеническая мегаэпоха соответствует длительности существования планетарных обстановок тектоносферы Земли, или мегациклам Уилсона, и соответственно времени формирования минерагенических суперпровинций или провинций. В геологической истории Земли выделяются пять мегаэпох (табл. 3.2), каждая из которых имеет своеобразный комплекс месторождений полезных ископаемых.

Минерагеническая эпоха по продолжительности соответствует тектономагматическому циклу Бертрана (например, каледонскому, герцинскому), в течение которого образуется субпровинция или ее часть и находящаяся в ней группа геологических формаций и формаций полезных ископаемых.

Следующее временное подразделение – *минерагенический этап*. Он соответствует стадии цикла тектонического развития территории. Обычно в пределах цикла существуют три стадии: ранняя, средняя и поздняя. Каждая стадия по длительности соответствует времени существования класса палеотектонических обстановок, или режимов. Выделяют, например,

ранний минерагенический этап герцинской эпохи. В течение этапа формируются геологические тела, отвечающие структурно-формационным мегаэонам, или *минерагеническим областям*.

Таблица 3.2. Мегаэпохи, планетарные системы тектонических обстановок и серии геологических формаций в истории Земли

Мегаэпоха	Возраст, млрд лет (Хаин, 1995)	Планетарная система обстановок	Серия формаций
Палеоархейская (катархейская), AR ₁	4.0 – 3.0	Доплитотектоническая (плюмтектоники)	Археокоровая
Мезонеоархейская, AR _{2,3}	3.5 – 2.6	Эмбриональной тектоники плит	Археократонная
Палеопротерозойская (карелийская), PR ₁	2.6 – 1.6	Тектоники малых плит	Протократонная
Мезопротерозойская (рифей-вендская), PR _{2,3} (RF-V)	1.6 – 0.57	Внутриплитной тектоники	Протомегакратонная
Фанерозойская (палеозой – кайнозой), PH	0.57 – 0	Окраинно-плитной тектоники	Неократонная

В пределах этапов выделяются *минерагенические фазы* – отрезки времени протекания подстадий тектономагматических циклов, когда существует определенная палеотектоническая обстановка и образуется подкласс геологических и минерагенических формаций *структурно-формационной зоны* или *минерагенического пояса*.

Еще более дробной временной категорией является *этап минералообразования*, который соответствует длительности существования местных палеотектонических условий становления геологической формации.

В течение определенной *стадии минералообразования* образуется основная масса полезных ископаемых месторождения.

3.2. Минерагенические мегаэпохи Пермского края

Современные исследования щитов древних платформ показывают, что главными структурными элементами археократонных формаций являются гранит-зеленокаменные области (ГЗО) мезоархея (AR₂) и разделяющие их гранулитогнейсовые пояса (Г-улГП) неоархея (AR₃) (Хаин, Ломизе, 1995а), рис. 3.1.

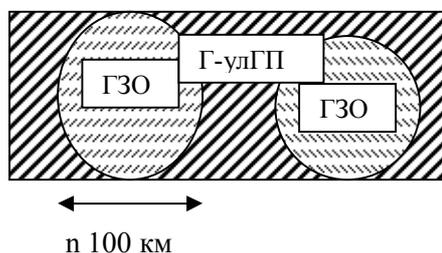


Рис. 3.1. Схема строения архейского фундамента платформ, обозначения в тексте

Гранит-зеленокаменные области, являясь основными структурными элементами архейского фундамента, слагают крупные блоки размером в несколько сотен километров в поперечнике (рис. 3.2).

В пределах ГЗО выделяются протяженные субпараллельные в плане полосы шириной в десятки, длиной в сотни километров, сложенные слабометаморфизованными осадочно-вулканогенными породами с вулканитами преимущественно основного состава. Комплекс этих пород получил название зеленокаменных поясов.

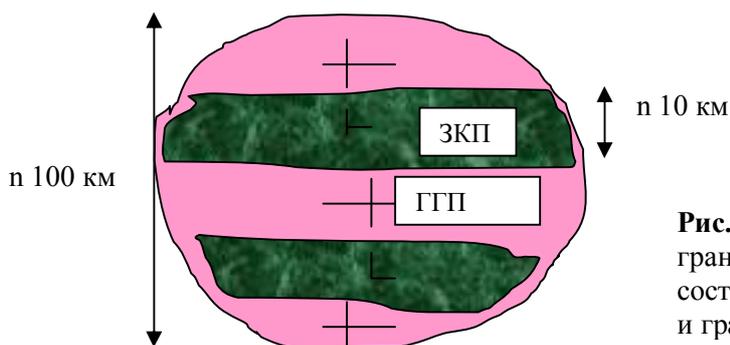


Рис. 3.2. Схема строения гранит-зеленокаменной области (ГЗО), состоящей из зеленокаменных поясов (ЗКП) и гранитогнейсовых полей (ГГП)

Пояса разделяются другим структурным элементом гранит-зеленокаменных областей – гранитогнейсовыми полями, заложенными ещё в раннем архее. Об этом свидетельствует наличие в них на удалении от зеленокаменных поясов серых гнейсов, подвергшихся интенсивной гранитизации в позднем архее. В некоторых случаях гранитогнейсовые поля представлены куполами, окруженными зеленокаменными поясами.

На территории Пермского края о существовании серий обстановок эмбриональной тектоники плит *мезонеоархейской мегаэпохи* можно судить лишь косвенно по геофизическим исследованиям фундамента, данным бурения, а также геологическим исследованиям соседних территорий (Чадаев и др. 2011). Эти данные свидетельствуют о существовании в фундаменте субширотных геофизических структур, фиксирующихся чередованием магнитных и гравитационных полей. Они отражают наличие в фундаменте гранит-зеленокаменных областей, характерных для *мезонеоархейской мегаэпохи* (рис. 3.3).

В течение *палеопротерозойской мегаэпохи* территория края, по-видимому, находилась в протоплатформенных условиях. Об этом могут свидетельствовать исследования А.В. Маслова (2012), которые показали, что состав терригенных пород рифея Волго-Уральской области сформировался в основном за счет размыва примитивных архейских субстратов.

Формации горных пород, образовавшиеся в условиях внутриплитной тектоники *мезонеопротерозойской мегаэпохи* (рифей-вендской) изучены достаточно подробно. Большинство пород рифея и раннего венда накапливалось в рифтогенной тектонической обстановке. На западе края в пределах платформы они распространены главным образом в авлакогенах и перекрыты чехлом пород позднего венда и палеозоя. В Уральской минерагенической провинции породы мегаэпохи обнажаются в Центрально-Уральской минерагенической области (Кваркушко-Каменногорская структура), где могут быть продуктивными в отношении общераспространенных полезных ископаемых.

В течение *мезонеопротерозойской мегаэпохи* намечается байкальская эпоха формирования пород позднего венда – кембрия, которые обнажаются в пределах Западно-Уральской и главным образом Центрально-Уральской минерагенических областей.

Породы *фанерозойской мегаэпохи* распространены практически повсеместно, образуя осадочный чехол минерагенических областей. В течение мегаэпохи существовали четыре эпохи: каледонская, герцинская, киммерийская и альпийская.

Палеозойские породы планетарной системы обстановок окраинно-плитной тектоники слагают осадочный чехол Камской минерагенической области, а также Предуральскую и Западно-Уральскую. Причем, если в Камской и Предуральской областях продуктивное содержание общераспространенных полезных ископаемых установлено только в верхней части разреза пермских отложений и перекрывающих её четвертичных, то в Западно-Уральской минерагенической области промышленное значение могут иметь более древние породы палеозоя благодаря их выходам на поверхность.

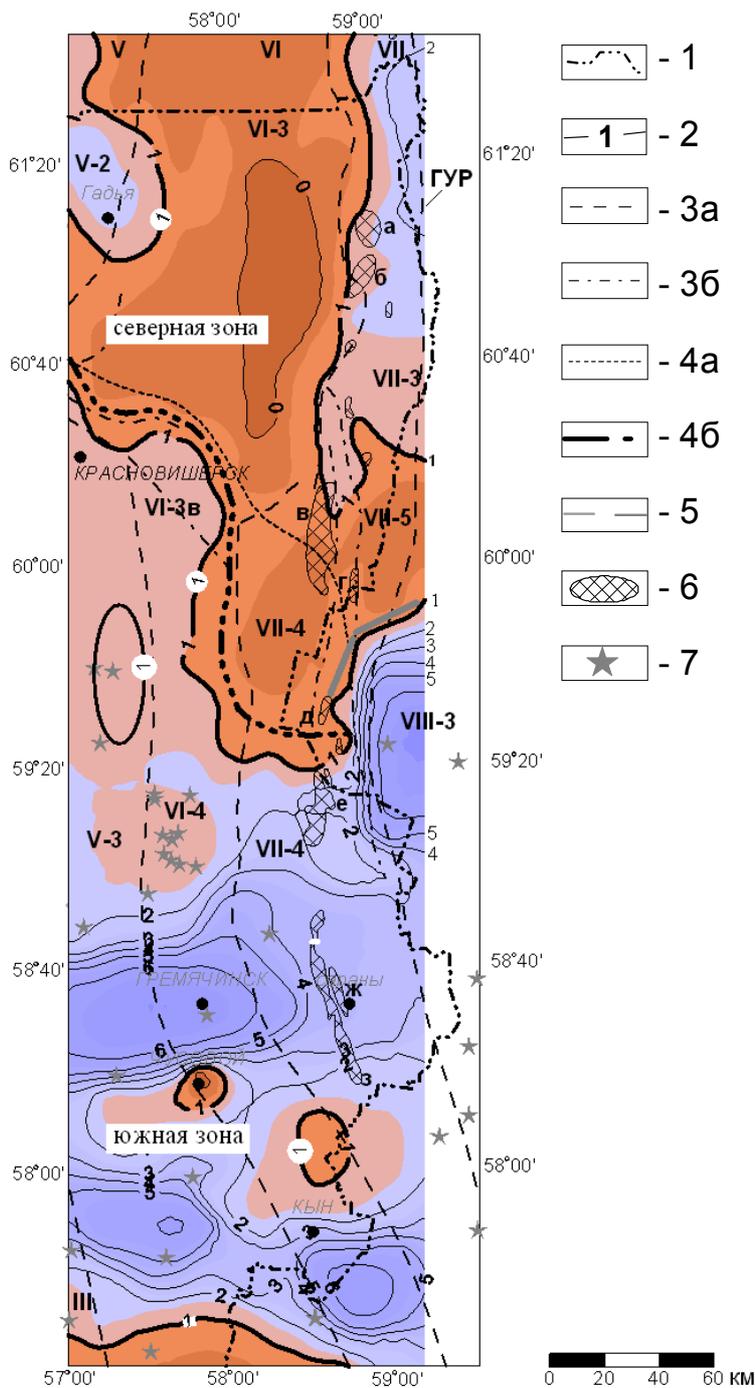


Рис. 3.3. Карта строения фундамента Русской (южная зона) и Печорской плит (северная зона) восточной части Пермского края по значениям адмиттанса: 1 – граница Пермского края; 2 – изолинии значений адмиттанса, $|\Delta g_{\text{норм}}|/|\Delta T_{\text{норм}}|$; 3 – границы структур чехла: 3а – второго порядка, 3б – третьего порядка; 4 – границы фундаментов Русской и Печорской плит: 4а – по имеющимся данным, 4б – по данным авторов; 5 – разломы; 6 – поля распространения даек габбро-долеритов; 7 – эпицентры землетрясений. Наименование структур: III – Волго-Уральская антеклиза; V – Предуральский краевой прогиб, мегавпадины: V-2 – Большесыньинско-Верхнепечорская, V-3 – Уфимско-Соликамская; VI – Западно-Уральская внешняя зона складчатости, структуры: VI-3 – Щугоро-Вишерская, VI-4 – Кизеловско-Дружининская, VI-3в – Полюдовско-Колчимская; VII – Центрально-Уральское поднятие, мегантиклинории: VII-3 – Ляпинско-Кутимский, VII-4 – Кваркушко-Каменногорский, VII-5 – Условско-Висимский мегасинклиорий; VIII-3 – Тагильский мегасинклиорий.

В пределах Русской плиты отчетливо видны субширотные геофизические структуры чередующихся гранит-зеленокаменных (синее) и гранулитогнейсовых (оранжевое) областей (Чадаев и др., 2011)

При тектонической активизации плитного режима в мезозоопротерозое, а также при формировании Уральского палеоокеана в палеозое на территории имели место магматические процессы, которые привели к образованию массивов магматических горных пород. Многочисленные тела магматических пород характерны для Западно-Уральской зоны складчатости (Западно-Уральской минерагенической области), Центрально-Уральского поднятия (Центрально-Уральской минерагенической области) и Тагильского мегасинклиория. Вместе с тем магматические породы зафиксированы и в пределах платформенной части региона в скважинах и геофизическими методами среди архейско-раннепротерозойских пород фундамента, рифейских и вендских отложений осадочного чехла (Белоконь и др., 2001).

3.3. Минерагенические эпохи и этапы

По распределению формаций горных пород в составе осадочного чехла в геологическом времени внутри эпох выделены *минерагенические этапы*. Каждый этап отличается своеобразием палеотектонических обстановок и фациальных условий образования месторождений и существованием специфических геохимических барьеров, которые приводят к концентрации полезных ископаемых.

3.3.1. Байкальская минерагеническая эпоха (R₂-V₂)

Формации байкальской эпохи распространены преимущественно в Центрально-Уральской минерагенической области.

Раннебайкальский этап эпохи представлен цикличным рядом формаций среднего и верхнего рифея, сформировавшимися в условиях периконтинентального тектонического режима. Цикличность проявляется в чередовании мраморизованных карбонатных пород мойвинской и муравьинской свит среднего рифея (фалаховая формация, RF_2mv+mr), кварцитопесчаников рассольнинской и ишеримской свит (RF_3rs, is), сланцевых пород дёминской, вёльсовской, клыктанской и федотовской свит ($RF_3 dm, vl, kl, fd$), преимущественно терригенных пород усьвинской свиты ($RF_3 us$) верхнего рифея (табл. 3.3).

Развитие раннебайкальского этапа началось с трансгрессивной обстановки накопления клыктанской сланцево-карбонатной свиты мощностью (h) до 650 м. Вышележащая федотовская свита (h до 1150 м) углисто-серицит-кварцевых сланцев содержит в средней части разреза базальт-риолитовый комплекс. Состав осадков свидетельствует о восстановительных условиях осадконакопления и инундационной тектонической обстановке. Наличие в усьвинской свите (h 1180 м) более грубообломочных пород даёт основание считать обстановку её образования регрессивной. Завершается разрез рифея вулканогенной щегровитской свитой, в её нижней части (h 820 м) преобладают базальты, андезибазальты и андезиты, иногда с подушечной отдельностью, в верхней 80-метровой толще присутствуют умеренно-щелочные породы: трахибазальты, трахиандезибазальты, трахиандезиты, трахиты, латиты наземного облика. Литолого-петрографические особенности пород щегровитской свиты свидетельствуют о переходе территории от регрессивной к эмерсивной обстановке.

Среднебайкальский этап фиксирует вендский разрез осадочных пород, который начинается танинская свита (h до 560 м) трансгрессивными базальными породами: тиллитовидными конгломератами с прослоями песчаников и алевролитов. Среди обломков присутствуют хромититы сарановского комплекса. Песчано-глинистый состав вышележащей гаревской свиты (h 520 м) и перекрывающей её койвинской (h 200-250 м) алевролит-аргиллитовой с пелитоморфными известняками и доломитами характеризует продолжение трансгрессии и переход к мелководной лагунной обстановке. Инундационная обстановка наступила в бутонское время, осадки которого представлены углистыми алевроаргиллитами с прослоями песчаников (h 300 – 400 м). Бассейн, по-видимому, был замкнутым, достаточно глубоководным и характеризовался не только восстановительными условиями, но и повышенными содержаниями фосфора. Завершает разрез нижнего венда керносская свита (h 470 м). Её нижняя наибольшая по мощности часть представлена фосфатоносными песчаниками, а верхняя – карбонатно-вулканогенными породами. Она фиксирует переход от инундационной обстановки к регрессивной и эмерсивной с наземными излияниями. Перечисленные толщи среднебайкальского этапа образуют спарагмитовую формацию (Курбацкая, 1997).

Вулканогенные породы объединены в дворецкий гиаломеланефелинит-трахибазальтовый комплекс. Определения абсолютного возраста Rb-Sr методом по трахиандезитам дали 559 млн л., а Sm-Nd – 568 млн л., что отвечает границе нижнего и верхнего венда. Дворецкий комплекс входит в состав щелочно-ультрамафитовой формации раннего венда.

Таблица 3.3. Распределение геологических формаций (курсив) и связанных с ними типов общераспространенных полезных ископаемых по минерагеническим областям и этапам байкальской эпохи

Минерагенический этап	Минерагеническая область			
	Камская	Предуральская	Западно-Уральская	Центрально-Уральская
Позднебайкальский	Формации горных пород Камской и Предуральской областей из-за их глубокого залегания не рассматриваются		<i>Долерит-пикритовая V₂sk–V₂us</i> (строительные камни)	
			<i>Шлировая (V₂sp, pr, ck, us)</i>	
Среднебайкальский	областей из-за их глубокого залегания не рассматриваются как перспективные для промышленного использования общераспространенных полезных ископаемых		<i>Спарагмитовая V₁tn, gr, kv, bt, kr</i> (строительные камни)	
Раннебайкальский			<i>Щелочно-ультрамафитовая V₁</i>	
			<i>Гарцбургит-ортопироксенит-норитовая V₁</i> (строительный камень)	
			<i>Трахибазальтовая RF₃sg</i>	
			<i>Фалаховая RF₃us</i>	
			<i>Трахибазальтовая RF₃fd</i> (естественные строительные камни – граносиениты)	
			<i>Карбостромово-переходосланцевая RF₃fd</i>	
	<i>Карбостромово-переходосланцевая RF₃ dm, kl, vl</i>			
			<i>Базальт-долеритовая RF₃?</i>	
		<i>Фалаховая RF₃rs, is</i> (кварцитопесчаники)		
		<i>Карбостромово-переходосланцевая RF₂mv+mr</i> (карбонатные породы)		

В течение среднебайкальского этапа произошла рифтогенная тектономагматическая активизация региона с образованием характерной ассоциации магматических горных пород.

Позднебайкальский этап связан с третьим, завершающим, циклом неопротерозоя. Его начинает старопечнинская свита (h 200 м), которая, как и вышележащие свиты, относится к верхнему венду. Она сложена тиллитовидными конгломератами, алевролитами, аргиллитами и мелкозернистыми песчаниками, которые характеризуют трансгрессивную обстановку. Следующая, перевалокская свита (h 300 м), состоящая из слюдистых алевролитов и аргиллитов с многочисленными остатками органостенных организмов, характеризует более глубоководную инундационную обстановку. По мнению Д.В. Гражданкина и др. (2010), осадконакопление в старопечнинское и перевалокское время происходило в условиях подводной илистой равнины. Чернокаменная свита (h 800 – 1700 м), представленная чередованием аргиллитов, алевролитов, песчаников, может отражать регрессивную обстановку. Определения по туфовым цирконам абсолютного возраста пород показали 557+37 млн лет, что соответствует верхнему венду. Завершает разрез венда усть-сылвицкая свита (h 350 м) песчаников с грубой слоистостью, присутствие которых может указывать на продолжение регрессивной обстановки. Осадконакопление, по мнению А.В. Маслова с коллегами, протекало в условиях прodelьтового фронта. После этого наступает эмерсивная обстановка, о которой свидетельствует стратиграфический перерыв между вендом и палеозоем.

В новейших исследованиях вся толща верхнего венда отнесена к шлировой формации, которую в России предложил выделять В.Е. Хаин (1964) как нижнюю морскую молассу. Накопление шлировой формации в позднем венде протекало в дистальных обстановках Мезенского Предтимаанского предгорного палеобассейна (Гражданкин и др., 2010).

В конце байкальской эпохи произошло закрытие рифта и поздневендские образования старопечнинской, перевалокской, чернокаменной и устьсылвицкой свит (*V₂ sp, pr, ck, us*) уже в условиях плитного режима перекрыли рифтогенные образования.

Таким образом, в течение неопротерозоя регион развивался циклично. Существовали три мегацикла: позднерифейский, когда накопился циклический ряд фалаховых, переходносланцевых и карбостромовых формаций общей мощностью около 3880 м, ранневендский цикл с накоплением спарагмитовой формации – 2125 м, поздневендский с накоплением шлировой формации – 2100 м. Последняя прослеживается по всей северо-восточной окраине Русской плиты.

Важной особенностью разреза неопротерозоя Центрально-Уральской области является наличие в ней вулканогенных пород. В позднем рифее инундационной обстановке наибольшего опускания соответствует бимодальный базальт-риолитовый фэдотовский комплекс. Эмерсивной обстановке конца первого мегацикла отвечает интенсивный андезит-базальтовый магматизм с образованием вначале нормально-щелочных, а в конце умеренно-щелочных пород (щегровитский трахибазальт-базальтовый комплекс).

В раннем венде вулканические образования завершают процесс осадконакопления и приурочены к регрессивной и эмерсивной обстановкам завершения цикла. Образуется дворецкокусьинская вулканоплутоническая ассоциация (по С. Суслову), основу которой составляет дворецкий гиаломеланефелинит-трахибазальтовый комплекс.

В породах верхнего венда вулканический материал присутствует в виде прослоев туфовой составляющей.

Очевидно, что в начальной стадии формирования бассейна преобладал коровый риолитовый магматизм, который к концу рифейского мегацикла сменился мантийным базальтоидным, а затем при завершении ранневендского цикла – щелочным с явным глубинным мантийным источником (Ибламинов, Сулов, 2015).

Многие из перечисленных горных пород рифея и венда Центрально-Уральской и Западно-Уральской минерагенических областей благодаря складчатости выходят на поверхность и могут быть перспективными для использования общераспространённых полезных ископаемых и в первую очередь в качестве естественных строительных камней (см. табл. 3.3).

Породы рифея и нижнего венда имеются и на платформе в Камской минерагенической области, где они приурочены к авлакогенам. Породы верхнего венда покрывают территорию сплошным чехлом, однако все они перекрыты мощным чехлом палеозойских пород и могут представлять интерес для поисков месторождений нефти.

3.3.2. Каледонская минерагеническая эпоха (Є – D₁)

С каледонской эпохой связано начало формирования Уральского палеоокеана. *На раннекаледонском этапе* имеет место тектонический режим спрединга. В результате в Центрально-Уральской минерагенической области, а несколько позднее и в Западно-Уральской формируются мощные толщи терригенно-вулканогенной базальной раннеордовикской формации, содержащей конгломераты и кварциты (табл. 3.4).

Наибольшей активности магматизм достигает на *среднекаледонском этапе*, когда территория переходит в тектонический режим субдукции. В течение среднего ордовика, силура и раннего девона последовательно формируются гипербазиты, океанические базальты, граниты, сиениты и вмещающие их вулканогенно-осадочные породы.

Завершается эпоха *позднекаледонским этапом* частичной коллизии с образованием карбонатно-терригенных пород раннего и среднего девона и образованием дайкового комплекса пород базальт-долеритовой формации.

Горные породы каледонской эпохи распространены главным образом в Центрально-Уральской, меньше в Западно-Уральской областях. Они перспективны на обнаружение различных видов общераспространённых полезных ископаемых, в первую очередь естественных строительных камней, а также известняков и глинистых сланцев.

В Камской области толщи раннего палеозоя отсутствуют. Это можно объяснить общим поднятием территории в каледонскую эпоху или локальным характером океанического спрединга, который не привел к пересрединговому режиму на Русской плите.

Таблица 3.4. Распределение геологических формаций (курсив) и связанных с ними типов общераспространенных полезных ископаемых по минерагеническим областям и этапам каледонской эпохи

Минерагенический этап	Минерагеническая область			
	Камская	Предуральская	Западно-Уральская	Центрально-Уральская
Позднекаледонский			<i>Терригенная и кор выветривания $D_{1tk}-D_{2cs}$ (карбонатно-терригенные породы), базальт-долеритовая D_{1-3} (строительные камни)</i>	
Среднекаледонский			<i>Монзонит-сиенитовая D_1, вулканогенно-органогенно-карбонатная S_2-D_1</i>	
				<i>Риолит-дацитовая S_1, лейкогранитовая S_1</i>
			<i>Карбонатно-терригенно-вулканогенная $O_2^2-S_1$ (карбонатно-терригенные породы)</i>	
				<i>Натриевых базальтов O_{2-3} (строительные камни)</i>
				<i>Дунит-перидотитовая O_{2-3}</i>
Раннекаледонский				<i>Терригенно-вулканогенная базальтовая $\epsilon_3^?-O_2^1$ (конгломераты, кварциты)</i>
			<i>Базальт-долеритовая ϵ</i>	

3.3.3. Герцинская минерагеническая эпоха ($D_2 - P_3$)

Герцинская эпоха является главной в истории формирования Уральского палеоокеана, который располагался восточнее Русской плиты. Собственно океанские вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования находятся в пределах Тагильской мегазоны и на территорию Пермского края заходят лишь частично в его самую восточную часть.

На раннегерцинском этапе западнее Тагильской мегазоны существовал внутренний морской бассейн, формирование которого связано со спредингом в Уральском палеоокеане. В пределах Западно-Уральской минерагенической области накапливалась терригенно-рифогенная угленосная формация ($D_{2ps}-C_1$).

После завершения каледонского цикла начался герцинский океанический спрединг, окраина Русской плиты перешла в периспрединовый режим (Ибламин, 2015) с началом накопления в конце нижнего девона палеозойского осадочного чехла в пределах современной платформенной части территории (табл. 3.5).

В Камской и Предуральской областях началось формирование палеозойской части Волго-Уральского бассейна (Ибламин, 2010). Периспрединовый режим обусловил первоначально существование трансгрессивной обстановки с накоплением морской мелководной глинисто-карбонатной койвинско-афонинской ($D_{2kv}-D_{2af}$) и прибрежно-морской песчано-глинистой старооскольско-тиманской ($D_{2s}-D_{3t}$) формаций.

Последовавшая в течение среднегерцинского этапа субдукция в герцинском палеоокеане отзывалась перисубдукционным режимом на платформе с переходом к регрессивной обстановке и накоплению терригенно-карбонатной сагаевско-турнейской ($D_{3sr}-C_{1t}$) формации с образованием системы «некомпенсированных прогибов», а затем и к эмерсивной обстановке и накоплению континентальной песчано-глинистой угленосной косьвинско-тульской ($C_{1ks}-C_{1tl}$) формации на платформе и терригенно-рифогенной угленосной ($D_{2ps}-C_1$) на Западном Урале.

После активной фазы субдукции на Западном Урале накапливалась рифогенно-биогермная битуминозная (C_2-C_3) формация, с которой связаны залежи карбонатных пород.

На севере области проявления магматизма представлены породами сиенит-габбровой формации.

На платформе продолжалось образование морской карбонатной формации ($C_{1t}l_2-P_{1ar}$). При этом её терригенно-известняковая субформация ($C_{1t}l_2-C_2$) в верхнем карбоне сменилась известняково-доломитовой (C_3-P_{1ar}). Последнее свидетельствует о начале перехода платформы в периколлизионный режим *позднегерцинского этапа*.

Таблица 3.5. Распределение геологических формаций (курсив) и связанных с ними типов общераспространенных полезных ископаемых по минерагеническим областям и этапам герцинской эпохи

Минерагенический этап	Минерагеническая область			
	Камская	Предуральская	Западно-Уральская	Центрально-Уральская
Позднегерцинский	<i>Терригенная лагунно-континентальная молассоидная $P_{1u}-P_{3t}$</i> (агроизвестняки и мергели, аргиллиты, песчаники, конгломераты)			
	<i>Сульфатно-карбонатная P_{1k}</i>	<i>Эвапоритовая P_{1k}</i> (известняки, доломиты, ангидриты)		
	<i>Морская карбонатная P_{1a-ar}</i> (известняки, доломиты)	<i>Карбонатно-сульфатная P_{1a-ar}</i>	<i>Терригенная флишоидная P_{1a-ar}</i> (конгломераты, песчаники, мергели)	
	<i>Морская карбонатная $C_{1t}l_2-P_{1ar}$; субформации: терригенно-известняковая ($C_{1t}l_2-C_2$), известняково-доломитовая (C_3-P_{1ar})</i>			
Среднегерцинский	Континентальная песчано-глинистая угленосная $C_{1ks}-C_{1tl_1}$ (козьвинско-тульская); морская терригенно-карбонатная $D_{3sr}-C_{1t}$ (сагаевско-турнейский)		<i>Рифогенно-биогермная битуминозная C_2-C_3</i> (известняки, доломиты)	
Раннегерцинский	Прибрежно-морская песчано-глинистая $D_{2s}-D_{3t}$ (старооскольско-тиманская)		<i>Терригенно-рифогенная угленосная $D_{2ps}-C_1$; сиенит-габбровая (C_{1-2})</i> (строительный камень)	
	Морская мелководная глинисто-карбонатная $D_{2kv}-D_{2af}$ (койвинско-афонинская)			

На Западном Урале переход к коллизионному режиму отвечает смене рифогенно-биогермной битуминозной формации (C_2-C_3) терригенной флишоидно-молассоидной (P_{1a-ar}), которая формировалась уже в регрессивной обстановке краевого прогиба.

Таким образом, в конце карбона – начале перми формируется Предуральский краевой некомпенсированный прогиб, который мигрирует с востока на запад и накладывается на допермский чехол восточного края Русской плиты (Чувашов, 1998). Формируется Предуральский бассейн. Образуется коллизионная кунгурская эвапоритовая молассовая формация терригенная в Западно-Уральской мегазоне и галогенная в Предуральском прогибе. На Западном Урале образуется система надвигов, нарушающая сплошность палеозойских толщ чехла плиты.

Позднегерцинский минерагенический этап весьма богат минерагеническими формациями пермского времени. В их распределении наблюдается отчетливая субмеридиональная зональность, связанная с изменением условий осадконакопления в Пермском периколлизион-

ном бассейне в пространстве и во времени. Во всяком случае на современном эрозионном срезе перспективными в отношении полезных ископаемых являются (с запада на восток): терригенная лагунно-континентальная молассоидная уфимско-татарская формация (агроизвестняки и мергели, аргиллиты, песчаники, конгломераты) в Камской минерагенической области, эвапоритовая кунгурская (известняки, доломиты, ангидриты) – в Предуральской, терригенная флишоидная ассельско-артинская (конгломераты, песчаники, мергели) – в Западно-Уральской.

На платформенной части территории в условиях регрессивной периколлизионной обстановки образуется сульфатно-карбонатная субформация эвапоритовой формации (P_{1k}, кунгурская), которая на западе перекрывается эмерсивной молассовой терригенной лагунно-континентальной средне-верхнепермской формацией.

3.3.4. Киммерийская минерагеническая эпоха (MZ)

Мезозойские терригенные формации имеют ограниченное распространение на северо-западе региона в Камской минерагенической области. В это время периокеанические обстановки сменяются плитными континентальными, обусловленными общим подъёмом территории, находящейся в периколлизионном режиме в связи с закрытием Уральского палеоокеана. Период продолжающейся эмерсии отражает континентальная пестроцветная терригенная нижнетриасовая формация, начало трансгрессивной обстановки – континентальная сероцветная терригенная J_{2b}–J_{2bt} (байосско-батская). Существование последовавшей инундационной обстановки отражает терригенная глауконитовая формация мелового возраста, располагающаяся западнее на территории Кировской области.

Формации могут быть перспективны на месторождения глин и песков осадочного, меньше элювиального происхождения.

В Западно-Уральской минерагенической области на севере региона встречаются выходы пород базальт-долеритовой формации, с которой могут быть связаны месторождения строительных камней (табл. 3.6).

3.3.5. Альпийская минерагеническая эпоха (KZ)

Таблица 3.6. Распределение геологических формаций (курсив) и связанных с ними типов общераспространенных полезных ископаемых по минерагеническим областям киммерийской и альпийской эпох Пермского края

Минерагенические эпохи	Минерагеническая область			
	Камская	Предуральская	Западно-Уральская	Центрально-Уральская
Альпийская	<i>Континентальная терригенная и кор выветривания (KZ)</i>			
	(элювиальные:			
	глины кирпичные, известняковой, доломитовой муки, гипсы			
	аллювиальные:			
	песчано-гравийные материалы, глины кирпичные, торф;			
	гляциальные и флювиогляциальные:			
	глины кирпичные; пески строительные)			
Киммерийская	<i>Континентальная сероцветная терригенная J_{2b} - J_{2bt} (глины)</i>			
	<i>Континентальная пестроцветная терригенная T₁ (глины, пески)</i>		<i>Базальт-долеритовая (T₁) (строительные камни)</i>	

Альпийская минерагеническая эпоха является самой продуктивной по количеству и разнообразию месторождений общераспространённых полезных ископаемых. Месторождения связаны с континентальной терригенной и кор выветривания формацией. В ней преобладают объекты четвертичного возраста. Месторождения формации распространены преимущественно в Камской и Предуральской минерагенической областях (табл. 3.6). Большинство из них связано с аллювиальным фациальным комплексом (месторождения обломочных отложений, торфов), меньшинство – с комплексом коры выветривания и озерным. Часть месторождений обломочных отложений заключена во флювиогляциальном четвертичном фациальном комплексе.

* *
*

Таким образом, анализ геологической истории развития региона показывает, что каждая минерагеническая область Пермского края отличается не только по составу находящихся в ней горных пород, но и по возрасту. Так, если в самой восточной Центрально-Уральской области преобладают выходы рифей-вендских образований, то в Западно-Уральской области распространены породы девона и карбона, а в Предуральской области обнажаются породы нижней перми. Наконец, Камская область характеризуется распространением отложений пермской, а на крайнем западе триасовой и юрской систем, которые все перекрыты четвертичными образованиями, наиболее благоприятными для присутствия месторождений общераспространённых полезных ископаемых.

СПЕЦИАЛЬНАЯ МИНЕРАГЕНИЯ

Специальная минерагения занимается исследованием распределения месторождений отдельных видов полезных ископаемых и выявлением закономерностей в их размещении. В данном случае это касается отдельных видов общераспространённых полезных ископаемых.

4.1. Месторождения, положение которых контролируется коренными дочетвертичными породами

Тектоническая позиция и особенности рельефа Пермского края обусловили закономерное размещение выходов горных пород на его территории. В направлении с востока на запад происходит последовательная смена палеозойских пород Тагильского мегасинклинория докембрийскими, вначале рифейскими, затем вендскими образованиями Центрально-Уральского поднятия и далее преимущественно палеозойскими породами Западно-Уральской зоны складчатости. Перечисленные структуры содержат многочисленные тела магматических пород ультраосновного, основного, среднего и кислого состава. Западнее, начиная с Предуральского краевого прогиба, практически на всей территории господствуют выходы пород пермской системы, возраст которых изменяется от уфимского века конца нижнепермской эпохи до татарских пород верхнепермской. На самом западе края, на территории Коми-Пермяцкого округа, породы верхней перми перекрыты триас-юрскими образованиями мезозоя.

Горные породы, возникшие в определённой тектонической обстановке, образуют геологические формации, которые являются минерагеническими для общераспространённых полезных ископаемых. Распределение минерагенических формаций коренных горных пород характеризуется субмеридиональной зональностью, параллельной Уральской складчатой системе, что типично для регионов сочленения платформенных и складчатых областей. Эта зональность контролирует размещение эндогенных и метаморфогенных месторождений естественных строительных камней, экзогенных месторождений карбонатных горных пород (Ибламинов, Кичигина, 2008), а также инфильтрационных месторождений гипса, известковых туфов, остаточных залежей глин и карбонатной муки.

4.1.1. Естественные строительные и облицовочные камни

В качестве естественных строительных и облицовочных камней используются горные породы, отвечающие прежде всего требованиям по прочности. К облицовочным камням дополнительно предъявляются требования по блочности, т.е. по возможности получать куски породы определённого размера. Блочность связана с трещиноватостью пород. Большинство строительных полезных ископаемых распространено на востоке края в Центрально-Уральской и Западно-Уральской минерагенических областях (рис. 4.1). Здесь присутствуют тела магматических пород различного состава, среди которых наиболее распространены габбро-долериты, граносиениты.

Высокой прочностью отличаются также присутствующие в Центрально-Уральской области кварцитопесчаники. Здесь же распространены мраморизованные известняки.

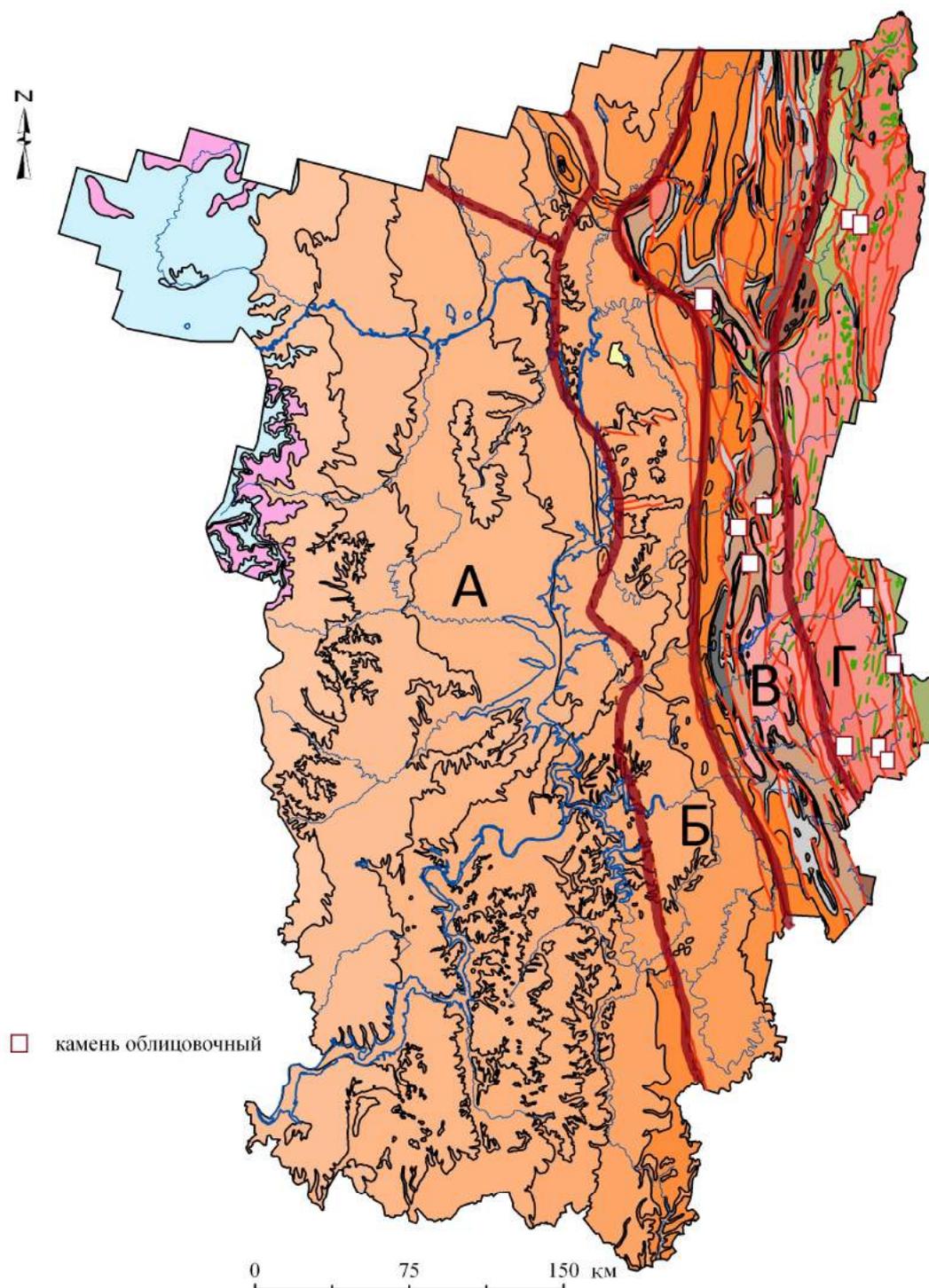


Рис. 4.1. Схема распределения проявлений и месторождений строительных и облицовочных камней

4.1.2. Карбонатные горные породы

Карбонатные горные породы имеют разнообразное применение в химической, металлургической, а также в строительной отраслях промышленности.

Месторождения связаны с выходами пород карбостромовых формаций Центрально-Уральской, карбонатных формаций карбона Западно-Уральской и перми Предуральской и восточной окраины Камской областей (рис. 4.2).

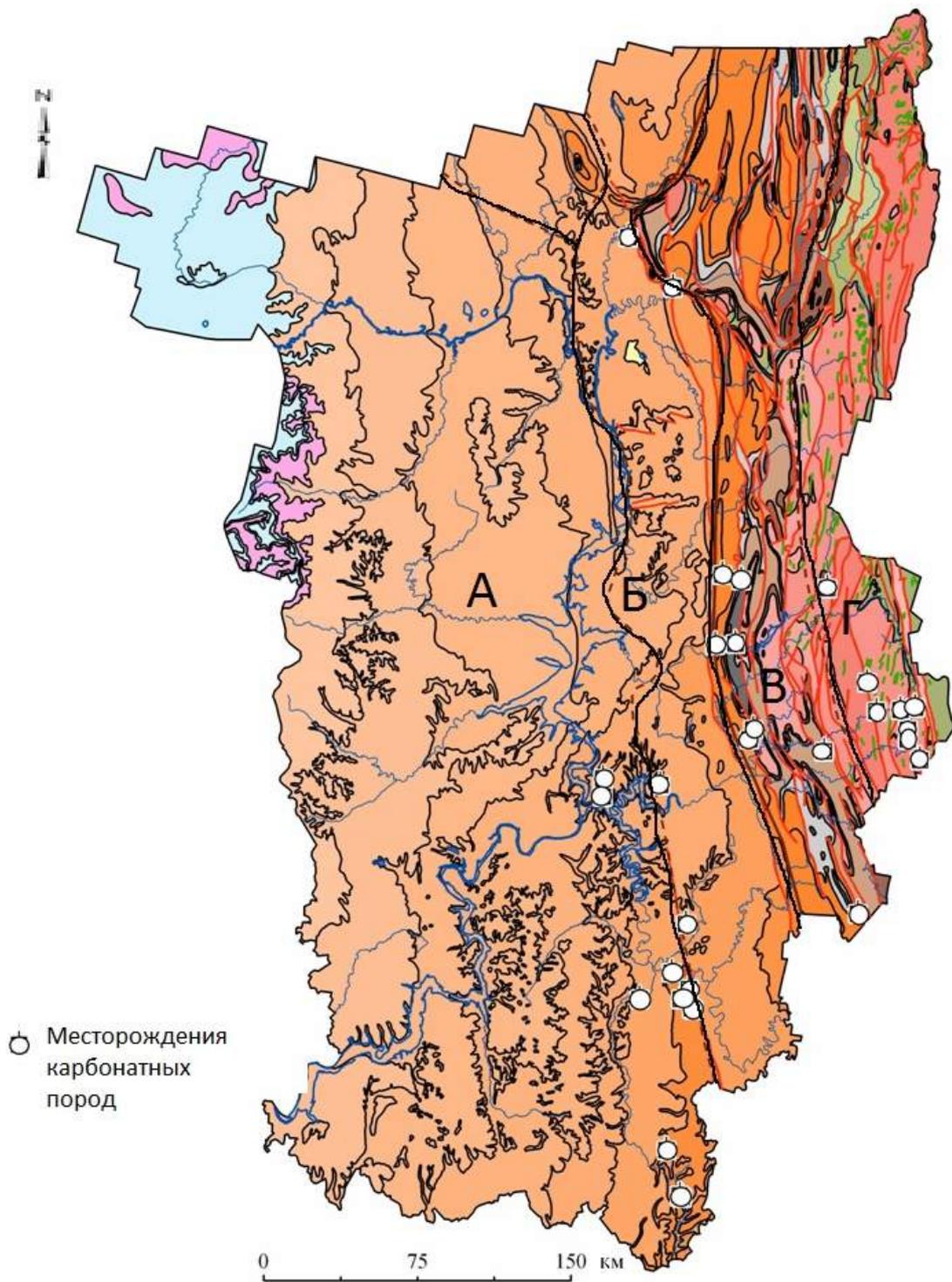


Рис. 4.2. Схема распределения месторождений карбонатных пород

4.1.3. Сульфатные горные породы

Среди сульфатных пород в строительстве широко используется гипс. Месторождения гипса тяготеют к выходам пород кунгурского яруса (иренский горизонт). Они большей частью расположены на восточной окраине Камской области, а также в Предуральской (рис. 4.3).

Следует учесть, что положение месторождений гипса дополнительно контролируется речными системами, в которых происходит разгрузка подземных вод, поскольку инфильтрация подземных вод через толщи ангидритов приводит к их образованию.

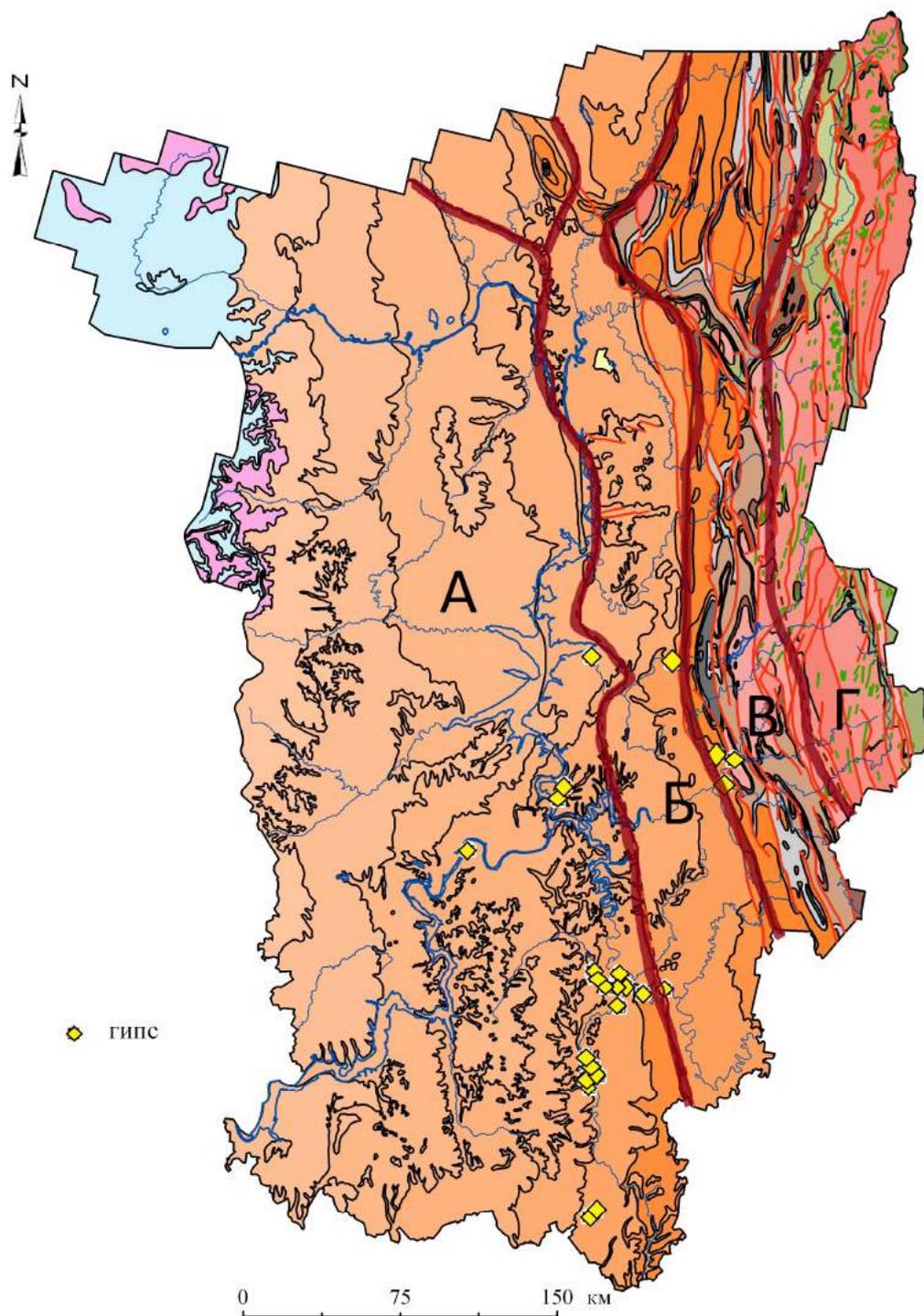


Рис. 4.3. Схема распределения месторождений гипса

Важным фактором размещения месторождений естественных строительных камней пород дочетвертичных формаций является инфраструктура территории. Месторождения разведуются преимущественно в местах расположения трасс железных, автомобильных дорог и трубопроводов.

4.2. Месторождения, положение которых контролируется четвертичными отложениями

Значительная часть месторождений края связана с отложениями четвертичной системы, имеющими широкое площадное распространение. Генезис и состав четвертичных отложений Пермского края в высокой степени определяются климатическим фактором, как современным, так и более древним.

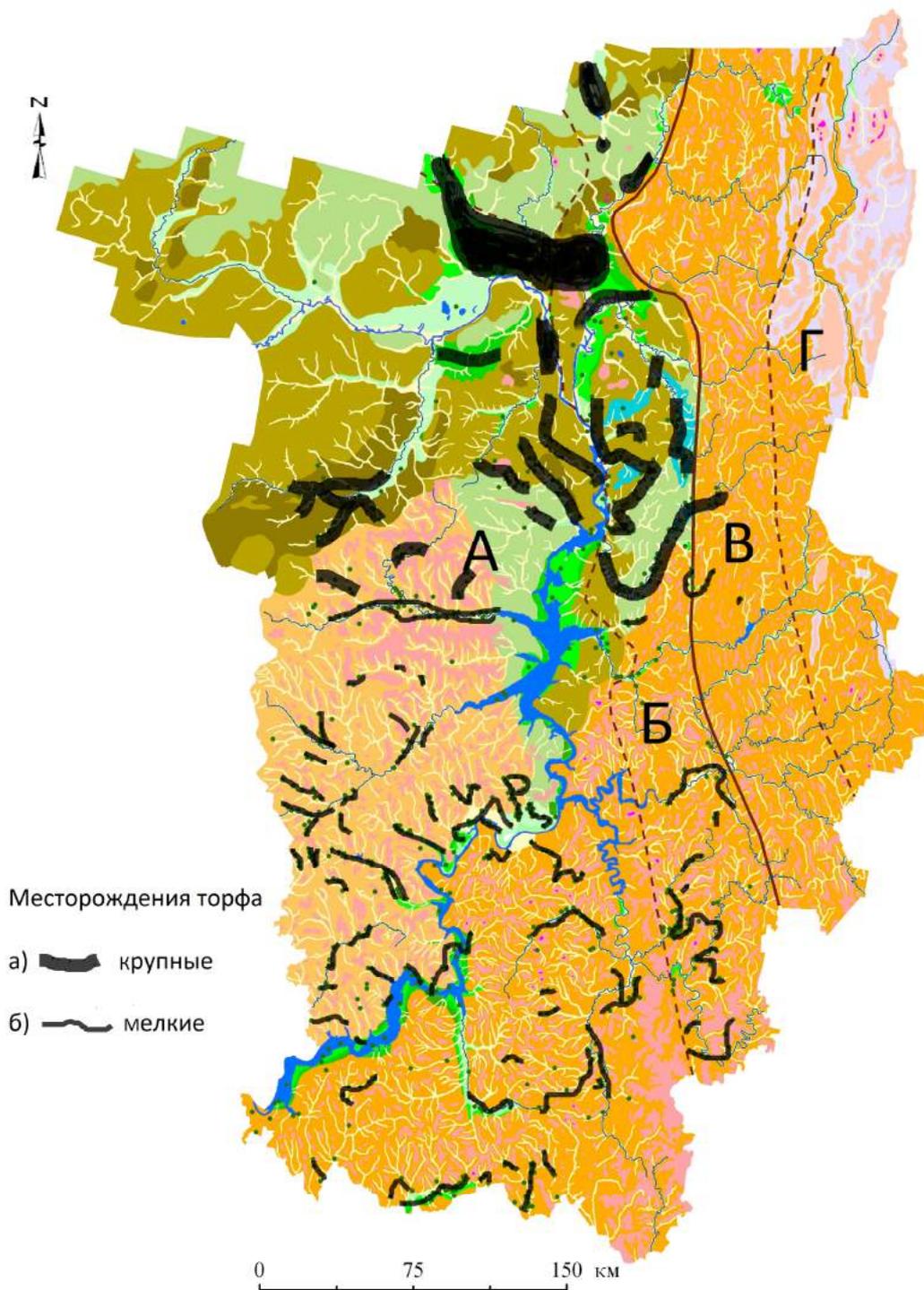


Рис. 4.4. Схема распределения месторождений торфа

4.2.1. Флювиогляциальные месторождения песчано-гравийных смесей, строительных и формовочных песков

Флювиогляциальные месторождения песчано-гравийных смесей и песков, распространённые на севере Пермского края, отличаются достаточно высоким качеством и будут востребованы при освоении северных районов края. Их положение определяется пространственной и генетической связью с ледниковыми отложениями, формировавшимися преимущественно в среднечетвертичное время. Они преобладают в северной трети территории края (см. рис. 1.2). В образовании ледниковых отложений существенная роль принадлежит климатическому фактору.

4.2.2. Месторождения торфа

В первой половине XX в. торф рассматривался как энергетическое сырьё. В настоящее время он используется в основном в качестве органического удобрения. Месторождения торфа весьма широко распространены на территории Пермского края. Высокая концентрация месторождений с крупными запасами характерна для северных территорий, тогда как в южных районах их значительно меньше (рис. 4.4). В подобном размещении месторождений торфа сказывается влияние климата. Наряду с климатом большую роль в образовании месторождений играет геоморфологический фактор. На схеме видно, что много залежей торфа тяготеют к долинам рек.

4.2.3. Аллювиальные месторождения песчано-гравийных смесей, песков

Аллювиальные месторождения песчано-гравийных смесей и песков имеют большое распространение в Пермском крае. Песчано-гравийные смеси и пески широко используются в строительной отрасли. Они применяются в строительстве дорог, используются в качестве наполнителей в бетонах. Размещение месторождений контролируется строением гидросети и динамикой водных потоков.

Месторождения песчано-гравийной смеси формируются в предгорной части Пермского края и присутствуют в Западно-Уральской и Предуральской областях (рис. 4.5), а далее распределяются по Камской области.

Месторождения строительных песков формируются преимущественно в равнинных территориях с меньшей скоростью водного потока. Они в Предуральской области единичны и далее распространяются на запад региона в Камскую область (рис. 4.6).

Очевидно, что это связано с динамикой водных потоков, которые в восточных областях обычно имеют большую скорость и выносят песчаный материал, который в Камской области при уменьшении скорости речных потоков осаждается. Следует отметить, что для большинства рек источником материала являются Центрально-Уральская и Западно-Уральская области.

4.2.4. Месторождения кирпичных глин

Кирпичные глины имеют различное происхождение. Существуют остаточные элювиальные и элювиально-делювиальные месторождения, с одной стороны, и аллювиальные пойменные – с другой. Месторождения глин широко распространены на территории края за исключением Центрально-Уральской области (рис. 4.7).

Положение остаточных месторождений контролируется наличием кор выветривания аргиллитов и алевролитов уфимского и вышележащих ярусов пермской системы, которые распространены в Камской минерагенической области.

Аллювиальные месторождения чаще присутствуют в пойменных отложениях Западно-Уральской и Предуральской областей.

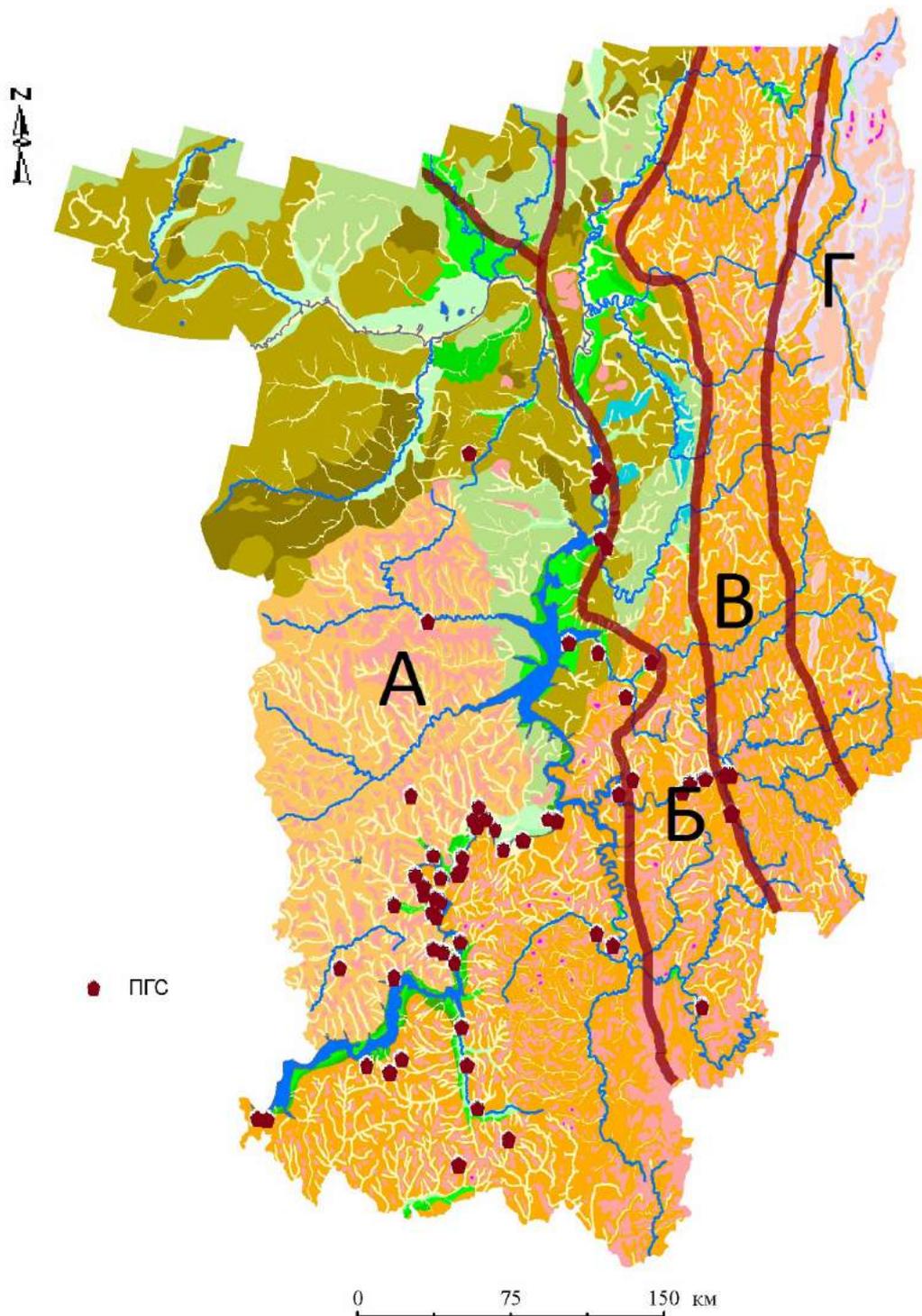


Рис. 4.5. Схема распределения месторождений песчано-гравийной смеси

4.2.5. Месторождения керамзитовых глин

Месторождения керамзитовых глин в большинстве случаев распространены в Камской минерагенической области (рис. 4.8).

Керамзитовые глины отличаются от кирпичных свойством вспучиваться при нагревании. Оно обусловлено высоким содержанием в них глинистых минералов группы смектитов, которые чаще формируются при достаточно интенсивном выветривании.

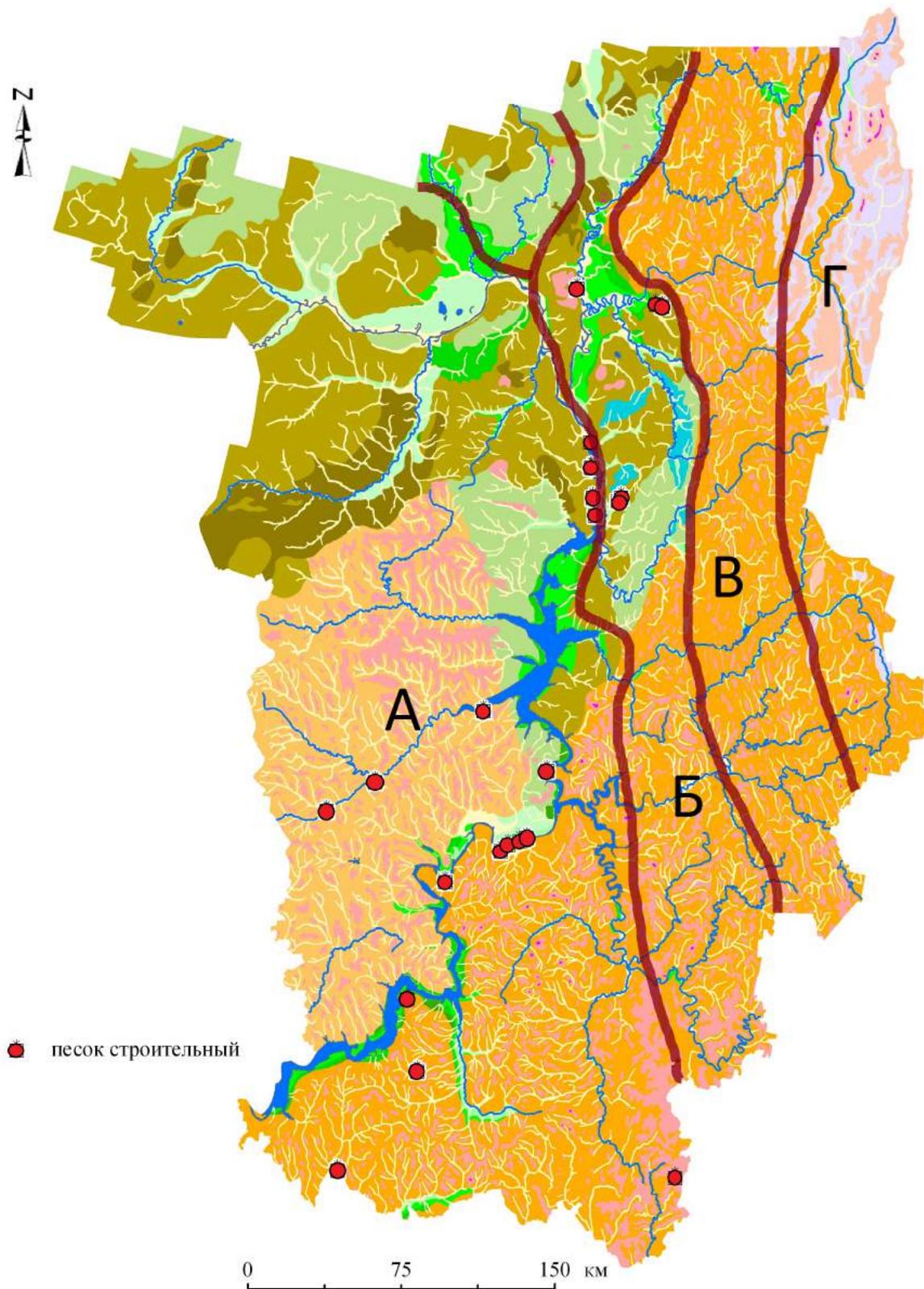


Рис. 4.6. Схема распределения месторождений строительных песков

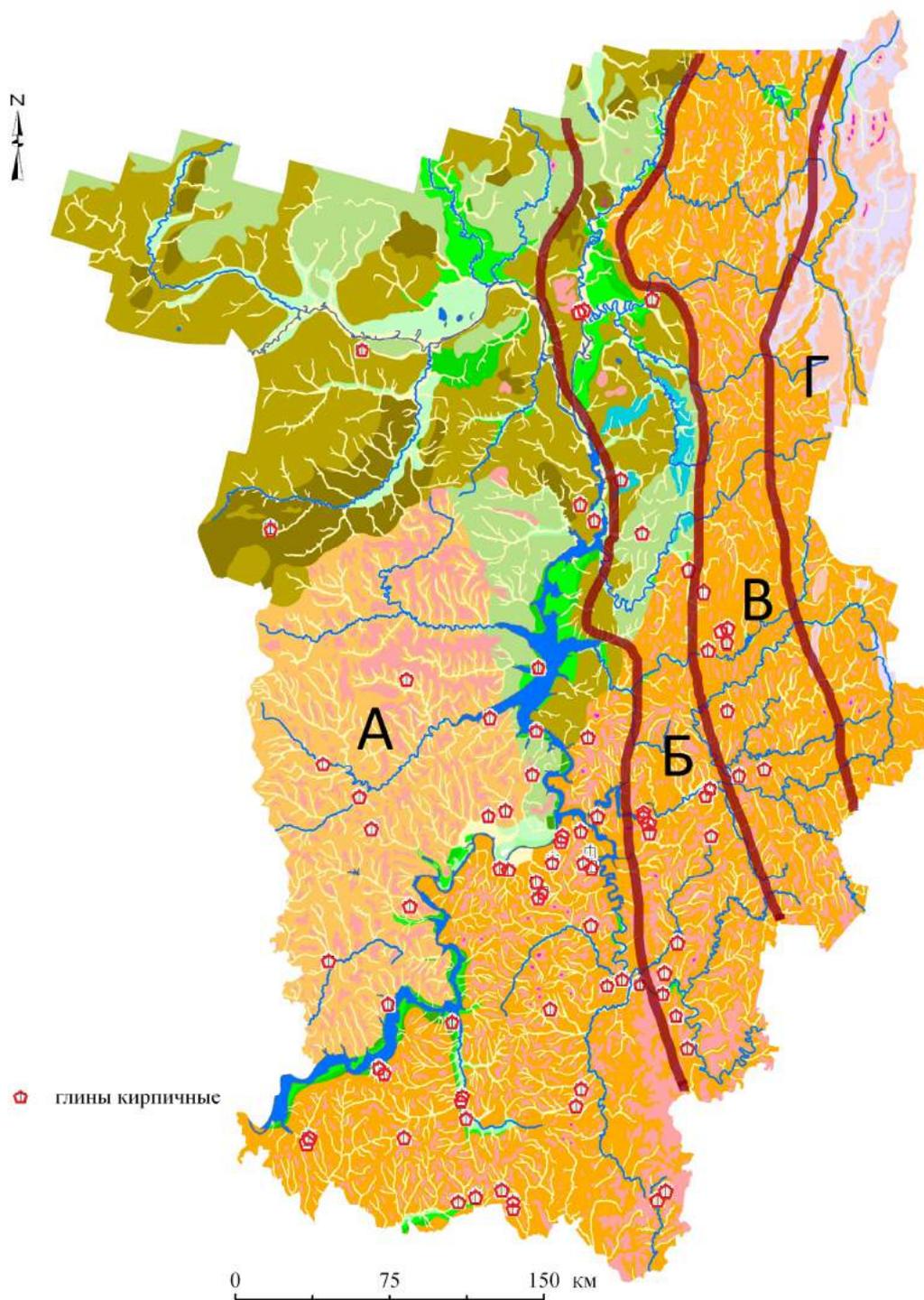


Рис. 4.7. Схема распределения месторождений кирпичных глин

4.2.6. Месторождения известковых туфов и карбонатной муки

Известковые туфы используются в основном как местное удобрение для известкования кислых почв. Залежи известковых туфов представляют собой скопления карбоната кальция близ выходов подземных вод из толщ карбонатных пород. Поэтому их положение, с одной стороны, контролируется выходами карбонатов, а с другой – наличием подземных водоисточников.

Карбонатная мука (известняковая и доломитовая) также используется в качестве местного удобрения. Её залежи формируются в коре выветривания карбонатных пород, наличием которой и определяется положение месторождений.

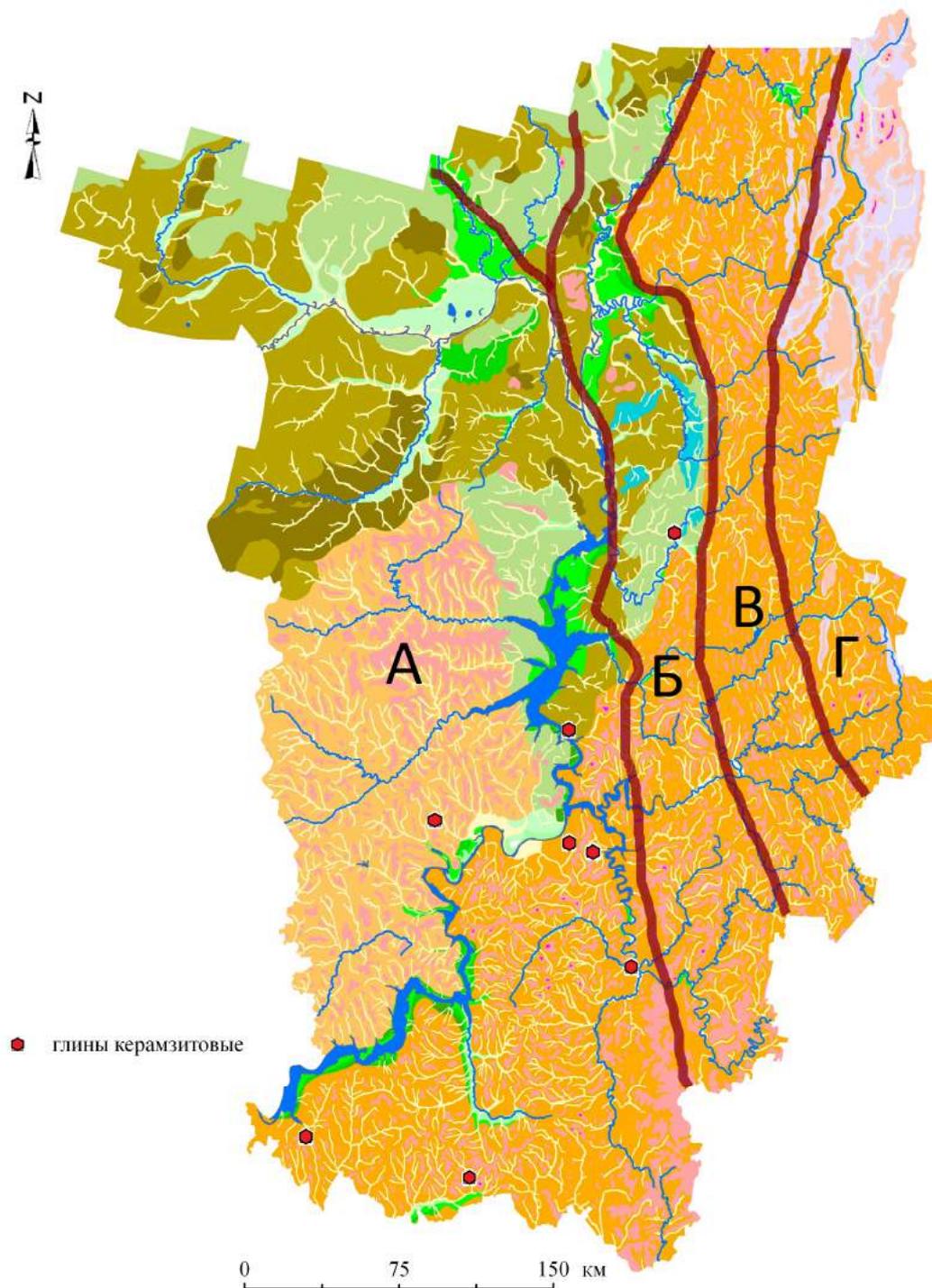


Рис. 4.8. Схема распределения месторождений керамзитовых глин

* *
*

Таким образом, размещение месторождений общераспространённых полезных ископаемых в Пермском крае определяется тремя факторами: размещением минерагенических формаций коренных горных пород, генетических типов четвертичных отложений и рельефом территории.

Субмеридиональное распределение минерагенических формаций коренных горных пород контролирует размещение не только коренных месторождений, но и месторождений четвертичного возраста, в первую очередь месторождений кор выветривания, делювиального и да-

же аллювиального происхождения. В их размещении прослеживается закономерная меридиональная зональность, о которой упоминалось выше.

На эту меридиональную зональность накладывается поперечная широтная зональность, связанная с распространением в северной части края ледниковых отложений, прежде всего флювиогляциальных. Широтное распределение отмечается и в распределении торфяных месторождений, основные запасы которых преобладают в северной платформенной части Пермского края. В частности, здесь располагается крупнейшее в Европе Большое Камское месторождение торфа.

Рельеф, характеризующийся преобладанием на востоке горных и предгорных условий, а на западе – равнинных, способствует дифференциации обломочного аллювиального материала по крупности и благоприятствует формированию в равнинных условиях кор выветривания.

В целом распределение месторождений общераспространенных полезных ископаемых подчинено двум направлениям зональности – одному, обусловленному в значительной степени тектоническими и главным образом коллизионными и постколлизионными причинами, и другому, обусловленному преимущественно экзогенными климатическими причинами. Всё это в совокупности определило большое разнообразие месторождений общераспространенных полезных ископаемых территории стыка платформенной и складчатой структуры, рассмотренной на примере Пермского края (Ибламинов, Алванян, 2009, 2010).

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

1. Распределение минерагенических формаций коренных горных пород характеризуется зональностью, параллельной складчатой системе, что типично для территорий сочленения платформенных и складчатых областей. На территории Пермского края такая зональность имеет субмеридиональную ориентировку.

2. Субмеридиональное распределение формаций коренных горных пород контролирует размещение не только коренных месторождений, но и месторождений четвертичного возраста, в первую очередь состав месторождений кор выветривания, делювиального и даже аллювиального происхождения. В их размещении прослеживается закономерная меридиональная зональность, о которой упоминалось выше. На эту меридиональную зональность накладывается поперечная широтная зональность, связанная с распространением в северной части края ледниковых отложений, прежде всего флювиогляциальных. Широтное распределение отмечается и в распределении торфяных месторождений, основные запасы которых преобладают в северной платформенной части Пермского края.

ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОБЩЕРАСПРОСТРАНЕННЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПЕРМСКОГО КРАЯ

5.1. Геолого-промышленная классификация месторождений

Под *геолого-промышленным типом месторождений полезных ископаемых* понимается совокупность месторождений, содержащая одинаковый главный технологический тип полезного ископаемого, имеющая одинаковую форму залегания и являющаяся стабильным источником минерального сырья на рынке (Крейтер, 1960). При этом под *технологическим типом полезного ископаемого* понимается вид полезного ископаемого, который характеризуется своеобразным минеральным составом и специфической технологией переработки минерального сырья (Ибламинов, 2004). Тип месторождений относят к промышленным, если он дает не менее 1% мировой добычи. Однако наряду с мировыми типами существуют региональные типы месторождений, которые играют важную роль в экономике отдельных регионов. Именно их характеристике и посвящена настоящая глава.

Доступность любого полезного ископаемого для извлечения из недр, а следовательно, его природное предложение и цена на рынке минерального сырья определяются распространенностью месторождений вида полезного ископаемого в земной коре. Очевидно, что чем чаще встречаются месторождения, тем доступнее они для обнаружения в результате поисково-разведочных работ. По этому показателю полезные ископаемые в России, как уже отмечалось, делят на две группы: общераспространенные и необщераспространенные.

Нами разработана классификация геолого-промышленных типов месторождений общераспространенных полезных ископаемых Пермского края. По использованию в промышленности типы подразделены на 2 группы: строительные и агрономические. В пределах групп выделены классы (табл. 5.1).

Для прогнозирования месторождений и потенциальной геолого-экономической характеристики территорий целесообразно не только классифицировать многочисленные месторождения и проявления полезных ископаемых региона по геолого-промышленным типам, но и дать им предварительную оценку. Для этого выделяют промышленные и потенциально промышленные месторождения полезных ископаемых (Авдонин, 1990).

Промышленные месторождения соответствуют геолого-промышленным типам месторождений полезных ископаемых.

Потенциально промышленные месторождения – это те, которые в настоящее время не являются промышленными, но в процессе дальнейшего геологического изучения под влиянием экономических факторов могут перейти в разряд промышленных.

Добыча общераспространённых полезных ископаемых ведется как из собственных месторождений, так и попутно из месторождений необщераспространенных полезных ископаемых. Например, добыча известняка на щебень производится как из месторождений собственно строительного известняка, так и из месторождений известняков для химической или металлургической промышленности, которые не относятся к общераспространённым. Часто в качестве общераспространенного полезного ископаемого используются породы вскрыши или вмещающие породы, а также некондиционная часть основного полезного ископаемого. Поэтому промышленные типы месторождений целесообразно подразделить на *мономинерально-сырьевые*, т.е. собственные месторождения характеризуемых полезных ископаемых, и *полиминерально-сырьевые*, т.е. те, из которых общераспространённые полезные ископаемые извлекаются попутно с главными. Такие полезные ископаемые можно именовать *техногенными*. По результатам анализа геологического строения и состава, перспективности и

комплексности использования полезных ископаемых нами разработана классификация геолого-промышленных типов месторождений (см. табл. 5.1).

Таблица 5.1. Промышленные и потенциально промышленные типы месторождений общераспространенных полезных ископаемых Пермского края

Группа	Класс	Типы месторождений	
		Промышленные	Потенциально промышленные
1. Строительные	1.1. Естественные строительные камни	<p>1. Пластовые и рифовые залежи известняков (Луньевское, Всеволодо-Вильвенское).</p> <p>2. Линзо-, штоко- и дайкообразные залежи магматических горных пород.</p> <p>Подтипы:</p> <p>2.1. Дайкообразные залежи габродолеритов (Ново-Вильвенское, Ломовское)</p> <p>2.2. Линзовидные залежи граносиенитов (Троицкое).</p> <p>3. Пластовые залежи доломитов и доломитизированных известняков (Больше-Сарсинское).</p> <p>4. Пластовые залежи мраморов и мраморизованных известняков (Пихтовское).</p> <p>5. Пластовые залежи гипса и ангидрита (Ергачинское, Шубинское)</p>	<p>1. Пластовые и линзовидные залежи терригенных горных пород.</p> <p>2. Пластообразные залежи кварцитопесчаников.</p> <p>3. Пластообразные залежи вулканических пород</p>
	1.2. Минеральные наполнители, балласт	<p>1. Ленто- и линзовидные залежи аллювиальных песчано-гравийных материалов.</p> <p>Подтипы:</p> <p>1.1. Песчано-гравийные смеси (Заосиновское).</p> <p>1.2. Пески (Заюрчимское)</p>	<p>1. Линзовидные залежи песчаных материалов флювиогляциальных отложений.</p> <p>2. Покровные плащеобразные залежи элювиальных песчаных материалов</p>
	1.3. Керамические	<p>1. Линзо- и пластообразные залежи кирпичных и керамзитовых глин в элювиальных и элювиально-делювиальных отложениях (Кишертское, Усть-Игумское).</p> <p>2. Линзо- и лентообразные залежи кирпичных и керамзитовых глин в аллювиальных отложениях (Калинское, Костаревское)</p>	
2. АгронOMICеские	2.1. Известковые	<p>1. Пластовые и рифовые залежи известняков (Гамовское).</p> <p>2. Пластовые залежи мергелей (Отевское).</p> <p>3. Линзовидные залежи гажы (Осинцевское).</p> <p>4. Линзовидные и гнездовые залежи известковых туфов (Таныпское)</p>	
	2.2. Доломитовые	<p>1. Пластовые залежи доломитов (Больше-Сарсинское).</p> <p>2. Покровные залежи доломитовой муки (Антипинское)</p>	
	2.3. Органические	<p>1. Залежи верховых торфяников (Большое Камское и др.).</p> <p>2. Залежи низинных торфяников.</p> <p>3. Залежи переходных торфяников</p>	Скопления сапропеля

5.2. Группа месторождений строительных материалов

5.2.1. Класс естественных строительных камней

5.2.1.1. Промышленные типы месторождений естественных строительных камней

Под естественными строительными камнями понимаются горные породы, которые по механическим, химическим и декоративными свойствам пригодны для использования в строительстве после механической обработки.

К общераспространенным естественным строительным камням относятся полезные ископаемые, пригодные для получения дробленого камня, главным образом щебня с размером обломков от 3–5 до 40–80 мм. Кроме общих требований при оценке качества щебня для конкретного производства необходимо руководствоваться соответствующими стандартами и техническими условиями (Методические рекомендации..., 2007 а, б).

Месторождения естественных строительных камней Пермского края можно отнести к пяти геолого-промышленным типам (табл. 5.1).

Тип 1. Пластовые и рифовые залежи известняков

Месторождения известняков среди карбонатных пород пользуются наибольшим распространением, залежей доломитов значительно меньше. Всего в Пермском крае известно более 157 объектов карбонатного сырья. Сводным балансом учтено 23 месторождения карбонатных строительных камней с запасами 445,3 млн. м³ (Минерально-сырьевые..., 2006).

По объему добычи и общему количеству запасов на сегодняшний день данный тип месторождений является главным источником строительных камней в Пермском крае. К числу *мономинерально-сырьевых* относятся наиболее крупные месторождения известняков для строительного щебня: Утесовское, Всеволодо-Вильвенское, Луньевское.

Утесовское месторождение расположено в Чусовском районе в 20 км к северу от г. Чусового. Оно представляет собой пластовую залежь мощностью 35,6 м, сложенную массивными серыми известняками верхнего карбона (С₃).

Всеволодо-Вильвенское и Луньевское месторождения находятся в Александровском районе. Первое – в 2 км от пос. Карьер Известняк, второе – близ одноименного посёлка. Всеволодо-Вильвенское месторождение сложено карбонатными породами ассельского и сакмарского ярусов нижней перми. Полезная толща представлена известняками, доломитизированными известняками и доломитами.

Поставщиками попутных строительных материалов являются разрабатываемые месторождения известняков для флюсовой и химической промышленности, расположенные в Александровском районе: Чаньвинское (находится в 30 км к востоку от ж.-д. ст. Всеволодо-Вильва), Ивакинское (в 20 км к северо-западу от г. Александровска) и др. Этот подтип месторождений следует считать *полиминерально-сырьевым*.

Чаньвинское месторождение сложено известняками франского и фаменского ярусов верхнего девона и турнейского яруса нижнего карбона. Мощность известняков, принятых к подсчету запасов, – 18-100 м. Полезная толща сложена в основном чистыми известняками, в которых среднее содержание (в %) CaCO₃ – 98,44, MgCO₃ – 0,88, R₂O₃ – 0,18, SiO₂ – 0,22.

Все названные месторождения приурочены к выходам карбонатных пород девона, карбона и нижней перми в Западно-Уральской минерагенической области и входят в состав терригенно-рифогенной угленосной (D₂ps-C₁), рифогенно-биогермной битуминозной (C₂-C₃) и карбонатно-сульфатной (P_{1a-ag}) формаций.

В качестве примера остановимся на Луньевском месторождении. По данным А.Я. Конопаткина (2007), породы полезной толщи мощностью до 75 м представлены окремненными известняками мелко- и тонкозернистыми, трещиноватыми, участками выветрелыми и закарстованными (рис. 5.1). Известняки по классификации проф. М.М. Протодяконова имеют ко-

эффицент крепости 7-9, объемную массу от 2,48 до 2,8 г/см³, плотность от 2,67 до 2,75 т/м³, влажность 0,06-0,36%. Размеры месторождения (в контурах подсчета запасов) – 1100х450м, балансовые запасы – 10885,6 тыс. м³, закарстованность месторождения по данным разведочных работ составляет 16,6%.

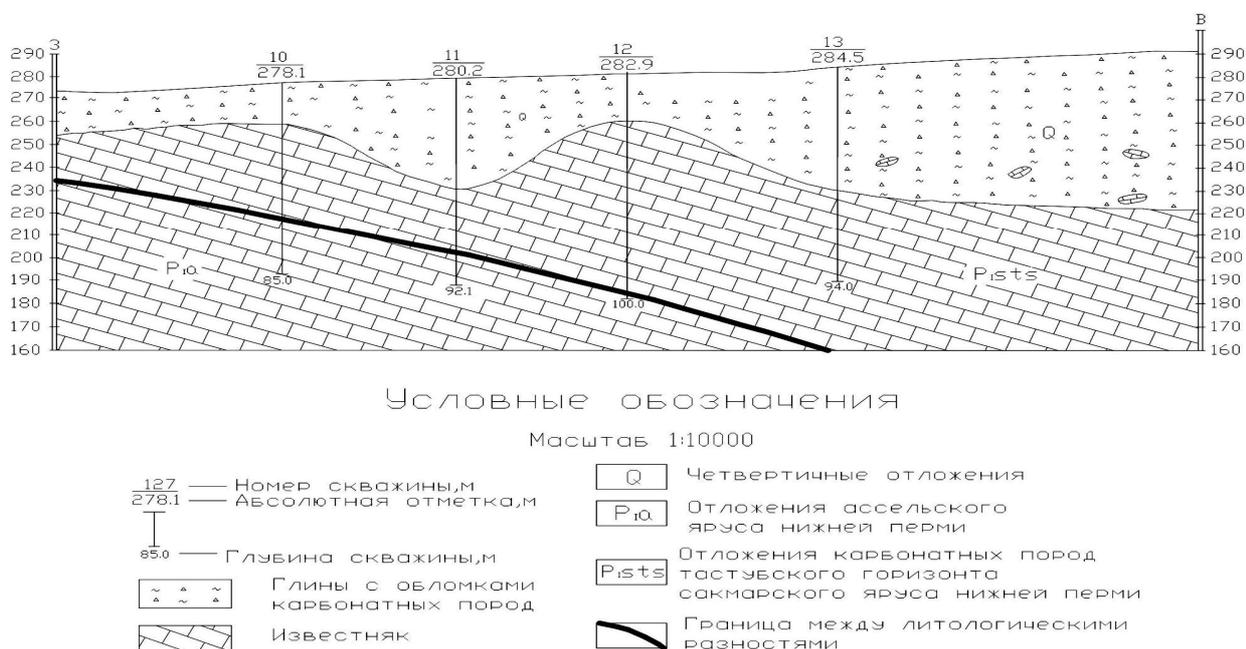


Рис. 5.1. Типовой геологический разрез месторождения известняков (на примере Луньевского месторождения, по А. Я. Конопаткину)

Обобщённая характеристика типичных месторождений карбонатных пород приведена в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Характеристика месторождений карбонатных пород

Месторождение	Полезное ископаемое	Возраст полезной толщи	Запасы по категориям, тыс. м ³	Содержание компонентов, %
Губахинское (Гора Белая)	Известняки с прослоями доломитов	Раннесреднекаменноугольный	B+C ₁ – 18405	CaCO ₃ – 85,76; MgCO ₃ – 1,90; SiO ₂ – 1,61; R ₂ O ₃ – 0,35
Холодный ключ	Известняки	Визейский и башкирский раннего и среднего карбона	B+C ₁ – 27473	CaO – 46,76; MgO – 5,85; R ₂ O ₃ – 0,76; SiO ₂ – 3,13; SO ₃ – 0,07; п.п.п. 43,08
Южно-Чусовское	Известняки, доломиты	То же	A+B+C ₁ – 21162	CaCO ₃ – 55,1–99,2; MgCO ₃ – 43,95; н.о. 2,46; R ₂ O ₃ – 0,14–1,62
Утесовское	Известняки	Позднекаменноугольный	A+B+C ₁ – 13599	SiO ₂ – 23,63–25,3; CaO – 33,60–55,7; MgO – 0,1–4,06; R ₂ O ₃ – 0,24–2,88; н.о. – 0,16–32,62; п.п.п. – 29,1–48,8; SO ₃ – 0,03–0,15
Всеволодо-Вильвенское	Известняки	Ассельский и сакмарский ранней перми	A+B+C ₁ – 15770	CaCO ₃ – 90; MgCO ₃ – 2,5; SiO ₂ + R ₂ O ₃ – 7,5

Тип 2. Линзо-, штоко- и дайкообразные залежи магматических горных пород

Тип включает месторождения двух подтипов: дайкообразных залежей габбро-долеритов и линзовидных залежей граносиенитов.

Подтип 2.1. Дайкообразные залежи габбро-долеритов

Месторождения распространены на востоке края в Центрально-Уральской минерагенической области, где среди рифейско-вендских и палеозойских толщ встречаются выходы даек усвинского комплекса раннего девона, с которым связаны месторождения подтипа.

Разведаны четыре месторождения. Все они расположены в Горнозаводском районе. Три из них находятся близ пос. Тёплая Гора: Ломовское – в 3,5 км восточнее, Вижайское – в 7 км юго-западнее, Надеждинское – в 15 км северо-восточнее. Ново-Вильвенское месторождение расположено в 9 км южнее от одноименного посёлка.

Минеральное сырьё месторождений пригодно для производства щебня и бутового камня, с суммарными первоначальными запасами 91,4 млн. м³ (Минерально-сырьевые..., 2006). По площади дайки распределены неравномерно. Они протягиваются на десятки километров преимущественно в субмеридиональном направлении, ориентируясь согласно основным складчатым структурам и разрывным нарушениям.

Особенности подтипа характеризует Вижайское месторождение, приуроченное к одноименной дайке. По Л.И. Захарову (2007), мощность Вижайской дайки колеблется от единиц до нескольких сотен метров, её протяженность достигает 20 км с перерывами, связанными с погружениями поверхности тела.

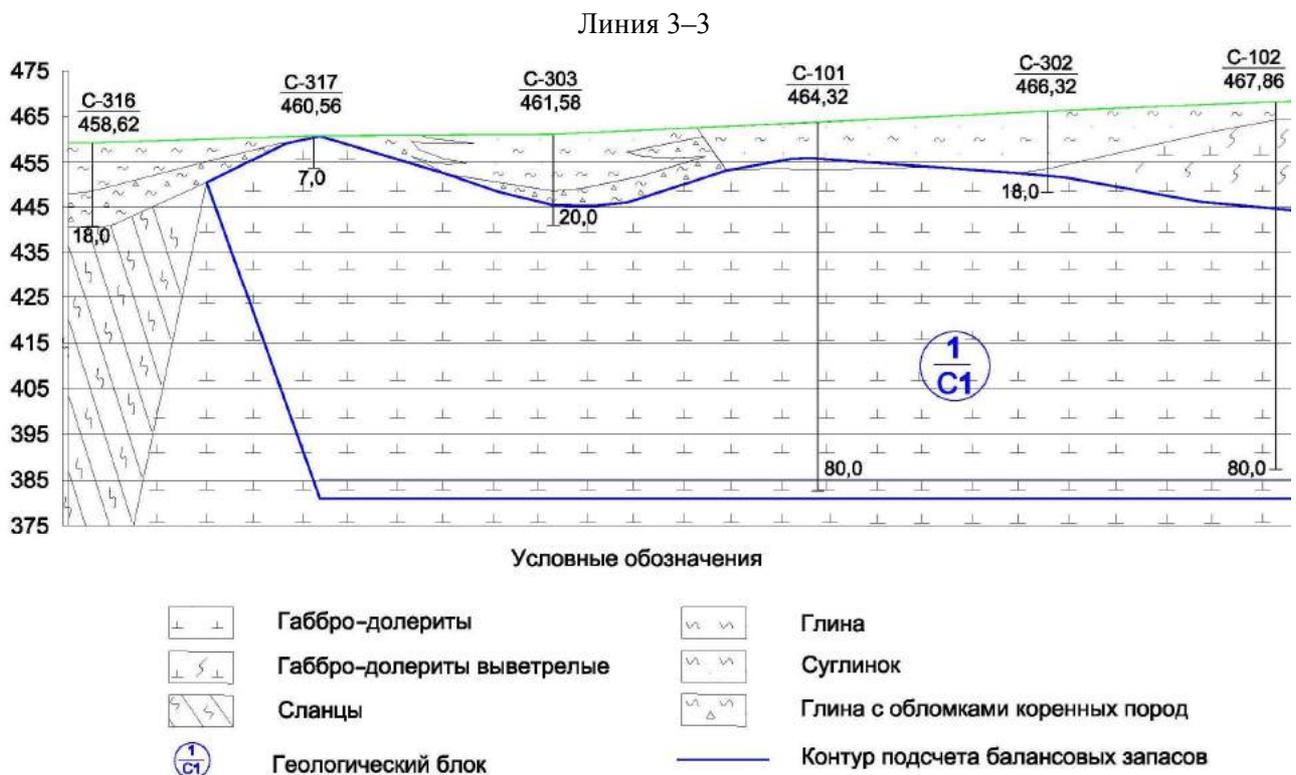


Рис. 5.2. Типовой геологический разрез месторождения габбро-долеритов (на примере Вижайской дайки, по Л.И. Захарову)

Вмещающими дайку породами являются осадочные и вулканические образования (рис. 5.2). В экзоконтактах дайки развиты роговики, мощность зон ороговикования составляет обычно 2-3 м, иногда первые десятки метров.

Средний химический состав полезного ископаемого по месторождению характеризуется следующими данными (%): SiO₂ – 47,3, Al₂O₃ – 14,8, Fe₂O₃ – 3,67, FeO – 9,22, TiO₂ – 1,62, CaO – 10,52, MgO – 3,75, MnO – 0,06, K₂O – 0,62, Na₂O – 2,16.

Другое – Ломовское месторождение – приурочено к сложному габброидному массиву Дублинский камень, расположенному вблизи пос. Теплая Гора. Западная половина месторождения сложена габброидами журавликского комплекса, возраст которого считается поздне-рифейским, а восточная – габбро-долеритами усьвинского комплекса раннего девона (Чайковский, Суслов, 2009).

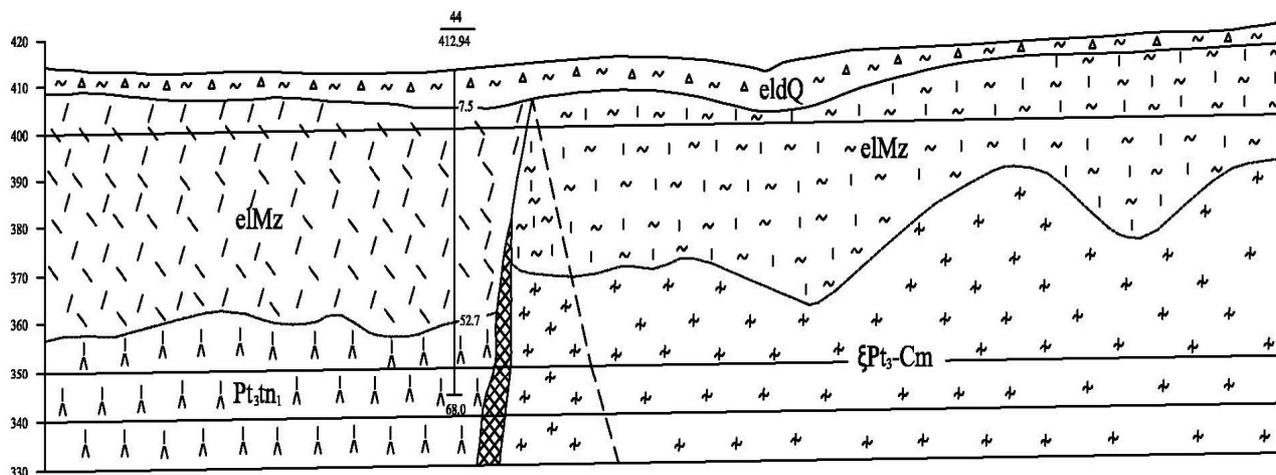
Подтип 2.2. Линзовидные залежи гранитоидов

Гранитоиды менее распространены в Центрально-Уральской минерагенической области. Разведано Троицкое месторождение граносиенитов в Кизеловском районе, расположенное в 40 км к восток-юго-востоку от ж.-д. ст. Кизел.

Месторождение находится в пределах одноименного массива, который относится к трахибазальтовой (RF₃) формации.

В плане Троицкий массив имеет овальную форму, вытянутую в меридиональном направлении. Протяженность его около 9,5 км при ширине в среднем 2,5 км. Площадь массива – 24 км². По Ю.И. Коровину (1973), Троицкое месторождение состоит из трех участков: Ореховка, Западный и Гора Троицкая. В районе месторождения присутствуют вмещающие породы верхнепротерозойского метаморфического комплекса, а также перекрывающие рыхлые образования, представленные корой выветривания коренных пород и четвертичными отложениями различного генезиса и состава.

Линия 2-2



Условные обозначения

eldQ		Глина со щебнем и обломками граносиенита	elMz		Кора выветривания базальтовых порфиров
elMz		Кора выветривания и сильно выветрелый (до дресвы) граносиенит	Pt ₃ tn ₁		Базальтовые порфиры выветрелые
ξPt ₃ -Cm		Граносиенит затронутый выветриванием			Предполагаемые тектонические нарушения
ξPt ₃ -Cm		Контактный роговик			

Рис. 5.3. Типовой геологический разрез месторождения граносиенитов, по Ю.И. Коровину

Непосредственно на месторождении граносиениты контактируют с вмещающими породами верхнего протерозоя (PR₃), это нижнетанинская (PR₃tn₁) и среднетанинская (PR₃tn₂) подсвиты. Массив пересекается многочисленными дайками габбро-долеритов и долеритов (рис. 5.3).

Главным полезным ископаемым месторождения являются граносиениты. Они относятся к отряду кислых магматических пород, подотряду умеренно-щелочных. Макроскопически – это порода с массивной текстурой, средне-, крупнокристаллической структурой с более или менее четко выраженной порфириовидностью.

Независимо от окраски и структурных особенностей качественно граносиениты имеют одинаковый минералогический состав. Основными породообразующими минералами в них являются калиевый полевой шпат, плагиоклаз и кварц. Постоянно в небольших количествах в породе присутствуют биотит, магнетит, титаномагнетит, реже пирит; из аксессуарных – апатит, циркон; из вторичных минералов – альбит, серицит, хлорит, мусковит, гематит, эпидот, карбонат. Содержание породообразующих минералов в породе изменяется незначительно и характеризуется следующими данными (%): калиевый полевой шпат – 60–70; плагиоклазы – 5–18; кварц – 7–15; биотит – 1–8; рудные минералы – 1–9; карбонаты – 0,5–8; аксессуарные минералы – 0,5–1.

Химический состав полезного ископаемого довольно постоянен и характеризуется следующими содержаниями основных компонентов (%): SiO₂ – 62,9–66,9; Al₂O₃ – 14,7–16,9; Fe₂O₃ – 0,7–1,5; FeO – 2,0–4,1; TiO₂ – 8,0–1,9; CaO – 0,9–3,6; MgO – 0,2–2,3; MnO – 0,03–0,19; K₂O – 4,0–6,9, Na₂O – 3,4–5,0. Породы отличает повышенное содержание титана. Большинство определений абсолютного возраста пород свидетельствует об образовании массива в течение раннего венда (Черепанова, Чайковский, 2009).

Граносиениты отличаются высокой прочностью, даже в затронутых выветриванием разностях. Породы пригодны для производства высокопрочного кислотостойкого щебня, заполнителя бетонов всех марок до 500 включительно.

Суммарные запасы месторождения по сумме промышленных категорий А, В и С₁ составляют 130 млн м³.

Тип 3. Пластовые залежи доломитов и доломитизированных известняков

Месторождения относятся к числу полиминерально-сырьевых. Доломиты используются чаще как агросырьё, а доломитизированные известняки – как пильный камень. Отходы производства применяются как строительный камень. Известны Больше-Сарсинское и Чадское месторождения, расположенные в Октябрьском районе близ пос. Октябрьский в юго-восточной части Камской минерагенической области. Камайское и Кишертское месторождения находятся в Кишертском районе Предуральской области (табл. 5.3). Месторождения приурочены к эвапоритовой формации (Р₁к) кунгурского яруса, к его нижнему филипповскому горизонту.

Таблица 5.3. Месторождения доломитов и доломитизированных известняков

Месторождение	Полезное ископаемое	Утвержденные запасы по категориям, тыс. м ³	Химический состав, %
Чадское	Доломиты и доломитизированные известняки	А + В + С ₁ 4973	CaO – 31,8; MgO – 20,3; н.о. – 0,5; P ₂ O ₅ – 0,34
Больше-Сарсинское	То же	В + С ₁ 9742	CaO – 31,11–40,00; MgO – 11,95–22,45; н. о. – 0,16–1,72; R ₂ O ₃ – 0,1–1,72; п.п.п. – 42,06–46,74.
Кишертское	Доломиты с маломощными линзами известняков	В + С ₁ 3400	CaO – 27,8–55,22; MgO – 0,25–21,60; SO ₃ – 0,02–0,37; н.о. – 4,81

Типичное Больше-Сарсинское месторождение, по С.В. Шагалову (1961), представляет собой пластовую субгоризонтальную залежь, сложенную карбонатными породами филипповского горизонта (рис. 5.4).

Линия 1-1

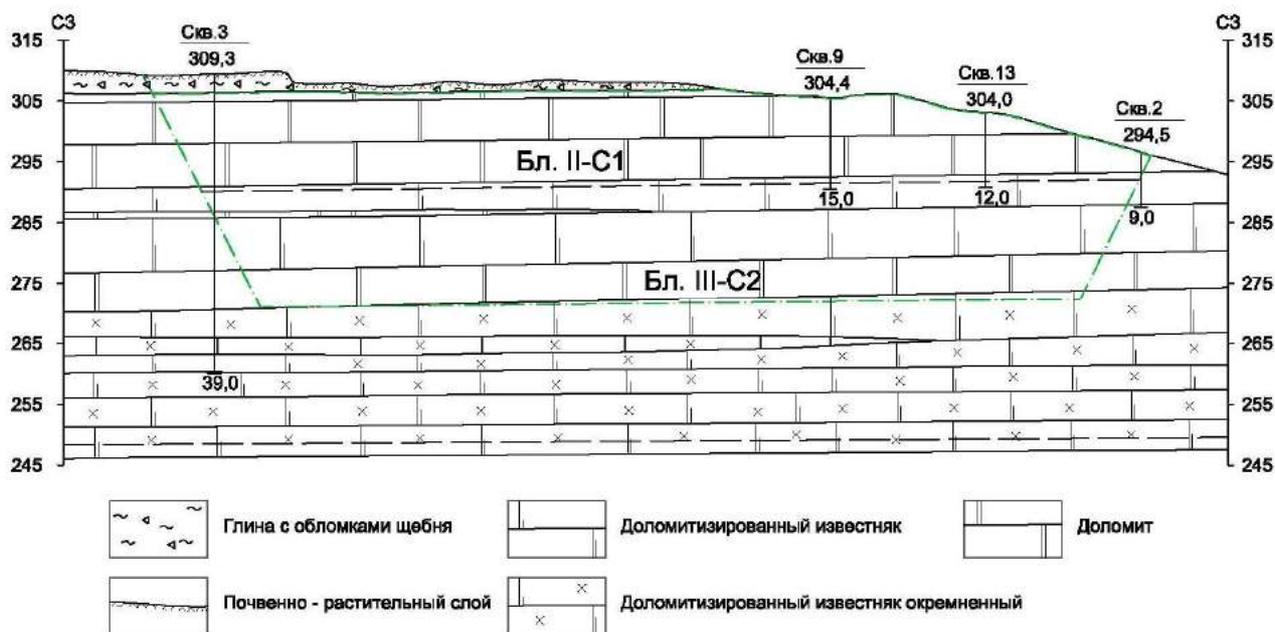


Рис.5.4. Типовой геологический разрез месторождения доломитов и доломитизированных известняков (на примере Больше-Сарсинского месторождения, по С.В. Шагалову)

В пределах продуктивной толщи выделяют несколько пачек доломитов и известняков. Доломиты массивные и толстоплитчатые, в верхней части оолитовые, участками пелитоморфные. Мощность пачек доломитов колеблется от 2,3 до 25 м. Известняк мелкозернистый, массивный. Мощность пачки 4,0-6,0 м. Вскрышные породы представлены глинами мощностью 0,8-7,3 м. Запасы карбонатных пород, используемых в качестве пильного камня, составляют (тыс. м³) по категории В– 1040, категории С₁– 647. Запасы оолитовых доломитов для обжига на известь по категории В –2080; категории С₁ –1294; пелитоморфных доломитов для производства щебня по категории В –90; С₁ –9652.

Тип 4. Пластообразные залежи мраморов и мраморизованных известняков

Месторождения относятся к полиминерально-сырьевым. Они разрабатываются для получения облицовочного и пильного камня, а в качестве общераспространенных полезных ископаемых используются отходы производства в виде мраморной крошки.

К данному типу относится **Пихтовское месторождение** мраморизованных известняков, расположенное в Александровском районе в 1,5 км от пос. Новый.

По данным С.А. Пушкина (1996), мраморизованные известняки Пихтовского месторождения изучались согласно требованиям, предъявляемым к облицовочным камням. В качестве продуктивной толщи месторождения выделяются два стратиграфических подразделения: турнейский ярус нижнего карбона и фаменский ярус верхнего девона (рис. 5.5).

Турнейский ярус представлен биогенными массивными, реже слоистыми тонкозернистыми, темно-серыми (до черных) известняками. Мощность их колеблется от 0 до 9,5 м, что составляет порядка 4% общего количества запасов, пригодных для получения блоков.

Ниже по разрезу залегает фаменский ярус, который развит на площади всего месторождения и имеет значительную мощность не менее 100 м, сложен тонкозернистыми, массивными и плотными известняками. На месторождении разведано 3096,5 м³ известняков, пригодных для производства облицовочного камня. Соотношение категорий А+В – 26,1%, С₁ – 73,9%.

Месторождение расположено на востоке Западно-Уральской минерагенической области. Продуктивная толща входит в состав терригенно-рифогенной угленосной формации (D_{2ps}-С₁).

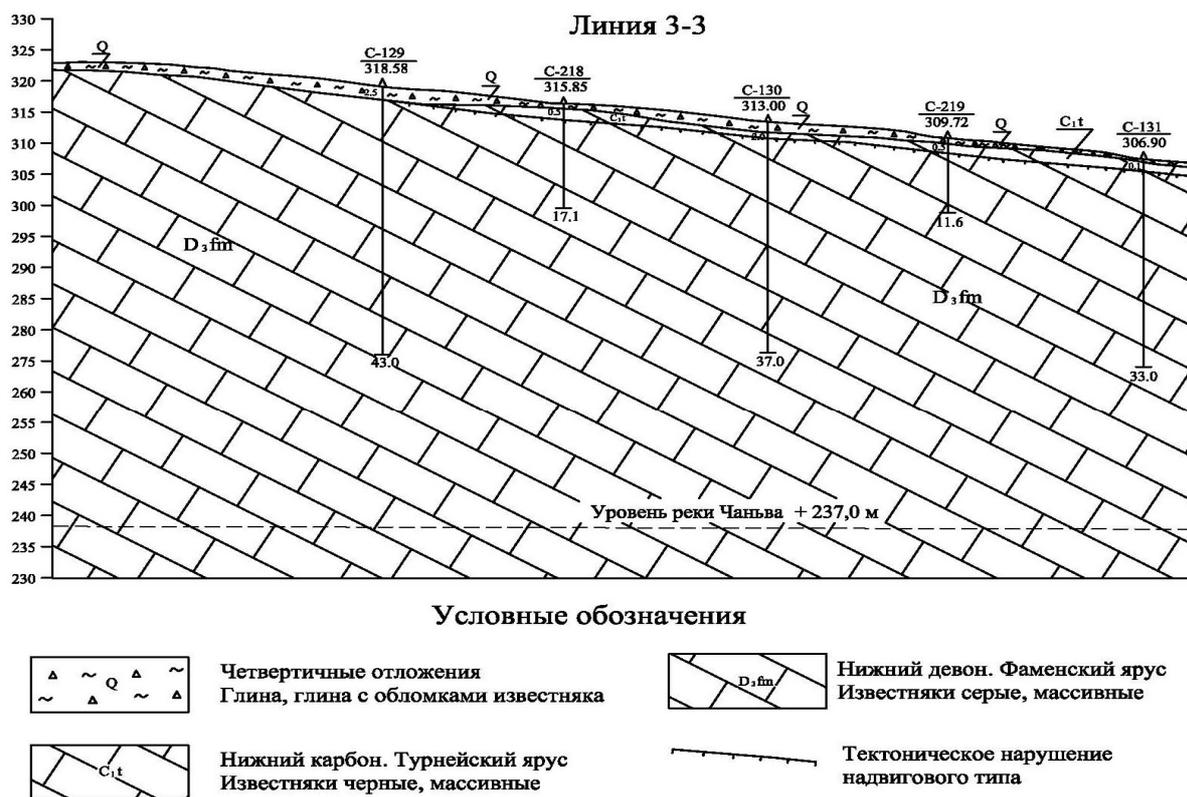


Рис. 5.5. Типовой геологический разрез месторождения мраморизованных известняков (на примере Пихтовского месторождения, по С.А. Пушкину)

Бисерское месторождение мраморизованных известняков и доломитов расположено в Центрально-Уральской минерагенической области.

Оно состоит из двух участков: Вавилон и Кырма. Участок Вавилон расположен в 8 км восточнее пос. Старый Бисер, а участок Кырма – в 18 км восточнее того же поселка. Месторождение сложено породами клыктанской свиты рифея, которая относится к карбостромово-переходносланцевой формации верхнего рифея (RF₃ kl). Продуктивная толща пластовой формы имеет мощность до 180 м.

Химический состав полезной толщи мраморизованных известняков (%) следующий: CaO – 50,41, MgO – 2,12, SiO₂ – 3,12, Al₂O₃ – 0,52, Fe₂O₃ – 0,25, п.п.п. – 40,79; доломитов – CaO – 30,12, MgO – 16,25, SiO₂ – 6,16, Al₂O₃ – 1,56, Fe₂O₃ – 1,09, п.п.п. – 41,62 (Объяснительная..., 1988).

Известняки и доломиты пригодны для изготовления облицовочного камня и цветной крошки для декоративного бетона. Общие балансовые запасы месторождения, утвержденные ТКЗ (№ 8, 1973), на 1.01.2004 по сумме категорий А+В+С₁ составляли 4021 тыс. м³, в том числе на участке Вавилон 787 тыс. м³, а на участке Кырма – 3234 тыс. м³. Забалансовые запасы на участке Кырма оценены в 503 тыс. м³. Месторождение числится в резерве.

Тип 5. Пластовые залежи гипса и ангидрита

На территории края имеются большие запасы гипса и ангидрита, есть перспективы их дополнительного прироста. Общие запасы строительного гипса составляют порядка 90 млн т. Гипс и ангидрит, пригодные для строительных целей, представлены в 36 проявлениях и месторождениях, сложенных сульфатными отложениями иренского горизонта. Породы относятся к эвапоритовой формации кунгурского яруса нижней перми (P_{1k}). Месторождения распространены в Добрянском, Кунгурском, Ординском, Октябрьском и Кишертском районах на востоке Камской и в Предуральской минерагенических областях.

Разнозернистый гипс разных сортов представлен белой и серой разновидностями со всевозможными переходными цветовыми оттенками. Залегание, как правило, близповерхностное, что предопределяет открытый способ отработки. Балансом учтено 10 месторождений с запасами 73325 тыс. т, из них на гипс приходится 48639 тыс. т, на ангидрит – 24686 тыс. т (Минерально-сырьевые..., 2006).

Наиболее крупными предприятиями по добыче этих полезных ископаемых являются ООО «Кнауф Гипс Кунгур» и ОАО «Ергач», разрабатывающие 5 месторождений, в том числе Соколино-Саркаевское (Кунгурский район, в 18 км северо-западнее г. Кунгура, близ ж.-д. ст. Ергач). На 1 января 2010 г. запасы гипса по сумме категорий А + В + С₁ составляют 22400 тыс. т; ангидрита по сумме категорий А + В + С₁ – 22500 тыс. т.

ОАО «Гипсополимер» (г. Пермь) ведет разработку Чумкаского месторождения гипса, расположенного в Добрянском районе в 24 км к югу от пос. Добрянка близ д. Ивановка. Запасы месторождения на 01.01.2010 по сумме категорий А+В+С₁ – 6000 тыс. т.

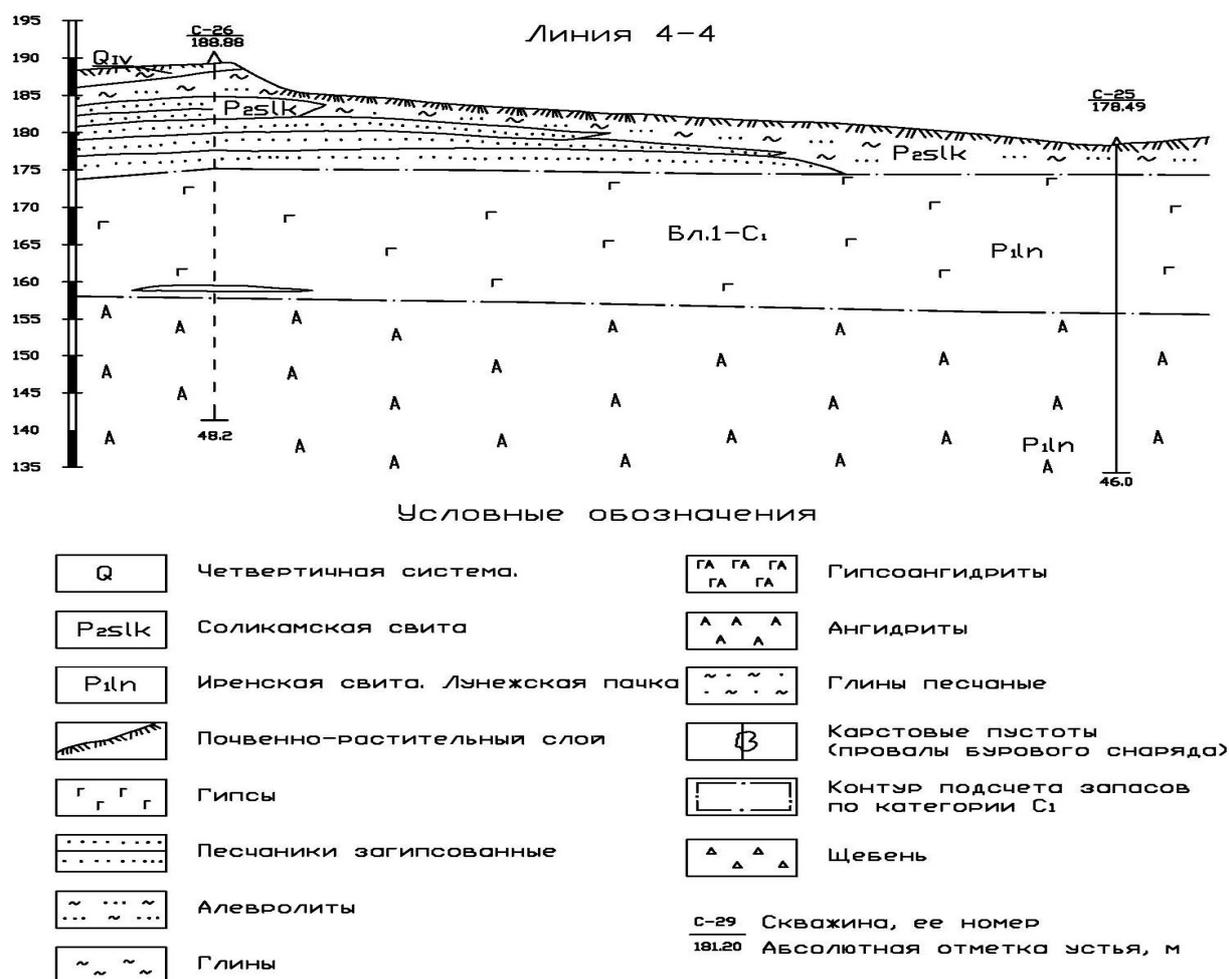


Рис. 5.6. Типовой геологический разрез месторождения гипса (на примере Богомоловского месторождения, по А.К. Алваняну)

ООО «Урал Ресурс» разрабатывает **Богомоловское месторождение** гипса, расположенное в Ординском районе в 2,5 км от д. Красный Ясыл. Запасы гипса на 01.01.2015 по категории С₁ – 7815,0 тыс.т. (Алванян, 2014). Разрез месторождения приведен на рис. 5.6. По качественным показателям полезная залежь Богомоловского месторождения относительно выдержана и представлена гипсом 2 сорта – 24,3%, 3 сорта – 62,5%, 4 сорта – 12,2% и некондиционными прослойками до 0,7 м в объеме 1,0% (табл. 5.4). Гипсы 2 и 4 сортов залегают в виде линз и прослоев различной мощности. Закарстованность месторождения достигает 25%.

Размеры месторождения в плане—1800x465 м. Запасы полезного ископаемого по сумме категорий С₁ и С₂ –14400 тыс. т.

Таблица 5.4. Содержание компонентов в гипсах Богомоловского месторождения

Сорт	Содержание в гипсовом камне, %, не менее		Содержание в гипсоангидритовом камне, %, не менее	
	гипса CaSO ₄ ·2H ₂ O	кристаллизацион- ной воды	гипса и ангидрита в пересчете на CaSO ₄ ·2H ₂ O	серного ангидрита SO ₃
1	95	19.88	95	44.18
2	90	18.83	90	41.85
3	80	16.74	80	37.20
4	70	14.64	-	-

5.2.1.2. Потенциально промышленные типы месторождений естественных строительных камней

Тип 1.П. Пластовые и линзовидные залежи терригенных пород

Тип включает залежи конгломератов и песчаников средне-верхнепермских отложений, издавна используемых как строительный материал для фундаментов в Пермском, Кунгурском и Уинском районах. Запасы данного вида сырья не подсчитывались. В настоящее время эти породы, затронутые выветриванием, употребляются для подсыпки грунтовых дорог. В пределах указанных районов, а также в Красновишерском известно 21 проявление плитчатых песчаников и конгломератов, пригодных для строительных целей.

Тип 2.П. Пластовые залежи кварцитопесчаников

Тип включает залежи пород ишеримской свиты верхнего рифея, сложенной в основном кварцитопесчаниками полевошпат-кварцевыми, аркозовыми с прослоями гравелитов, реже мелкогалечных конгломератов и полюдовской свиты ордовика, представленной конгломератами, кварцевыми песчаниками, алевrolитами.

Тип 3.П. Пластообразные залежи вулканических пород

Вулканические породы (метабазальты) обладают высокими прочностными свойствами. Они имеют широкое распространение в пределах восточной горной части края. В настоящее время названные горные породы практически не используются.

5.2.2. Класс минеральных наполнителей, балласта

В качестве наполнителя в производстве бетона, балласта для дорожного строительства используются песчано-гравийные материалы и пески. Они представляют собой рыхлые обломочные отложения, пригодные для использования в строительстве (Лунев, Кропачев, 1959). В строительной промышленности к пескам относят терригенные осадки с размером частиц от 0,05 до 5 мм, а к гравию – размером от 5 до 70 мм. Если в полезном ископаемом содержание гравия превышает 10%, то его относят к песчано-гравийной смеси (Методические..., Песок и гравий, 2007в). Кроме того, пески широко используются в производстве силикатного кирпича.

Наряду с песчано-гравийными материалами и песками, в качестве наполнителей и балласта используются фракции щебня размером 5–10, 5–20 мм, получаемого при переработке естественных строительных камней, описанных выше.

5.2.2.1. Промышленные типы месторождений минеральных наполнителей и балласта

Тип 1. Ленто-и линзовидные залежи аллювиальных песчано-гравийных материалов

В Пермском крае рассматриваемый геолого-промышленный тип преобладает среди данного класса типов месторождений. Месторождения приурочены к аллювиальным отложениям р. Кама и её притоков (Лунев, 1967). К их числу относятся Закамское (г. Пермь), Заосиновское (г. Пермь, 6 км от с. Заосиновка), Пролетарское (г. Пермь, 1,5 км от ж/д ст. Пермь-Сортировочная), Оханское (Оханский район, 4,6 км от г. Оханск), Кедровое (Усольский район, 3 км от д. Белая Пашня), Ерзовское (Кунгурский район, 15 км на юго-запад от г. Кунгура). Все месторождения располагаются в Камской минерагенической области. В пределах типа по фракционному составу целесообразно выделить два подтипа: подтип песчано-гравийных смесей и подтип песков.

Подтип 1.1. Месторождения песчано-гравийных смесей

Имеют широкое распространение в долинах крупных рек. Тела полезных ископаемых по месту расположения бывают русловые, долинные и террасовые. По форме залегания – это пластовые линейно вытянутые тела мощностью от 2,0 до 10,5 м и более, перекрытые во всех случаях, кроме русловых, покровными суглинками и глинами.

Обломочный материал месторождений по вещественному составу преимущественно кварцево-кремнистый, содержание гравия в общей массе составляет 20 – 55%, песчаная фракция является заполнителем гравийной массы. Всего на балансе запасов Пермского края числятся 62 месторождения песчано-гравийной смеси (из 141 известных объектов) с запасами 254,2 млн м³ (Минерально-сырьевые..., 2006). Добычу песчано-гравийной смеси ведут ООО «Судоходная компания», ООО «ЕвроХим-УКК», ОАО «Порт Пермь» и др.

Большинство месторождений расположено в долине р. Камы и ее крупных притоков. Прирост запасов можно предполагать в низовьях таких притоков Камы, как Яйва, Косьва, Чусовая, Вишера, Обва и др.

По форме залегания это пластовые линейно вытянутые залежи мощностью от 2,0 до 10,5 м, перекрытые во всех случаях, кроме русла, покровными суглинками и глинами. Обломочный материал преимущественно кварцево-кремнистый, содержание гравия в общей массе 20-55%, песок является слабо цементирующей массой (табл. 5.5). Прирост запасов можно предполагать в ледниковых отложениях (Объяснительная..., 1988).

Таблица 5.5. Месторождения песчано-гравийной смеси

Месторождение	Местоположение	Запасы по категориям, тыс. м ³	Гранулометрический состав, %
Антыбарское	6 км на З от ст Чусовская, р. Чусовая	В +С ₁ = 6779	70 мм –3,1; 40 мм –15,9; 20 мм –39,4; 10 мм – 40,6; 5 мм –100,0 (накопленные %)
Калинское	5 км на СЗ от ст. Калино, р. Чусовая	А +В +С ₁ =27639	Гравий – 42,5–72,1; пылевидные глинистые частицы – до 1.
Комарихинское	3,5 км от ст. Верхнечусовские Городки, р. Чусовая	А +В = 1232	Гравий – 43,3–78,1, глинистые частицы – не более 6
Пролетарское	г. Пермь, ст. Пролетарская	В +С ₁ =2 402	Валуны –1,3; гравий – 1,6–59,4; пылевидные глинистые частицы – 0,2–4,5

Достаточно часто песчано-гравийные смеси встречаются в пределах ледниковых отложений на северо-западе края, а также в районах распространения верхнепермских, триасовых и юрских отложений как результат дезинтеграции слагающих их песчаников и гравелитов.

Подтип 1.2. Месторождения и проявления песка

Залежи аллювиальных строительных песков территориально приурочены к районам распространения песчано-гравийных смесей. В Пермском крае числятся 76 месторождений и проявлений строительных песков, из них 28 стоят на балансе, суммарные запасы последних составляют 169,4 млн м³ (Минерально-сырьевые..., 2006). Добычу ведут ООО «ЕвроХим-УКК» и др.

Некоторые месторождения строительных песков содержат прослои или горизонты песчано-гравийных смесей. Разрез типичного месторождения песка и песчано-гравийных материалов приведен на рис. 5.7.

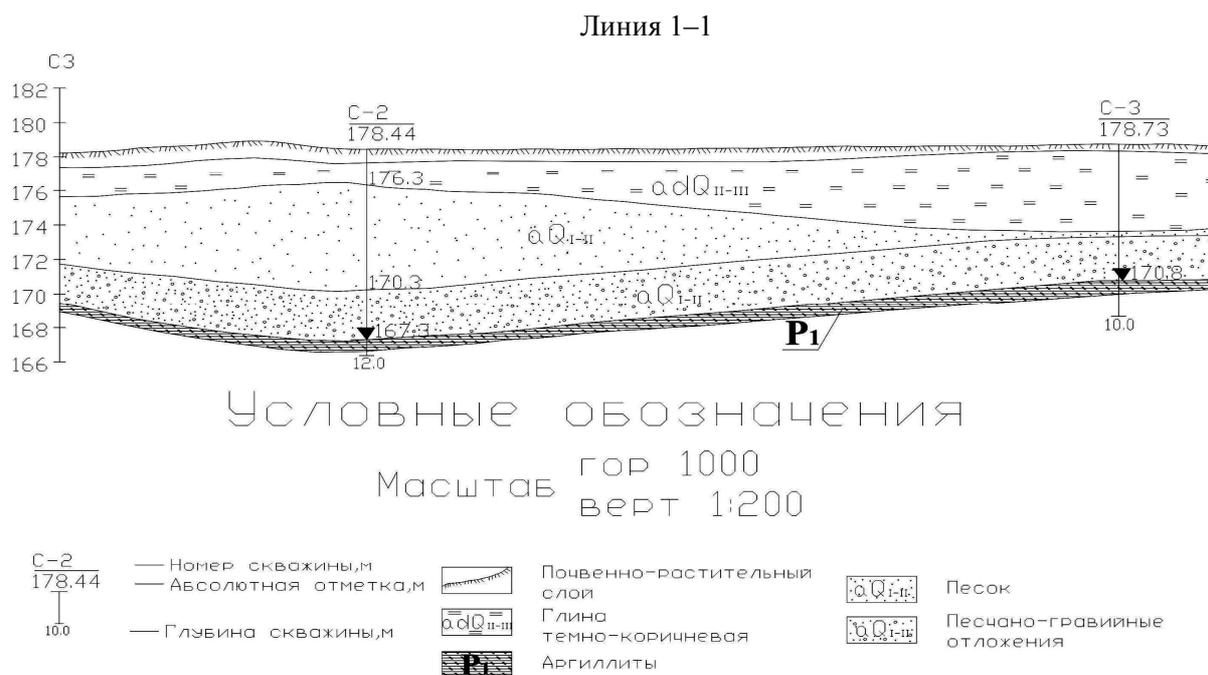


Рис. 5.7. Типовой геологический разрез месторождения песка и гравийно-песчаной смеси (на примере Заосиновского месторождения, по А.Г. Умрихину)

Полезная толща Заосиновского месторождения (г. Пермь, Пермский район, с. Заосиновка) представляет собой пластообразную залежь песка и гравийно-песчаной смеси, вытянутую параллельно руслу р. Камы на 500 м. Ширина ее на западном фланге 130 м, на восточном – 50 м, в центральной части – 200 м. Мощность полезной толщи в контуре подсчета запасов достаточно выдержанная и меняется на отдельных участках месторождения от 10,5 до 13,6 м, средняя составляет 12,2 м. Запасы песка по категориям В+С₁ 786 тыс. м³, гравийно-песчаной смеси – 736 тыс. м³.

Минералого-петрографический состав песков из гравийно-песчаных отложений кремнисто-кварцевый. Основная масса зерен состоит из кварца (40,7–60,0%), в меньшем количестве присутствуют кремни и халцедон (15,0–46,0%), а также полевой шпат (0,1–4,5%). Остальные обломки пород и минералы встречаются в ограниченных количествах. В мелких фракциях песка преобладает кварц, а в более крупных – кремни (Умрихин, 2007).

По данным В.В. Умрихиной (2010), оценены месторождения песка на территории Коми-Пермяцкого округа (Камская минерагеническая область). Пески месторождений приурочены к терригенной толще среднего отдела юрской системы (J₂t), песчано-гравийные залежи – к аллювиальным осадкам среднечетвертичного возраста (рис. 5.8).

Полезные толщи юрских месторождений Узкоколейное (А+В+С₁), равное 3851 тыс. м³, Усть-Черная (А+В+С₁) – 3778 тыс. м³ (Гайнский район), Черная (С₂) – 2741 тыс. м³, Северное

(C₂) – 13298 тыс. м³, Граница (A+B+C₁) – 2124 тыс. м³, (C₂) – 2037 тыс. м³, Междуречье (A+B+C₁) – 3851 тыс. м³, (C₂) – 1514 тыс. м³ (Кочевский район), Усть-Березовское (A+B+C₁) – 3877 тыс. м³ (Юрлинский район), представляют собой пластообразные залежи размером от 260x590 до 800x1400 м, сложенные песком от светло-коричневого до светло-серого цвета, мелкозернистым, полимиктовым, с редкими включениями гальки кварца, кремня, кварцито-песчаника. Мощность вскрытых песков в среднем от 5-10 до 17 м. Подстилают полезную толщу пески серые, сильно глинистые, глины плотные, песчанистые. Вскрышные породы представлены почвенно-растительным слоем до 0,5 м.

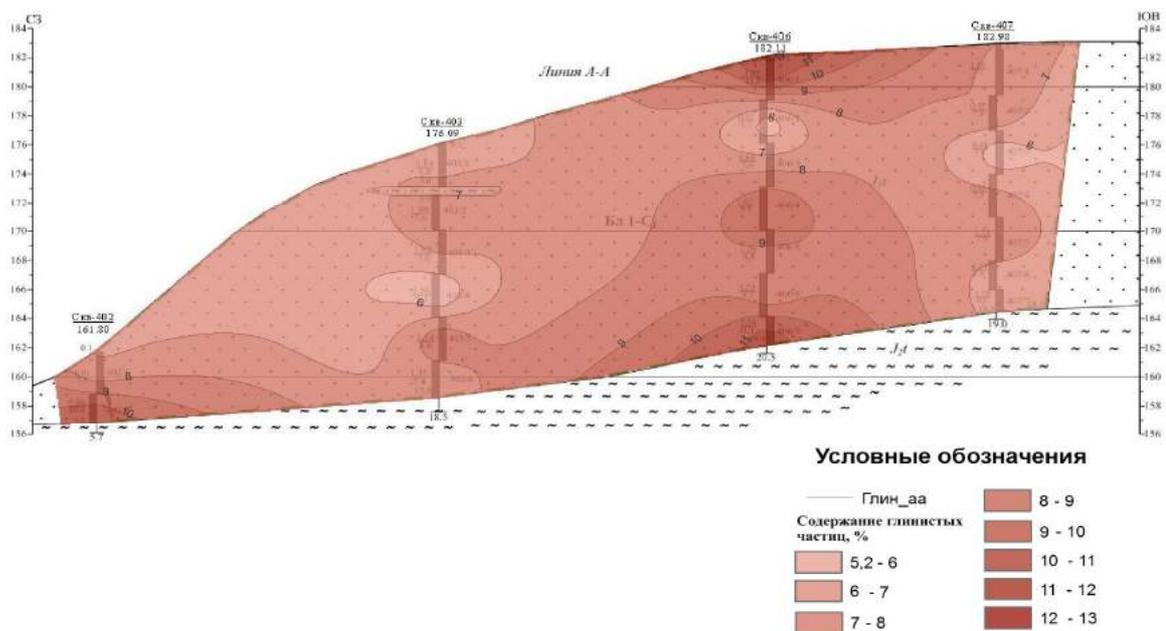


Рис. 5.8. Распределение глинистых частиц (%) по вертикальному разрезу толщи песков месторождения Усть-Чёрная, лежащей на глинах (построения Г.А. Исаевой)

По гранулометрическому составу пески месторождений относятся к группе мелких песков II класса (модуль крупности в среднем составляет 1,52, а полный остаток на сите 0,63 мм в среднем 14,0) и очень мелких песков II класса (модуль крупности в среднем 1,38).

5.2.2.2. Потенциально промышленные типы месторождений минеральных наполнителей и балласта

Тип 1.П. Линзовидные залежи песчаных материалов флювиогляциальных отложений

Проявления песчаных материалов этого типа широко распространены на северо-западе края, где развиты четвертичные ледниковые отложения (месторождения Коми-Пермяцкого округа и Соликамского района). Перспективы вовлечения их в эксплуатацию связаны с экономическим освоением региона, прежде всего со строительством автомобильных и железных дорог.

Тип 2.П. Покровные плащеобразные залежи элювиальных песчаных материалов

Встречаются в корях выветривания районов распространения верхнепермских, триасовых и юрских терригенных отложений. Залежи являются результатом дезинтеграции слагающих их песчаных и гравийных осадочных пород. Тела полезных ископаемых обычно имеют небольшие размеры – это месторождения Федоровское (Куединский район, 14 км на север от ж/д ст. Куеда), Качинское (Чернушинский район, 15 км на север от ж/д ст. Чернушка). Качество сырья этих месторождений по сравнению с аллювиальными пониженное. Пески используются для местных нужд.

* *
*

Таким образом, поиски и разведка достаточно крупных залежей песчано-гравийного материала для заполнения бетонов наиболее целесообразны среди русловых и пойменных отложений четвертичного возраста, а песка – среди аллювия надпойменных террас (Алванян и др., 2009).

5.2.3. Класс керамического сырья

5.2.3.1 *Общая характеристика*

Различают грубую керамику, к которой относят кирпич, черепицу, дренажные трубы, облицовочную керамику, например, метлахскую плитку, сантехническую керамику и тонкую керамику. Сырьем для производства керамических изделий служат разнообразные глины. К общераспространенным полезным ископаемым относятся глины, используемые для производства грубой керамики, в первую очередь для производства кирпича. Состав кирпичных глин достаточно сложен. К числу минералов, придающих прочность изделиям, относятся каолинит и галлуазит, а минералом, придающим им пластичность, является монтмориллонит.

Кирпичные глины в крае распространены повсеместно, однако месторождения сосредоточены в наиболее обжитых районах, где широко развито строительство всевозможных зданий и сооружений, в том числе и промышленных. Поэтому размещение месторождений глин определяется не только геологическими, но и экономическими факторами.

Всего известно 255 малых и средних месторождений кирпичных глин, из них региональным балансом учтены 80 месторождений с суммарными запасами около 155 млн. м³ (Минерально-сырьевые..., 2006). Из 80 три месторождения песков-отошителей. Кроме того, в крае имеется 1 месторождение гончарных глин. Эксплуатация всех промышленных месторождений глин ведется открытым способом. Добычу глин ведут ЗАО «Пермстром», ООО Кирпичный завод «Керамос», АО «Меакир» и др. Перспективы расширения сырьевой базы кирпичных глин хорошие, но необходимы поисково-оценочные работы.

В месторождениях кирпичных глин могут содержаться глины с повышенным содержанием монтмориллонита. Такие глины используются в производстве керамзита. Керамзитовые глины учтены балансом в 8 месторождениях с общими запасами 30,9 млн. м³. Они представлены элювиально-делювиальными, делювиальными и аллювиальными глинами четвертичного возраста. Пластообразные залежи имеют мощность 5,6 – 10,6 м и перекрываются маломощными (0,5 – 1,0 м) суглинками.

Особенности геологического строения позволяют выделить два геолого-промышленных типа месторождений глин. Первый – элювиальные и элювиально-делювиальные месторождения, связанные с корами выветривания, и второй – аллювиальные, связанные с пойменными отложениями.

5.2.3.2. Промышленные типы месторождений

Тип 1. Линзо- и пластообразные залежи кирпичных глин в элювиальных и элювиально-делювиальных отложениях

Месторождения данного типа пользуются наибольшим распространением в Пермском крае среди класса керамического сырья. Они контролируются выходами аргиллитов верхнепермского возраста и распространением на них чехла элювиальных и элювиально-делювиальных покровных отложений.

Как правило, месторождения представлены изометричными в плане пластовыми залежами различной мощности (в среднем 4 – 15 м), перекрытыми суглинками мощностью до 1,0 м, реже до 1,5 – 2,0 м. Глины имеют различную окраску, она преимущественно коричневая с серым или бурым оттенками.

Месторождения кирпичных глин широко распространены в районе г. Перми. Это определяется не только геологическими, но и экономическими факторами. Здесь разведано 8 месторождений: Балмошевское (г. Пермь, 1,5 км на юго-восток от ж/д ст. Балмошная), Лесная дача (г. Пермь, 1,5 км от ж/д ст. Бахаревка), Гусевское (6 км на северо-запад от пгт. Новые Ляды), Копыловское (г. Пермь, 4,5 км на юго-восток от пристани Нижние Мулы), Молотовское (пос. Мостовая), Вороновское (Кунгурский район), Костарёвское (4,5 км от г. Пермь), Каменское (3,5 км на северо-восток от пгт. Юго-Камский) (рис. 5.9).



Рис. 5.9. Схема размещения месторождений глин в районе г. Перми (по Р.Г. Кикиреву и В.М. Алексею, 1996). Месторождения: 1 – Балмошевское, 2 – Лесная дача, 3 – Гусевское, 4 – Копыловское, 5 – Молотовское, 6 – Вороновское, 7 – Костаревское, 8 – Каменское

Вся территория входит в состав Камской минерагенической области. Месторождения приурочены к четвертичным элювиальным, элювиально-делювиальным, делювиальным образованиям по породам шешминской свиты уфимского яруса нижнего (приуральского) отдела пермской системы.

Ряд месторождений расположен в Западно-Уральской минерагенической области, например, Губахинское (Мариинский Лог) (Губахинский район, 2,5 км к северо-востоку от ст. Губаха), а также в Предуральской области, например, Комарихинское месторождение (Чусовской район, 1,5 км к юго-западу от ст. Комарихинская).

По гранулометрическому составу полезное ископаемое месторождений, называемое глиной, несмотря на различие в геологических условиях образования и размещение в разных минерагенических областях, представляет собой алеврит глинисто-песчаный (табл. 5.6).

Таблица 5.6. Гранулометрический состав типовых месторождений глин, %

Месторождение, генезис	Минерагеническая область	Фракция, размеры, мм (от-до среднее)			
		глинистая, менее 0,005	алевритовая, 0,05–0,005	песчаная, 1,0–0,05	песчаная, более 1,0
Губахинское (Мариинский Лог) (делювиальный)	Западно-Уральская	<u>5,40–22,67</u> 14,0	<u>57,96–82,38</u> 70,2	<u>5,0–28,0</u> 16,5	
Комарихинское (элювиально-делювиальный)	Предуральская	<u>9,06–18,13</u> 13,6	<u>51,8–77,54</u> 64,7	<u>10,8–30,0</u> 20,4	
Балмошевское (полигенетический)	Камская	<u>0,85–18,60</u> 9,7	<u>49,62–70,49</u> 60,0	<u>17,06–39,45</u> 28,2	1,07

Намечается тенденция уменьшения в полезном ископаемом глинистой и алевритовой составляющих и увеличения песчаной при движении с востока от Западно-Уральской области на запад к Камской области

По химическому составу в глинах преобладают кремний и алюминий, причем в направлении с востока на запад увеличивается содержание SiO_2 , CaO и уменьшается содержание Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO (табл. 5.7). Это может свидетельствовать о накоплении кварцевой и карбонатной составляющих в полезном ископаемом.

Таблица 5.7. Химический состав типовых элювиально-делювиальных месторождений глин, %

Месторождение	Содержание компонентов, % (от-до среднее)								
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	TiO_2	MgO	SO_3	п.п.п.	CO_2
Губахинское (Мариинский Лог)	63,16–	15,30–	5,60–	1,50–	–	1,92–	0,03–	–	–
	<u>64,08</u>	<u>16,04</u>	<u>6,80</u>	<u>2,38</u>		<u>2,20</u>	<u>0,12</u>		
	63,6	15,7	6,2	1,9		2,1	0,07		
Комарихинское	67,08–	13,10–	4,71–	1,10–	0,52–	1,63–	сл.–	4,62–	сл.–
	<u>69,14</u>	<u>15,17</u>	<u>6,8</u>	<u>3,14</u>	<u>0,70</u>	<u>2,11</u>	<u>0,08</u>	<u>6,21</u>	<u>1,39</u>
	68,1	14,1	5,75	2,1	0,6	1,9	0,04	5,4	0,7
Балмошевское	65,4–	10,92–	3,67–	1,00–	0,40–	1,31–	сл.–	2,66–	сл.–
	<u>77,71</u>	<u>15,54</u>	<u>6,70</u>	<u>5,70</u>	<u>0,98</u>	<u>2,41</u>	<u>0,13</u>	<u>5,95</u>	<u>1,02</u>
	71,5	13,2	5,2	3,4	0,7	1,9	0,07	4,3	0,5
Среднее	67,7	14,3	5,7	2,5	0,6	2,0	0,06	4,8	0,6

Тип 2. Линзо- и лентообразные залежи кирпичных глин в аллювиальных отложениях

Месторождения имеют меньшее распространение по сравнению с месторождениями первого типа. Они приурочены к отложениям пойменной и старичной фаций современного аллювия. К их числу относится Кишертское месторождение в Предуральской минерагенической области (2,5 км на юг от ст. Кишерть) (рис. 5.9; табл. 5.10). Размеры Кишертского месторождения в плане составляют 920–880 м, разведанная мощность достигает 14,2 м (рис. 5.9), запасы полезного ископаемого по категориям А+В+С₁ составляют 3996,2 тыс. м³ (Дозморов, 1992). Приведенные в табл. 5.8 данные показывают высокое качество глин месторождения, предусмотренное ОСТ 21-78-88.

В Камской минерагенической области расположены Косарихинское (Кунгурское) (1,5 км к юго-востоку от ст. Кунгур), Батурское (г. Краснокамск, 12 км от ж/д ст. Оверята), Костаревское (г. Пермь) и Гусевское (6 км на северо-запад от пгт. Новые Ляды) месторождения. Данные о гранулометрическом составе некоторых месторождений свидетельствуют о при-

Таблица 5.10. Химический состав некоторых аллювиальных месторождений глин, %

Месторождение	Содержание компонентов, % (от-до среднее)								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	MgO	SO ₃	п.п.п.	CO ₂
Кишертское	63,2–	14,8–	6,40–	1,50–	0,70–	2,10–	0,10–	–	–
	<u>63,0</u>	<u>14,3</u>	<u>5,60</u>	<u>1,60</u>	<u>0,80</u>	<u>2,05</u>	<u>0,15</u>		
	63,1	14,6	6,0	1,6	0,75	2,1	0,13		
Косарихинское (Кунгурское)	58,7–	13,50–	5,00–	2,00–	0,52–	1,50–	Сл.	–	<u>0,05</u>
	<u>74,8</u>	<u>14,30</u>	<u>6,00</u>	<u>4,00</u>	<u>0,70</u>	<u>2,50</u>			
	66,8	13,9	5,5	3,0	0,6	2,0	Сл.		0,05
Костаревское	64,42–	13,90–	3,56–	1,30–	–	1,17–	–	–	0,39–
	<u>69,36</u>	<u>15,76</u>	<u>5,76</u>	<u>3,35</u>		<u>2,50</u>			<u>2,03</u>
	66,9	14,8	4,7	2,3		1,8			1,2
Среднее	65,6	14,4	5,4	2,3	0,7	2,0	0,06	–	0,6

Средний химический состав полезного ископаемого месторождений, приведённых в табл. 5.10, мало отличается друг от друга. Можно отметить тенденцию увеличения содержания SiO₂ и уменьшения содержания Fe₂O₃ и MgO от Кишертского к Костарёвскому месторождению, т.е. при движении с востока территории к западу. Подобные тенденции были установлены и для элювиально-делювиальных месторождений.

Средний состав глин, приведённый в табл. 5.7 и 5.10 практически не отличается. Можно сделать вывод о том, что состав полезного ископаемого больше определяется положением в минерагенической области, чем генезисом.

5.3. Группа месторождений агрономических полезных ископаемых

5.3.1. Класс известковых агрономических полезных ископаемых

Известковое сырьё в основном применяется в агрохимии для известкования кислых почв, которые преобладают в Пермском крае.

Тип 1. Пластовые и рифовые залежи известняков

Рассматриваемый тип аналогичен типу 1, выделяемому для естественных строительных камней (табл. 5.1, рис. 5.1). Месторождения этого типа специально для добычи агроизвестняков обычно не разрабатываются. В качестве агросырья используются отходы от первичной переработки (дробления) полезного ископаемого на щебень.

Тип 2. Пластовые залежи мергелей

Тип имеет самостоятельное значение и включает небольшие месторождения и проявления мергелей, распространенные в западной части региона на территории Коми-Пермяцкого округа (Ибламинов, Лебедев, 1995). Залежи мергелей приурочены к выходам пород нижней части татарского отдела пермской системы. Недостатком этого вида сырья является его повышенная глинистость.

Все известные месторождения агроизвестняков в Коми-Пермяцком округе (западная часть Камской минерагенической области) приурочены к полосе распространения карбонатных пород нижнетатарского подъяруса шириной 15–60 км, протягивающейся вдоль дороги Кудымкар – Гайны от р.Камы на севере до южной границы округа. В северной части этой полосы (севернее с. Кочевы) месторождения представлены чередующимися пластами известняков и мергелей, а в южной – в основном мергелями. По запасам полезного ископаемого ме-

сторождения относятся к средним и мелким, а по степени сложности геологического строения для целей разведки – ко второй группе. Четыре из них детально разведаны, причем Москвинское и Отевское разрабатываются, а Гуринское и Гавриловское подготовлены к эксплуатации. На остальных шести (Даниловское, Кайсаровское, Вершининское, Деминское, Кышкинское, Логиновское) проведены лишь поисково-оценочные работы.

Отевское месторождение расположено в 10 км севернее г. Кудымкара. Пластовая залежь месторождения мощностью 5 м сложена мергелями с линзовидными прослоями аргиллитов и глинистых известняков. Последние составляют соответственно 2,6 и 4,7 % общего объема залежи. Тело полезного ископаемого подстилается крепкими известковистыми аргиллитами, перекрывается глинами и известковистыми аргиллитами мощностью 1,7 м. Среднее содержание $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ равно 60,2%. Запасы по сумме категорий В и C_1 на 1.01.90 г. составляют 982 тыс.т. Полезное ископаемое требует дробления и подсушки. Месторождение, начиная с 1953 г. ,разрабатывается эпизодически. В 1990 г. добыча составляла 72 тыс.т.

Москвинское месторождение находится в 25 км к северо-востоку от с. Кочево, в 2 км западнее дороги Кудымкар–Гайны. Залежь месторождения представляет собой пластовое тело переслаивающихся мергелей и известняков общей мощностью 6,2 м, залегающее на известковистых аргиллитах и глинах. Покрывающая толща мощностью 1,6 м сложена глинами, содержащими щебень карбонатных пород, и почвенно-растительным слоем. Вследствие выветривания мергели и известняки дезинтегрированы до мучнисто-щебнистого состояния. Среднее содержание $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ равно 75,9%. Запасы по сумме категорий В и C_1 составляют 5272 тыс. т, C_2 – 1539. Для обеспечения агрокарбонатами хозяйств Кочевского, Гайнского и Косинского районов на базе месторождения может работать карьер производительностью до 150 тыс. т сырья в год.

Гавриловское месторождение находится в 39 км южнее г. Кудымкара. Пластовая залежь мощностью 6,4 м сложена выветрелыми мергелями с линзовидными прослоями известковистых аргиллитов (5,5 %) и глинистых известняков (7,6 %). Залежь подстилается аргиллитами и перекрывается разрушенными аргиллитами и песчано-глинистым материалом. Мощность вскрыши 1,1 м. Среднее содержание $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ равно 63,0 %. Запасы по сумме категорий В и C_1 составляют 1495 тыс.т.

Продуктивная толща месторождения обводнена грунтовыми водами. Добытое сырье требует дробления и просушки. На базе месторождения может быть построен карьер производительностью 50 тыс. т сырья в год.

Гуринское месторождение расположено в 20 км к северо-востоку от г. Кудымкара. Продуктивная толща представляет собой пластовую залежь мергелей (93 %) с прослоями известняков (7 %). Она подстилается аргиллитами и глинами и перекрывается глинами со щебнем карбонатных пород и почвенно-растительным слоем. Мощность вскрыши 1,6 м. Среднее содержание $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ равно 67,7 %; запасы по сумме категорий В и C_1 составляют 1503 тыс. т, C_2 – 356. Прирост запасов возможен к северу и югу от месторождения.

Тип 3. Линзовидные и пластовые залежи гажи

Гажа, или озёрный мел, представляет собой рыхлую порошкообразную массу углекислого кальция осадков озёр. Тип представлен небольшими скоплениями известковых осадков современных озёр. Залежи гажи имеют местное значение. В случае переслаивания известковых осадков с торфяными возникают скопления торфюгажи, которые используются как органоминеральное удобрение (Кокаровцев, 1990). Балансом запасов в Пермском крае учитывается 17 месторождений с содержанием суммы CaCO_3 и MgCO_3 от 34,2 до 90,4 %. Наиболее крупные из них Осинцевское (Кишертский р-н) и Ремгинское (Берёзовский р-н), расположенные в Предуральской минерагенической области, а также Телесское (Уинский р-н) и Ерёминское (Кунгурский, Ординский р-ны) на востоке Камской области.

Осинцевское месторождение (12 км на юг от ст. Тулумбасы) расположено по обеим сторонам долины р. Лек. Оно представляет собой пластообразную залежь переслаивания пла-

стов и линз гачи и торфогажи средней мощностью 3 м. Химический состав полезного ископаемого (%): CaO – 12,82–26,69; MgO – 0,80–1,76; R₂O₃ – 5,28–14,35; п.п.п – 29,68–59,20. Балансовые запасы по сумме категорий А, В, С₁ составили 8,5 млн т, С₂ – 2,8 (Даровских, Кудряшов, 2006).

Тип 4. Линзовидные и гнездовые залежи известковых туфов

Известковый туф (травертин) представляет собой пористую, ячеистую породу, образовавшуюся в результате осаждения карбоната кальция из водных источников. Скопления полезных ископаемых данного типа имеют местное значение из-за небольших размеров залежей. Положение известковых туфов контролируется выходами источников пресных гидрокарбонатных подземных вод. Обычно они приурочены к долинам небольших рек, вскрывающих водоносные горизонты. Залежи туфов известны к северу от ст. Кишертъ, в районе г. Перми и других местах.

5.3.2. Класс доломитовых агрономических полезных ископаемых

Доломит, благодаря содержащемуся в нем магнию, является более ценным агросырьем, чем известняк. Существуют два типа месторождений.

Тип 1. Пластовые залежи доломита

Месторождения приурочены к выходам пород филипповского горизонта кунгурского яруса нижней перми. Примером могут служить Чадское и Большесарсинское месторождения, расположенные на юге Пермского края (Октябрьский район, близ ст. Чад), продуктивная толща которых сложена доломитами и доломитизированными известняками и представляет собой моноклиналичную залежь, мощность доломитов колеблется от 4,2 до 38,2 м. Месторождения находятся на востоке Камской минерагенической области.

Тип 2. Покровные залежи доломитовой муки

Месторождения формируются в процессе выветривания коренных выходов доломитов. Получаемое минеральное сырье является наиболее ценным и экономичным.

5.3.3. Класс органических агрономических полезных ископаемых

Органические полезные ископаемые представлены торфом и сапропелем.

Тип 1. Линзовидные и пластовые залежи торфа

Торф является полезным ископаемым растительного происхождения. Содержание органических веществ в абсолютно сухой массе торфа по требованиям кондиций должно быть не менее 50 %. Первоначально торф применялся главным образом как топливо. Его удельная теплота сгорания составляет 21 – 24 тыс.кДж/кг. Это несколько выше, чем у древесины (19 тыс. кДж/кг), но ниже, чем у бурого угля (26 тыс. кДж/кг). Однако с конца 60-х гг. основным потребителем торфа стало сельское хозяйство: он применяется в качестве подстилки для скота и органического удобрения. Из торфа при его термохимической обработке можно получать воск, органические вещества, при биохимической обработке – кормовые дрожжи, при термическом разложении – горючий газ, кокс, смолу.

В Пермском крае насчитывается 874 месторождений и проявлений торфа, расположенных в основном в долинах р. Камы и ее притоков. Из них 147 месторождений с суммарными запасами в 526 млн. т числятся на краевом балансе. Наиболее богаты торфом территории Чер-

дынского, Соликамского, Усольского, Юсьвинского, Верещагинского и Пермского районов (Торфяные..., 1978). Торфяные месторождения края входят в состав Верхнекамского торфяно-болотного района Вятско-Камской области Европейской торфяной провинции.

Средний размер залежей торфа составляет около 50 га при мощности 2,5 м, лишь несколько десятков крупных болот (Пролетарское – г. Пермь, Ласьвинское, Пальтинское – г. Краснокамск, дер. Новоселы) имеют значительно большие размеры. Наиболее крупным в крае и в Европе является Большое Камское месторождение с запасами торфа категории С₂ 321,2 млн т, расположенное на севере региона (Гайнский и Чердынский районы, Камская минерагеническая область).

Все торфяные месторождения и проявления приурочены к аллювиальным и озерно-болотным отложениям современного звена четвертичной системы. Они тяготеют к депрессиям рельефа и долинам крупных рек: Кама (Большое Камское), Коса (Селищенское, Очел-Ят, Косинское 1, Ольховское и др.), Иньва (Юсьвинское 1, Сергинское, Иньва и др.). Для территории края характерно уменьшение размеров месторождений с севера на юг, что обусловлено сокращением площадей торфонесущих низин.

Большинство малых месторождений торфа содержит залежи низинного типа, реже – переходного и верхового. В пределах крупных месторождений могут быть залежи всех трех типов. Большинство из них принадлежит к низинному типу, реже к низинно-переходному и верховому типам.

По составу исходного материала торф относится к осоковым, древесно-осоковым, осоково-сфагновым, древесным, гипсово-осоковым, травяно-осоковым и сфагново-тростниковым разновидностям.

Торф характеризуется зольностью 3,7–61,0%, влажностью 51,4–92,1%, степенью разложения 25–70%, теплотворной способностью 4500–5400 кал.

Степень промышленного освоения месторождений очень низкая (8,9%), разрабатывается всего 5 месторождений: Пальтинское, д. Новоселы, Дикое озеро, Писнейское, Красава. Добываемый торф используется как органическое удобрение в сельском хозяйстве Краснокамского, Пермского, Нытвенского, Очерского, Оханского и Большесосновского районов.

По условиям образования различают верховые и низинные торфяники. Верховые торфяники питаются атмосферными осадками. Они имеют низкое содержание минеральных примесей, в их составе преобладают продукты разложения сфагнума и сосны. Низинные торфяники питаются грунтовыми и речными водами. Они отличаются повышенным содержанием минеральных веществ и сложены в основном остатками зеленых мхов и листовых растений.

По генезису торфяные залежи делятся на 4 типа: верховой, переходный, низинный и смешанный. В верховых залежах присутствуют магелланикумовый, шейхцериево-сфагновый и смешанный виды торфа со степенью разложения 22–25 % и средней зольностью менее 5 %. В залежах переходного типа преобладают переходные лесотопяные и топяные виды торфа со средней степенью разложения 27 % и зольностью 6–8 %. Для низинных залежей характерны топянолесной и лесотопяной виды торфа с зольностью около 10 %. В смешанном типе в том или ином количестве может присутствовать торф всех трех вышеперечисленных типов залежей.

На большинстве месторождений проведены лишь маршрутные поисково-оценочные работы, и запасы оценены в основном по категории С₂.

Большое Камское месторождение. Западная граница месторождения находится в 1,5 км к северо-востоку от пос. Гайны. Отсюда оно простирается в восточном направлении по первой надпойменной террасе р. Камы, уходя за пределы Коми-Пермяцкого округа в Чердынский район. Гайнская часть месторождения длиной 60 км и шириной 2–12 км состоит из двух участков: восточного и западного. Восточный участок сложен в основном переходным и меньше – верховым торфяником, а западный – низинным. В целом, с учетом Чердынской части, месторождение характеризуется следующими параметрами: средняя зольность – 5,4 %, средняя мощность – 2,65 м, запасы категории С₂ – 321,2 млн т.

Селищенское месторождение находится в Косинском районе в 5 км восточнее с. Коса и протягивается на 40 км при ширине до 8 км вдоль р.Косы по ее первой правобережной террасе. В северной половине месторождения преобладает верховой торфяник, а в южной – переходный. Средняя зольность торфа – 4,4 %, мощность залежи 2,5 м, запасы категории С₂ – 73,7 млн.т. Это самое крупное месторождение после Большого Камского. Селищенское болото является ландшафтным памятником природы.

По особенностям состава и строения среди месторождений торфа можно различать три подтипа залежей.

Подтип 1. Залежи верховых торфяников. Залежи верховых торфяников отличаются высоким качеством преимущественно сфагнумового торфа. Торф с низкой зольностью, не превышающей 5%. Залежи располагаются на возвышенностях рельефа, а водоприток связан с атмосферными осадками.

Подтип 2. Залежи низинных торфяников. Залежи низинных торфяников характеризуются повышенной зольностью и преимущественно зеленомошным составом торфа. Месторождения располагаются в пойме рек, питание их осуществляется за счет грунтовых вод, разгружающихся в долинах.

Подтип 3. Залежи переходных торфяников. Занимают промежуточное положение между первыми двумя типами.

Тип 2. Линзовидные залежи сапропеля

Сапропель (от греч *σαπρός* – гнилой и *πηλός* – грязь, ил) – илистый осадок озёр, богатых планктоном, состоящий из органических и минеральных веществ.

Для использования сапропеля в качестве удобрения содержание органического вещества в нём должно превышать 15 %. Органическое вещество состоит из гуминовых веществ и битумов. Большая часть его образуется за счет разложения фитопланктона, меньшая – зоопланктона.

Минеральные вещества поступают с поверхности суши. Они имеют мелкие размеры частиц: преобладает глинистая фракция, в меньшем количестве представлена алевритовая. Их состав – монтмориллонит, гидрохлорит, кварц. В осадке могут быть и аутигенные минералы, такие как кальцит, лимонит, сидерит и др.

По данным Н.А. Даровских и А.И. Кудряшова (2006), в балансе запасов в Пермском крае учтены 6 месторождений, расположенных в Осинском и Октябрьском районах в Камской области. Месторождение Тойно (Октябрьский район) – самое крупное в крае – имеет запасы категории С₂ 2416 тыс. т. Средняя мощность полезной толщи составляет 6,5 м.

* *
*

Выделение геолого-промышленных типов месторождений общераспространенных полезных ископаемых позволило систематизировать информацию обо всем их разнообразии. Каждый тип месторождений характеризуется своими морфологическими свойствами и вещественным составом, что необходимо иметь в виду при прогнозе, поисках, разведке и эксплуатации месторождений.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МИНЕРАГЕНИЯ ОБЩЕРАСПРОСТРАНЕННЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Генетическая минерагения исследует причины и способы образования месторождений полезных ископаемых в определённых палеотектонических обстановках в связи с минерагеническими формациями горных пород. Она выявляет геологические и физико-химические условия, благоприятные для концентрации полезных ископаемых. Генетическая минерагения основывается на региональном, историческом и специальном разделах минерагении и служит основой предварительного прогноза месторождений.

В предыдущей главе была рассмотрена геолого-промышленная классификация месторождений, основанная на использовании полезных ископаемых в народном хозяйстве. Настоящая глава основана на генетической классификации месторождений и характеризует условия образования полезных ископаемых.

6.1. Генетическая классификация месторождений полезных ископаемых

Генетическая классификация подразумевает разделение месторождений на совокупности по геологическим процессам, которые приводят к их образованию. Она основана на сопоставлении ретроспективных моделей месторождений, построенных на современных представлениях о природных процессах. Генетические представления о месторождениях позволяют, исходя из геологической ситуации, прогнозировать возможность обнаружения новых месторождений в том или ином регионе. Появляется возможность также прогнозировать параметры обнаруженных или разведываемых месторождений, поняв их генетическую принадлежность.

В мире существуют различные генетические классификации месторождений полезных ископаемых. В СССР в 40–60-х гг. XX в. широко использовалась классификация месторождений ленинградской школы геологов – А.Г. Бетехтина, дополненная П.М. Татариновым (1975). В 60-х гг. появляется и в 80-х приобретает широкое распространение классификация В.И. Смирнова (1965, 1969, 1976, 1982, 1989). Эта классификация, дополненная нами, положена в основу классификации месторождений общераспространённых полезных ископаемых Пермского края. В классификации учтены геологические и физико-химические условия образования месторождений. В качестве классификационных единиц использована следующая иерархия подразделений: серия – группа – класс – подкласс – генетический тип месторождений полезных ископаемых.

Генетическая серия – это наиболее крупное подразделение. Она объединяет месторождения, близкие по источникам энергии и веществам, необходимым для их образования. Выделяют три серии:

- эндогенную, образование которой обязано недрам Земли,
- экзогенную, обусловленную энергией Солнца,
- метаморфогенную – результат эндогенных преобразований продуктов эндогенных или экзогенных процессов.

Возможно вовлечение в эксплуатацию месторождений техногенной серии, накопление полезных ископаемых которой связано с деятельностью человека.

В пределах серий выделяются группы. *Генетическая группа* месторождений обособляется по главному генетическому процессу, приводящему к концентрации полезных ископаемых (табл. 6.1).

Таблица 6.1. Генетическая классификация месторождений общераспространенных полезных ископаемых Пермского края

Генетические			Генетический тип полезных ископаемых	Примеры месторождений (проявлений)	
группа	класс	подкласс			
Серия эндогенная					
Магматическая	Кристаллизационный	Раннемагматический	Естественных магматических строительных камней Подтипы: Габбро-долеритовый, граносиенитовый	Ломовское Троицкое	
Серия экзогенная					
Выветривания	Остаточный	Обломочный	Песчано-гравийных смесей	Косинская площадь	
			Глин кирпичных	Антипинское	
			Известняковой муки	Москвинское	
			Доломитовой муки	Больше-Сарсинское	
		Гидрослюдистый	Строительного гипса	Федоровское	
			Глин керамзитовых	Сылвенское	
			Глин кирпичных	Каменское	
			Охр	Сервинское	
	Каолинитовый	Огнеупорных глин	Юрские глины		
	Инфильтрационный	Гермобарически-барьерный	Известковых туфов	Таныпское	
Осадочная	Механических осадков	Седиментогенетический	Делювиальных глин кирпичных	Кудымкарское, Саранинское	
			Аллювиальных глин кирпичных	Калинское	
			Аллювиальных глин керамзитовых	Костаревское	
			Аллювиальных песков	Верхнекамская площадь	
			Аллювиальных песчано-гравийных смесей	Чукаевское, Заосиновское	
			Озерных глин светложгущихся	Сединское, Усть-Игумское	
			Гляциальных глин кирпичных	Келичевское, Григоровское	
			Флювиогляциальных песчано-гравийных смесей	Мордвинское	
			Флювиогляциальных песков строительных, формовочных	Артамоновское	
			Эоловых песков	Аптугайское	
	Химических осадков	Диа- и катагенетический	Концентратов и осадков из истинных растворов	Гажы	Осинцевское
				Известняков хемогенных	Гора Матюковая, Даниловское
				Доломитов	Белый Камень, Больше-Сарсинское
				Гипс-ангидритовая	Соколино-Саркаевское
	Механохимический	Биогенный		Мергелей	Кайсаровское, Москвинское, Отевское
				Сапропелевая Торфов	Большое Камское, Селищенское
	Биохимический			Известняков органогенных	Шарашинское

Таблица 6.1. Окончание

Генетические			Генетический тип полезных ископаемых	Примеры месторождений (проявлений)
группа	класс	подкласс		
Серия метаморфогенная				
Регионального метаморфизма	Метаморфический	Первично-экзогенный	Окварцованных конгломератов	Тулымское проявление
			Кварцитопесчаников	Ишеримское
			Мраморов и мраморизованных известняков	Бисерское, Пихтовское

Генетический класс объединяет месторождения, близкие по способу концентрации полезного ископаемого, например, классы механических и химических осадков в осадочной группе.

Генетический подкласс месторождений выделяется внутри класса по главной стадии процесса минералообразования, приведшей к концентрации полезного ископаемого (в кристаллизационном классе магматической группы – ранне- и позднемагматический подклассы, классе химических осадков осадочной группы – подклассы осадков из истинных и коллоидных растворов).

Генетический тип месторождений – это совокупность месторождений, близких по минеральному составу, т. е. по продуктам минералообразования, по геологическим условиям размещения, по физико-химическим условиям образования. Названия типам даются по продуктам генетических процессов, т.е. на основе статических моделей месторождений. В Пермском крае насчитывается более 30 генетических типов полезных ископаемых (табл. 6.1).

По условиям образования большинство месторождений общераспространенных полезных ископаемых относятся к экзогенной серии, только месторождения магматических пород относятся к эндогенной серии, а месторождения метаморфических горных пород – к метаморфогенной.

6.2. Месторождения эндогенной серии

6.2.1. Общая характеристика

Месторождения магматической группы разрабатываются специально для получения естественных строительных камней. В этих месторождениях в качестве полезных ископаемых выступают сами магматические горные породы, если они отвечают требованиям промышленности по количеству, качеству и условиям залегания.

Для естественных строительных камней главную роль играет кристаллизационный класс, формирование горных пород которого происходило в результате кристаллизационной дифференциации магмы. Магматические горные породы в большинстве случаев являются продуктами кристаллизации общей массы магматического расплава и относятся к раннемагматическому генетическому подклассу (см. табл. 6.1).

6.2.2. Ассоциации и формации магматических горных пород западного склона Урала

Продуктивные для выявления месторождений строительных камней формации магматических горных пород распространены в Центрально-Уральской минерагенической области, которая претерпела длительную историю геологического развития. Это обусловило присутствие здесь магматических пород самого разнообразного состава – от ультраосновного до кислого (табл. 6.2, рис. 6.1).

Таблица 6.2. Палеотектонические режимы и обстановки, магматические ассоциации и формации западного склона Северного и Среднего Урала

Палеотектонические		Возраст	Магматические	
режим	обстановка		ассоциация	формация
Плитный эпигерцинский с мезозойской активизацией	Эмерсивная	$P_{2kz} - KZ$	Базальт-долеритовая (T_1)	Базальт-долеритовая
Коллизионный позднегерцинский	Надвигового пояса; краевого прогиба	$P_{1ar} - P_{2u}$		
Плитный эпикаледонский (герцинской пассивной окраины) с периодами активизации	Инундационная	$C_2 - P_{1s}$	Щелочно-базальтоидная (C_{1-2})	Сиенит-габбровая
	Трансгрессивная	$D_{2ps} - C_1$	Базальт-долеритовая (D_{1-3})	Базальт-долеритовая
	Эмерсивная	$D_{1tk} - D_{2cs}$		
Коллизионный каледонский	Сутурной зоны	$S_2 - D_1$	Монцонит-сиенитовая (D_1)	Монцонит-сиенитовая
Субдукционный каледонский	Островной дуги	$O_2^2 - S_1$	Гранитоидная островодужная (S_1)	Риолит-дацитовая
	Задугового бассейна			Лейкогранитовая
			Континентальной окраины	Офиолитовая задугового бассейна и островной дуги (O_{2-3})
Спрединовый каледонский	Пассивной окраины	$E_3^3 - O_2^1$		
Плитный эпибайкальский	Эмерсивная	$E_1 - E_3^2$	Базальт-долеритовая ($V_2^2 - E$)	Базальт-долеритовая
	Синеклизная	$V_{2ck} - V_{2us}$		Долерит-пикритовая
Плитной активизации	Рифтовая	$R_3^3 - V_2^1$	Щелочно-базальтоидная ($R_3^3 - V_1$)	Щелочно-ультрамафитовая (V_1)
		$R_2 - R_3^2$		Гарцбургит-ортопироксенит-норитовая (R_3)
Грабеновая			Базальт-долеритовая (R_3)	Андезит-трахибазальтовая (R_3^3) Базальт-долеритовая Базальт-риолитовая

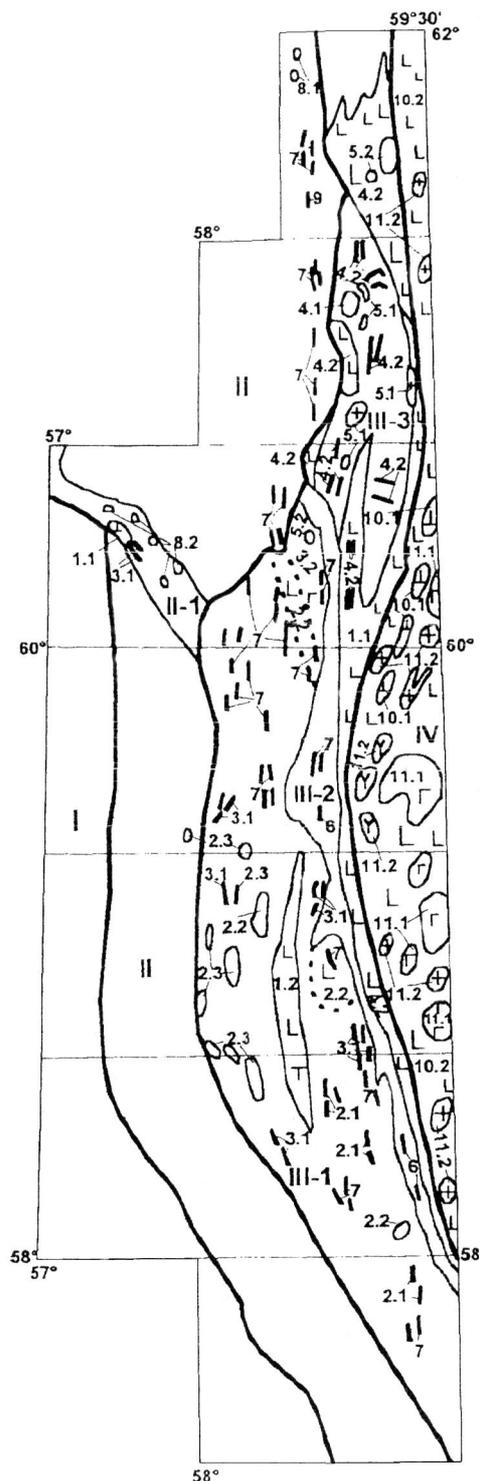
Большой вклад в изучение и выделение магматических комплексов Западного Урала внесли пермские геологи-съемщики, занимавшиеся геологическим картированием Пермского края и окружающих территорий. Крупные обобщения по этой проблеме были сделаны Н.П. Старковым (1980) и А.М. Зильберманом (1996). Комплексный анализ геологической информации об исследуемой территории позволил нам в интервале времени от среднего рифея до кайнозоя выделить восемь палеотектонических режимов, подразделенных на обстановки, которым соответствуют ассоциации и формации магматических горных пород (табл. 6.2).

Рис. 6.1. Схема размещения магматических формаций западного склона Северного и Среднего Урала. Тектонические структуры:

I – Предуральский краевой прогиб; II – Западно-Уральская зона складчатости: II-1 – Полюдово-Колчимский антиклинорий; III – Центрально-Уральское поднятие: III-1 – Кваркушско-Каменногорский мегантиклинорий, III-2 – Улсовско-Висимский мегасинклинорий, III-3 – Верхнепечорско-Кутимский антиклинорий; IV – Тагильский мегасинклинорий.

Магматические ассоциации и формации:

1 – базальт-долеритовая (R_3); 2 – щелочно-базальтоидная ($R_3^3 - V_1$); 2.1 – гарцбургит-ортопироксенит-норитовая (V_1), 2.2 – трахибазальтовая ($R_3^3 - V_1$), 2.3 – щелочно-ультрамафитовая (V_1); 3 – базальт-долеритовая ($V_2^2 - E$): 3.1 – долерит-пикритовая ($V_2^2 - E$), 3.2 – базальт-долеритовая ($V_2^2 - E$); 4 – офиолитовая задугового бассейна и островной дуги (O_{2-3}): 4.1 – дунит-перидотитовая (O_{2-3}), 4.2 – натриевых базальтов (O_{2-3}); 5 – гранитоидная островодужная (S_1): 5.1 – лейкогранитовая (S_1), 5.2 – риолит-дацитовая (S_1); 6 – монцонит-сиенитовая (D_1); 7 – базальт-долеритовая (D_{1-3}); 8 – щелочно-базальтоидная (C_{1-2}): 8.1 – сиенит-габбровая (C_{1-2}), 8.2 – щелочно-ультрамафитовая (C_{1-2}); 9 – базальт-долеритовая (T_1); 10 – офиолитовая (O_{1-3}): 10.1 – дунит-перидотитовая (O_{1-2}), 10.2 – натриевых базальтов (O_{1-3}); 11 – плагиогранит-дунит-клинопироксенит-габбровая ($O_3 - D_1$): 11.1 – дунит-клинопироксенит-габбровая ($O_3 - S_1$), 11.2 – габбро-диорит-плагиогранитовая ($S_1 - D_1$)



6.2.2.1. Щелочно-базальтоидные ассоциации неопротерозоя (поздний рифей, RF_3 – венд, V)

В среднем-позднем рифее, по мнению Ф.А. Курбацкой (1997), существовала грабеновая обстановка режима плитной рифей-вендской активизации. С нею достаточно условно можно связать образование **базальт-долеритовой ассоциации**, состоящей из базальт-долеритовой и базальт-риолитовой формаций.

Базальт-долеритовая формация рифея включает дресвянский трахибазальтовый и велсовский метадолерит-метабазальтовый комплексы, вулканические тела которых залегают соответственно в составе рассольнинской свиты Полудово-Колчимского антиклинория (ПКА) Западно-Уральской зоны складчатости (ЗУЗС) и велсовской свиты Верхнепечорско-Кутимского антиклинория (ВКА) Центрально-Уральского поднятия (ЦУП) (см. рис.6.1).

Базальт-риолитовая формация выделена С.Б. Суловым в составе федотовской свиты верхнего рифея на Среднем Урале в Улсовско-Висимском мегантиклинории.

Следующей за грабеновой рифтовой обстановке режима плитной активизации конца позднего рифея – начала позднего венда отвечает спарагмитовая вулканогенно-осадочная надформация, слагающая большую часть Кваркушко-Каменногорского мегантиклинория (ККМА) Центрально-Уральского поднятия. Она включает магматиты **щелочно-базальтоидной ассоциации**, объединяющей следующие формации: нижнюю андезит-трахибазальтовую (щегровитский, вильвенский, журавликский и троицкий комплексы), гарцбургит-ортопироксенит-норитовую (сарановский комплекс) и верхнюю щелочно-ультрамафитовую (дворецкий, шпалорезовский и благодатский комплексы).

Андезит-трахибазальтовая формация представлена преимущественно вулканическими комплексами основания и нижней части разреза спарагмитовой надформации. Среди них к наиболее ранним может быть отнесен *щегровитский метатрахит-метатрахибазальтовый комплекс*, располагающийся в западной части ККМА. Породы комплекса слагают мощную 700-метровую толщу. В состав комплекса входят лавы, лаво- и туфобрекчии трахибазальтов и трахитов, а также базальтов, плагиобазальтов, мелатрахибазальтов и кварцевых латитов. Стратиграфически выше пород щегровитского комплекса залегают породы *вильвенского трахибазальт-базальтового комплекса*. Его полный разрез находится в восточной части ККМА среди терригенных пород одноименной свиты. Здесь общая мощность комплекса достигает 300 м. Комплекс представлен базальтами, трахибазальтами, их туфами и туффитами.

К описываемой формации с большой долей условности могут быть отнесены плутонические тела журавликского и троицкого комплексов. Интрузивные тела *журавликского верлит-габбро-кварцевосиенитового комплекса* располагаются в восточной прибортовой части Кваркушко-Каменногорского палеорифта. Комплекс включает в себя Журавликский массив, Линевские тела и тела Дублинского массива.

Троицкий комплекс щелочных граносиенитов (Леонов-Вендровский, Старков, 1967) представлен одноименной интрузией щелочных граносиенитов. Массив расположен в приосевой части ККМА близ западной границы опущенного и переработанного блока фундамента. Он имеет активные контакты с танинской свитой нижнего венда. Пользуясь определением абсолютного возраста Rb-Sr методом в 620 ± 18 лет, А.М. Зильберман отнес время его образования к рубежу раннего и позднего венда. Породы комплекса оценены как сырьё для производства естественных строительных камней

Гарцбургит-ортопироксенит-норитовая формация объединяет плутонические тела *сарановского габбро-анортозит-дунит-гарцбургитового комплекса*. Детальное описание комплекса приведено в работе О.К. Иванова (1990). Для комплекса характерны небольшие тела расслоенных серпентинизированных гипербазитов (преимущественно дунитов и гарцбургитов), содержащих пластообразные залежи хромшпинелидов. Эти тела залегают среди пород рифея и нижнего венда.

Щелочно-ультрамафитовая формация выделена на основании последних исследований петрографического состава пород, сделанных С.Б. Суловым. Она включает три вулканических комплекса, залегающих друг за другом в следующей стратиграфической последовательности: дворецкий, шпалорезовский и благодатский. Тела магматических пород *дворецкого авгитит-трахибазальтового комплекса* дискретно размещаются в западной части ККМА среди койвинской свиты (V_1kv) (Зильберман и др., 2002), являющейся аналогом верхней части разреза вильвенской свиты, развитой в восточной части зоны. Комплекс представлен эруптивными аппаратами трещинного и центрального типа (диатремами), толщами лав и туфов. Аппараты сложены брекчиями гиаломеланефелинитов (авгититов), трахибазальтов, ре-

же лимбургитов, пикритов, пикробазальтов, обломками вмещающих и глубинных пород. Диремы в диаметре достигают 500 м. В разрезе вулканогенно-осадочной толщи преобладают туфы и туфобрекчии трахибазальтов, причем в нижней части они сопровождаются обломками преимущественно пикробазальтов и пикритов, а в верхней – авгитов, пикритов, трахитов и рудных пироксенитов. Встречаются также небольшие жильные тела эссекситов, камптонитов, альбититов. По стратиграфическому положению эффузивных и эффузивно-осадочных пород комплекс датируется нижним вендом. Стратиграфически выше вулканитов дворецкого комплекса также в западной части ККМА в верхах керносской свиты (V_1kr) располагаются подушечные лавы трахибазальтов и силлы эссекситов, пикродолеритов, кринанитов, объединяемых в *шпалорезовский трахибазальтовый комплекс*. Западнее дворецкого и стратиграфически выше шпалорезовского располагается прерывистая полоса вулканитов *благодатского пикрит-трахибазальтового комплекса*, фиксирующая западный борт Кваркушко-Каменногорского палеорифта и соответственно ККМА. В составе комплекса присутствуют лавовые и взрывчатые образования. Лавы трахибазальтов сопровождаются туфами и туфобрекчиями пикритов и пикротрахибазальтов, а также телами карбонатитов (Зильберман, 1996). Вулканиты комплекса залегают среди верхнекерносской подсвиты нижнего венда, чем и определяется их возраст.

Во второй половине позднего венда режим рифей-вендской активизации сменяется плитным и рифтовая обстановка переходит в синеклизную (см. табл. 6.2), которая фиксируется флишоидно-молассоидной осадочной формацией позднего венда, а затем в эмерсивную кембрийскую, отложения которой отсутствуют. Скорее всего, именно эмерсивной обстановке отвечает **базальт-долеритовая ассоциация**, включающая долерит-пикритовую (кусьинско-промысловский, красновишерский комплексы) (Магматические формации..., 1979) и базальт-долеритовую (кваркушский комплекс) формации.

Долерит-пикритовая формация представлена двумя гипабиссальными комплексами: кусьинско-промысловским и красновишерским. Наибольшим распространением пользуется *кусьинско-промысловский пикрит-эссекситовый комплекс*, выделенный под этим названием А.М.Зильберманом и Е.М.Чернышовой в 1975 г. Небольшие тела (дайки, силлы, штоки) комплекса протягиваются двумя полосами вдоль западного и восточного контактов площади развития пород спарагмитовой формации, фиксируя прибортовые части Кваркушко-Каменногорского палеорифта. Отдельные тела встречаются и в его внутренней зоне. Полоса распространения выходов тел комплекса в западной части ККМА пространственно совпадает с площадями выходов тел благодатского комплекса (Семеновские, Танчихинские, Кусьинские тела), что свидетельствует о тесной связи вулканогенных пород щелочно-ультрамафитовой формации и гипабиссальных пород рассматриваемой долерит-пикритовой. Магматические тела комплекса имеют интрузивные контакты с верхнерифейскими, ниже- и верхневендскими породами. Кусьинско-промысловский комплекс представлен в основном эссекситами и пикритами, встречаются также тешениты и камптониты. В восточной полосе в комплекс были включены щелочные породы ряда мельтейгита-якупирангита, карбонатиты и сиениты. По нашему мнению, первые два типа пород могут принадлежать к вышеописанной щелочно-ультрамафитовой формации, а сиениты – к верхнесеребрянскому девонскому комплексу монзонит-сиенитовой формации. *Красновишерский пикрит-эссекситовый комплекс* распространен в пределах ПКА Западно-Уральской зоны складчатости и, по-видимому, синхронен кусьинско-промысловскому. Он сложен небольшими дайками и штоками субщелочных долеритов и пикродолеритов.

Базальт-долеритовая формация представлена *кваркушским метагаббро-долеритовым комплексом*, дайки и линзовидные тела которого располагаются в северной части ККМА и секут рифтогенные образования спарагмитовой надформации нижнего венда. Комплекс сложен габбро-долеритами и долеритами, в качестве дифференциатов встречаются пикродолериты и пикриты. Породы метаморфизованы до фации зеленых сланцев и эпидотовых амфиболитов.

6.2.2.2. Гранитоидно-офиолитовые ассоциации раннего палеозоя
(поздний венд, V_2 – ранний девон, D_1)

В конце кембрия плитный режим начал осложняться активными тектоническими процессами, связанными с раскрытием Уральского палеоокеана. Наступил спрединговый каледонский режим, фиксируемый терригенно-вулканогенной базальной надформацией, с океаническими обстановками в Тагильской мегазоне, свидетельством которых является **офиолитовая ассоциация** Тагильского мегасинклинария (ТМС), традиционно включающая **дунит-перидотитовую формацию** нижнего-среднего ордовика, представленную салатимским дунит-гарцбургитовым комплексом, и **формацию натриевых базальтов** нижнего-верхнего ордовика (табл. 6.3).

Таблица 6.3. Палеотектонические режимы и обстановки, магматические ассоциации и формации западной части Тагильской мегазоны, примыкающей к Центрально-Уральской мегазоне Северного и Среднего Урала

Палеотектонические		Возраст	Магматические	
режим	обстановка		ассоциация	формация
Плитный эпигерцинский с мезозойской активизацией	Эмерсивная	$P_2kz - KZ$		
Коллизионный позднегерцинский	Сутурной зоны	$P_{1a} - P_{2u}$		
Плитный эпикаледонский (периокеанический герцинский)	Инундационная	$C_2 - P_{1s}$		
	Трансгрессивная	$D_{2ps} - C_1$		
Коллизионный каледонский	Сутурной зоны	$D_{1tk} - D_{2cs}$ (?)		
Субдукционный каледонский	Островодужная	$O_3 - D_1$	Плагиогранит-дунит-клинопироксенит-габбровая ($O_3 - D_1$)	Габбро-диорит-плагиогранитовая ($S_1 - D_1$)
				Дунит-клинопироксенит-габбровая ($O_3 - S_1$)
Спрединговый каледонский	Океаническая	$\epsilon_3^3 - O_3$	Офиолитовая (O_{1-3})	Натриевых базальтов (O_{1-3})
				Дунит-перидотитовая (O_{1-2})

Обстановку задугового бассейна субдукционного режима фиксирует **офиолитовая ассоциация задугового бассейна и островной дуги**, состоящая из двух формаций: дунит-перидотитовой (вишерский комплекс) и натриевых базальтов (чувальский, колпаковский вулканические, чурольский, ишеримский, антипинский, подпоровский плутонические комплексы и расьинская интрузия).

Дунит-перидотитовая формация УВЗ представлена *вишерским клинопироксенит-дунит-перидотитовым комплексом*, который включает Мойвинскую интрузию, расположенную в восточной части зоны, и ряд мелких тел в ее центральной части в бассейне р. Улс. Все породы, слагающие тела комплекса, практически полностью серпентинизированы. Мойвинская интрузия в виде пластообразного тела залегает среди пород хапхарской свиты нижнего-среднего ордовика. Она грубо расслоена и состоит из серпентинизированных дунитов, гарцбургитов и клинопироксенитов. В дунитах встречаются линзы родингитов.

Формация натриевых базальтов имеет широкое развитие в пределах ВКА. Среди входящих в нее вулканических комплексов наиболее распространенным является *чувальский metabазальтовый*. Нами в чувальский комплекс объединены все вулканы одноименной свиты, а также вулканы ниолсовской свиты среднего-верхнего ордовика. В состав ком-

плекса входят лавы базальтов, их туфы и туффиты, а также силлы метадолеритов, среди которых по петрохимическому составу выделяются, с одной стороны, более основные дифференциаты, отвечающие пикриту и пикробазальту, а с другой – более кислые, отвечающие андезибазальту, плагиодациту и андезиту. Породы подвергнуты зеленосланцевым изменениям. На южном продолжении ВКА, выделяемом в Колпаковский блок, метабазаальты залегают в составе колпаковской свиты. Они включены в одноименный (*колпаковский*) комплекс, представленный базальтами натриевого типа, их туфами и туффитами. Распространенные в северной части ВКА силлы метадолеритов и покровы метабазаальтов, входящие в чувальский комплекс, к югу сменяются силлами, линзовидными телами, реже дайками и штоками долеритов и габбро-долеритов, иногда габбро и пироксенитов, измененными до фации зеленых сланцев. Они залегают среди преимущественно терригенных пород расьинской, мойвинской, муравьинской свит среднего рифея и главным образом среди пород ишеримской свиты верхнего рифея, имея с ними активные контакты. Перечисленные магматические тела объединены в *ишеримский метагаббро-долеритовый комплекс*. В состав комплекса условно включена также расслоенная интрузия г. Юбрьшка. Она сложена амфиболизированными пироксенитами, содержащими пластообразную залежь вкрапленных титаномагнетитовых руд. Вулканические породы чувальского и ишеримского комплексов секутся дайками метаморфизованных габбро-долеритов *чурольского комплекса*, ранее датированного вендом. Составной частью описываемой формации является *антипинский метапикритовый комплекс*, представленный небольшими дайковыми телами пикритов нормального петрохимического ряда, измененными до хлоритовой породы. Тела пикритов залегают среди чувальской свиты и, по-видимому, являются дифференциатами ее вулканитов. Аналогично дифференциатами базальтоидов колпаковского комплекса, очевидно, являются *метапикриты подпоровского*.

Другой обстановке субдукционного режима – обстановке островной дуги – отвечает **гранитоидная островодужная ассоциация**, включающая две формации: лейкогранитовую (мойвинский, посьмакский, молебнинский, ломовский комплексы) и риолит-дацитовую (саклаимсорский и кваркушко-мартайский комплексы). Все магматические комплексы ассоциации достаточно условно отнесены к нижнему силуру, когда, по нашему мнению, имела место вторая половина субдукционного режима. Вместе с тем возрастные рамки их формирования могут быть расширены от позднего ордовика до позднего силура.

Тела гранитоидов, отнесенных к *лейкогранитовой формации*, вытянуты в виде цепочек субмеридионального простирания преимущественно в западной и восточной частях ВКА. Тела западной полосы объединены в *мойвинский лейкогранит-гранодиорит-гранитовый комплекс*. Они располагаются в единой тектонической позиции, тяготея к зоне Мойвинско-Кутимского разлома. Комплекс включает Мойвинскую интрузию, состоящую из двух тел: Северного тела роговообманковых гранодиоритов и биотит-амфиболовых гранитов и Южного тела биотитовых гранитов и лейкогранитов, содержащих жилы аплитов и пегматитов (Старков и др., 1968); Велсовскую интрузию биотитовых гранитов и лейкогранитов (Клименко, 2000) и Шудьинскую интрузию лейкогранитов. В восточной части ВКА среди чувальской свиты располагаются длинное узкое субмеридионально вытянутое тело гранитоидов Посьмакской интрузии и два более мелких тела, прилегающих к ней, описанные Н.П. Старковым в 1966 г. Они объединены нами в *посьмакский гранитовый комплекс*, представленный альбитизированными биотитовыми гранит-порфирами. По содержанию петрогенных элементов породы принадлежат к риодацитам и лейкогранитам-трахириолитам натриевого типа щелочности (Чайковский, 1994). Севернее в этой же полосе располагается группа небольших дайкообразных тел граносиенит-порфиров и гранит-порфиров, называемая Широковской. Еще севернее находится группа Молебнинских тел в виде даек и силлов гранит-порфиров и граносиенит-порфиров. Петрохимически они относятся к кварцевым монцодиоритам (латитам) и низкощелочным гранитам-риодацитам натриевого типа щелочности (Чайковский, 1994). Обе группы тел малых интрузий объединены А.М. Зильберманом в *молебнинский комплекс плагиогранитов-щелочных сиенитов*. В южной части ВКА среди пород колпаковской свиты размещаются мелкие дайки и жильные тела гранитов и плагиогранитов,

объединяемых в *ломовский гранитовый комплекс*. По петрохимическим особенностям породы соответствуют гранитам, плагиогранитам и плагиолейкогранитам нормального ряда.

Риолит-дацитовая формация объединяет тела кислых вулканитов саклаимсорского и кваркушко-мартайского комплексов, тесно связанных с субдукционными гранитоидами лейкогранитовой формации. Наиболее крупные и изученные тела, расположенные в восточной части ВКА, объединены в *саклаимсорский риолит-дацитовый комплекс*. В него включены магматиты массива Саклаимсори и расположенного юго-западнее его массива Хальсория, залегающие среди чувальской свиты ордовика. Массив Саклаимсори сложен телами риолитов, риодацитов, реже дацитов, переходящих в лейкогранит-порфиры, гранит-порфиры; имеется также тело кварцевых латитов с монцонитовой структурой, которое А.М. Зильберман помещал в верхневишерский комплекс рифея. По химическому составу породы относятся к нормальному ряду с натриевым типом щелочности. Силлообразные залежи массива Хальсория сложены плагиодацитами и тоналит-порфирами базальтоидного ряда. Условно в комплекс включено тело риолитов горы Муравей. *Кваркушко-мартайский комплекс* представлен небольшими субвулканическими телами ультракалиевых риолитов, одно из которых расположено на р. Федоровская Мартайка в приосевой части ВКА, а другое – на хр. Кваркуш в приосевой части ККМА.

В позднем силуре – раннем девоне произошло аккретирование Верхнепечорско-Колпаковской островодужной зоны к Европейскому континенту. Каледонская коллизия в системе континент – дуга была относительно слабой и обусловила образование пород вулканогенно-органогенно-карбонатной надформации. С нею можно связать образование **монцонит-сиенитовой ассоциации**, представленной одноименной формацией, включающей *верхнесеребрянский сиенит-трахидолеритовый комплекс*. Большинство интрузивных тел комплекса находятся в бассейне р. Серебряной в пределах УВМС среди карбонатно-терригенных пород ордовика-силура, поэтому возраст их датируется девонем. Это дайки и невыясненной формы тела преимущественно трахидолеритов, реже кварцевых сиенит-порфиров и щелочных сиенит-порфиров с дифференциатами до субщелочных гранитов, претерпевшие зеленосланцевый метаморфизм. В комплекс включено также дайковое тело кварцевых сиенит-порфиров на р.Кырье, расположенное севернее, в западном борту УВМС.

В Тагильской мегазоне в среднем ордовике еще продолжал существовать спрединговый режим, который только в конце позднего ордовика сменился на субдукционный. В мегазоне установилась островодужная обстановка, которая продолжалась, по-видимому, до начала девона. Отражением существования такой обстановки является наличие магматических пород **плагиогранит-дунит-клинопироксенит-габбровой ассоциации**, представленной в западной части ТМС дунит-клинопироксенит-габбровой формацией Платиноносного пояса и габбро-диорит-плагиогранитовой формацией (см. табл. 6.3).

6.2.2.3. *Базальт-долеритовые ассоциации позднего палеозоя* (средний девон, D_2 – ранний триас, T_1)

Вслед за каледонской коллизией на описываемой территории наступил плитный эпикаледонский режим герцинской пассивной окраины, который сопровождался эпохами тектономагматической активизации. Начальная палеотектоническая обстановка режима была эмерсивной, на что указывает региональный предтактинский перерыв в эмссе. Она продолжалась до середины среднего девона (по чешское время включительно) и отличалась платформенным магматизмом девонской **базальт-долеритовой ассоциации**, включающей одноименную **базальт-долеритовую формацию**. В составе формации выделены три комплекса: усьвинский, лыпинский и ильчский. Комплексы представлены дайковыми телами, вытянутыми в виде субмеридиональной полосы, протягивающейся вдоль западной границы опущенного и переработанного в каледонское время блока фундамента. В структуре чехла усь-

винский габбро-долеритовый комплекс протягивается в виде системы даек и изометричных в плане тел преимущественно в осевой части ККМА. Тела сложены долеритами, габбро-долеритами, габбро-диоритами. По нормативному составу большинство пород попадает в поле кварцевых толеитов, реже оливиновых толеитов. Вмещающими являются породы верхнего рифея – нижнего силура. А.М. Зильберман датировал комплекс верхним силуром – нижним девоном. Но поскольку силурийские палеотектонические обстановки были не благоприятны для формирования комплекса и, кроме того, в нем отсутствуют метаморфические преобразования, которые могли бы быть обусловлены существовавшими в силуре обстановками, мы датировем комплекс нижним девоном. Северным продолжением полосы интрузий усьвинского комплекса уже за пределами ККМА является полоса даек, реже силлов, *лыпьянского габбро-долеритового комплекса*. Она распространена в пределах Кожимо-Вишерской структуры ЗУЗС и частично в западном борту ВКА. По петрохимическому составу наиболее распространенными являются аналоги долеритов и оливиновых долеритов. Породы комплекса имеют активные контакты с породами рифея, ордовика и верхнего силура, чем и определяется их нижнедевонский возраст. Практически полная аналогия состава, возраста и тектонического положения позволяет усьвинский и лыпьянский комплексы объединить и рассматривать как целостный.

В самой северной части описываемой территории, чуть западнее полосы распространения даек лыпьянского комплекса, среди пород нижнего девона отмечаются отдельные дайки габбро-долеритов и долеритов, объединяемых в *илычский комплекс*. Возраст илычского комплекса не противоречит данным о проявлении траппового магматизма в пределах Печорской плиты, максимум которого приходится на раннефранское время (Ехлаков и др., 2000).

Начиная с пашийского времени среднего девона территория вступила в трансгрессивную стадию плитного режима, продолжавшуюся до конца раннего карбона и фиксируемую терригенно-рифогенной угленосной формацией. Вслед за ней наступила инундационная стадия, в которую происходило образование рифогенно-биогермной битуминозной формации. По-видимому, к смене трансгрессивной обстановки на инундационную, т.е. к предбашкирскому перерыву в осадконакоплении, приурочено становление пород **щелочно-базальтоидной ассоциации**, включающей **сиенит-габбровую формацию**, которая представлена *ельминским габбро-монзонит-граносиенитовым комплексом* бимодального состава, плутонические тела которого находятся в северной части полосы распространения пород лыпьянского и илычского комплексов. Тела комплекса располагаются в самой северной части описываемой территории – в Кожимо-Вишерской структуре Печорской плиты и прорывают нижне-среднедевонские отложения. По О.А. Кондяйн и др., они имеют пласто- и штокообразную форму и состоят из микрогаббро-диоритов, габбро-диоритов, кварцевых диоритов, диорит-монзонитов, граносиенитов и субщелочных гранитов. Указанные авторы датировали комплекс нижним карбоном.

В конце сакмарского века плитный режим сменился коллизионным. В результате Западно-Уральская и Центрально-Уральская мегазоны, а также Тагильская образовали единый надвиговый пояс, в пределах которого магматизм, по-видимому, отсутствовал или был весьма слабым, что, как нам представляется, было обусловлено смещением центров собственно герцинского магматизма далеко на восток в связи с перескоком зоны субдукции.

После герцинской коллизии тектонический режим вновь меняется на плитный, продолжающийся и поныне с преобладанием преимущественно эмерсивных обстановок. Он прерывался периодами тектономагматической активизации, что подтверждается наличием нижнетриасового *тимаизского долеритового комплекса базальт-долеритовой формации* на Печорской плите. Единичные тела тимаизского комплекса располагаются в северной части описываемой территории близ тел илычского габбро-долеритового.

6.2.3. Размещение центров магматизма

Таким образом, на территории западного склона Среднего и Северного Урала и прилегающей части восточного склона центры магматизма последовательно смещались в восточном направлении. *Первый*, наиболее древний, центр располагался в современном структурном плане в восточной прибортовой части Русской плиты в пределах Кваркушко-Каменногорской структурно-формационной зоны. Он обязан своим происхождением рифейской активизации платформы, приведшей к появлению рифтовой обстановки с присущей ей щелочно-базальтоидной магматической ассоциацией.

В дальнейшем плитный эпирифтовый режим осложнялся тектономагматической активизацией, связанной с началом спрединга в Тагильской мегазоне, во время которого во второй половине венда – кембрии преимущественно в прибортовой части вендского палеорифта сформировались малые интрузии пород базальт-долеритовой ассоциации.

Следующая (девонская) активизация, обусловленная герцинскими событиями, снова привела к образованию преимущественно дайкового комплекса пород базальт-долеритовой ассоциации.

Второй, раннепалеозойский, центр магматизма располагался восточнее, в пределах Улсовско-Висимской и Верхнепечорско-Кутимской зон, и был связан с крутой каледонской субдукцией (средний ордовик – нижний силур) под Европейский континент. Он характеризовался наличием пород двух ассоциаций: офиолитовой задугового бассейна и гранитоидной островодужной энсиалического типа. Не исключено, что в это время происходила также магматическая активизация Кваркушко-Каменногорского палеорифта. В Улсовско-Висимской зоне отмечаются проявления коллизионного магматизма (монзонит-сиенитовая ассоциация).

Третий центр магматизма находился на востоке описываемой территории в пределах Тагильской мегазоны, тектоническое развитие которой предопределило протекание процессов магматизма на окраине Европейского континента. Результатом процессов спрединга явилось образование пород офиолитовой ассоциации, а субдукции – плагиогранит-дунит-клинопироксенит-габбровой. Магматизм плитного эпикаледонского режима в пределах современной территории Западного Урала носил рассеянный характер и был связан с периодами тектономагматической активизации. Большинство проявлений магматизма базальт-долеритовой ассоциации тяготеет к западной границе переработанного фундамента и в современном структурном плане образует сквозную субмеридиональную полосу в приосевой части ККМА и в Кожимо-Вишерской структуре. Проявления же магматизма щелочно-базальтоидной ассоциации тяготеют к прибортовым участкам палеорифтов вендского заложения (Ибламинов, Лебедев, 2006).

* *
*

Многообразие магматических комплексов, присутствующих в Центрально-Уральской минерагенической области, свидетельствует о широких возможностях их использования в качестве естественных строительных камней. Вовлечение их в эксплуатацию в первую очередь определяется инфраструктурой территории, которая остаётся крайне неразвитой.

Разведаны месторождения двух подтипов строительных камней: габбро-долеритового, граносиенитового. Первый связан с усьвинским габбро-долеритовым комплексом девонской базальт-долеритовой формации. Разрабатывается Ломовское месторождение.

Граносиениты разведаны в описанном ранее Троицком месторождении. Троицкий массив, в котором находится месторождение, входит в одноименный комплекс щелочных граносиенитов трахибазальтовой формации рифея – венда.

Строительные камни попутно добываются при разработке Сарановского месторождения хромовых руд. Они представлены вмещающими серпентинитами, анортозитами, габброидами одноименного габбро-анортозит-дунит-гарцбургитового комплекса гарцбургит-ортопироксенит-норитовой формации рифея-венда (см. табл. 6.2).

6.3. Месторождения экзогенной серии

Экзогенная серия включает месторождения двух генетических групп: выветривания и осадочной.

6.3.1. Месторождения группы выветривания

В процессе выветривания горных пород в коре выветривания происходит накопление новообразованных аутигенных минералов и труднорастворимых первичных минералов коренных пород. Растворимые компоненты выносятся из коры выветривания и накапливаются в горизонтах грунтовых и подземных вод. Поэтому традиционно группа месторождений выветривания подразделяется на два класса: класс остаточных и класс инфильтрационных месторождений (рис. 6.2).

Остаточный класс включает месторождения, содержащие остаточные продукты выветривания, залегающие на месте первичных пород, а *инфильтрационный* – месторождения, в которых концентрируются продукты выноса из коры выветривания.



Рис. 6.2. Разрез рудного района, содержащего остаточные и инфильтрационные месторождения выветривания

6.3.1.1. Месторождения остаточного класса

Коры выветривания. Общие понятия

Месторождения остаточного класса залегают непосредственно в корях выветривания. Современные коры выветривания представляют собой геологические тела, залегающие на поверхности Земли и постепенно переходящие в коренные горные породы субстрата. Формирование месторождений этого класса следует рассматривать как процесс низкотемпературного метасоматоза – постепенное замещение первичных коренных пород продуктами выветривания (Летников, 1992).

Концентрация полезных ископаемых происходит на геохимических барьерах (рис. 6.3). В верхней части коры благодаря наличию органических соединений существует кислая среда, которая способствует выносу ряда металлов, таких как магний, никель, ниже кислая среда сменяется на щелочную, способствующую миграции кремния и железа. Одновременно щелочная среда становится геохимическим барьером для никеля, магния и кальция, которые концентрируются в виде гарниерита, магнезита и кальцита, образуется монтмориллонит.

Вместе с изменением pH изменяется и Eh среды – окислительно-восстановительный потенциал. В верхней части коры господствует окислительная среда, существует окислительный геохимический барьер, способствующий накоплению оксидов алюминия, железа, марганца, кобальта в виде бокситов, лимонитов и псиломеланов с примесью кобальта. В нижней

части коры существует восстановительная среда, в которой могут осаждаться уран в виде урановой черни и медь в виде оксидов наименьшей валентности (куприт) и сульфидов.

Среда в коре выветривания				
щёлочно-кислотная			окислительно-восстановительная	
рН среды 5 7 9	Выносятся	Концентрируются	Eh среды - 0 +	Концентрируются
<p>Кислая</p>	Mg, Ni		<p>Окислительная</p>	Fe, Mn, Co, Al
<p>Щелочная</p>	Si, Fe,	Ni, Mg, Ca	<p>Восстановительная</p>	U, Cu

Рис. 6.3. Изменение условий среды в вертикальном разрезе коры выветривания.

В первой колонке показано увеличение рН с глубиной (Z), во второй – химические элементы, которые выносятся из коры, в третьей – те, которые концентрируются в коре с изменением рН среды. В четвёртой колонке показано изменение Eh, в пятой – перечень элементов, которые концентрируются в коре с изменением Eh среды

Интенсивность выветривания определяется внешними по отношению к формирующимся корам факторами – температурой и гидрогеологическими условиями, на которые в первую очередь оказывает влияние климатическая зональность земного шара. В зависимости от интенсивности протекания процесса выветривания образуются коры выветривания отдельных профилей. Различают коры выветривания гидрослюдистого, глинистого и латеритного профилей (Смирнов, 1989). По этому показателю класс остаточных месторождений разделяется на подклассы. Учитывая, что тип профиля зависит от количества зон, слагающих кору выветривания, остановимся подробнее на их характеристике.

Н.М. Страхов (1962, с. 10) в обобщенном разрезе коры выветривания латеритного профиля выделял снизу вверх 4 зоны (табл. 6.8).

1. Зона *свежей, едва затронутой разложением породы*.
2. Зона *разложения*, которая в зависимости от субстрата может быть гидрослюдистой (по гранитоидам) или монтмориллонит-бейделитовой (по базальтоидам).
3. Зона *пятнистая*, которая может быть каолинитовой (по гранитам) или монтмориллонит-бейделитовой (по базальтоидам).
4. Зона *охр или накопления полуторных окислов железа и алюминия*.

Первая, самая нижняя, зона состоит из обломков чаще псефитовой размерности: глыб (крупнее 20 см), щебня (20 – 1 см) и дресвы (1 см – 2 мм), а также псаммитовой (песчаной) размерности. Книзу она переходит в коренную горную породу субстрата, а кверху – в глинизированную массу вышележащей зоны. Обломки образуются в результате дезинтеграции, т.е. преимущественно механического разрушения пород субстрата. Исходя из описания зону целесообразно называть **обломочной, или зоной дезинтеграции**.

В *зоне разложения* сохраняются текстурные особенности исходного субстрата. Однако в структуре зоны преобладают частицы пелитовой размерности. Наряду с первичными минералами субстрата, наиболее устойчивыми к выветриванию, такими как кварц, полевые шпаты, присутствуют новообразованные аутигенные глинистые минералы, состав которых зависит от состава исходных материнских пород.

В случае гранитоидного субстрата, который может быть представлен гранитами, диоритами, липаритами, андезитами, кварц-серицитовыми сланцами и другими алюмосиликатными

ми горными породами, здесь обычно присутствуют минералы подгруппы слюд с дефицитом межслоевых катионов – гидроксилсодержащие алюмосиликаты слоистой структуры (ранее они именовались гидрослюдами). Среди них преобладает иллит (гидромусковит), гидробиотит и др. (табл. 6.4).

Таблица 6.4. Минералы подгруппы слюд с дефицитом межслоевых катионов (устаревшее название – гидрослюда) (Булах и др., 2014)

Минерал	Формула
Иллит (гидромусковит)	$KAl[AlSi_3O_{10}][OH]_2$
Глауконит	$K(Fe,Mg)[AlSi_3O_{10}][OH]_2$
Уонезит	$Na(Mg,Al)[AlSi_3O_{10}][OH]_2$

Примечание. Приведены упрощенные формулы минералов.

В случае базальтоидного субстрата, который может состоять из базитов (габбро, базальтов), гипербазитов (перидотитов), хлоритовых сланцев и других пород, обогащённых железом, магнием, кальцием, состав зоны отличается от гранитоидной. Здесь присутствуют смектиты – водные гидроксилсодержащие силикаты слоистой структуры (табл. 6.5), насыщенные водой хлориты – гидрохлориты, серпентины.

Таблица 6.5. Минералы группы смектитов (Булах и др., 2014)

Минерал	Формула
Бейделлит	$Al_2[Si_4O_{10}][OH]_2 \cdot nH_2O$
Нонтронит	$Fe_2[Si_4O_{10}][OH]_2 \cdot nH_2O$
Сапонит	$Mg_3[Si_4O_{10}][OH]_2 \cdot nH_2O$
Монтмориллонит	$[Na_{0,33}nH_2O](Al_{1,67}Mg_{0,33})[Si_4O_{10}][OH]_2$

Ранее минералы группы смектитов, вместе с подгруппой слюд с дефицитом межслоевых катионов и вермикулит рассматривались как **гидрослюда** – слюдopodobные минералы, в которых межслоевые катионы замещены связанными молекулами воды, довольно легко удаляющимися при нагревании (Бетехтин, 1961, 2008). Нам представляется, что понятие «гидрослюда», которое объединяет большую совокупность глинистых минералов различных субстратов зоны разложения, целесообразно оставить для названия зоны как наиболее полно отражающее её состав. Это следует сделать несмотря на то, что термин «гидрослюда» считается устаревшим названием минералов подгруппы слюд с дефицитом межслоевых катионов (Российская геологическая энциклопедия, т. 1, 2010, с. 408-409).

В зоне гидрослюд происходят процессы дальнейшей дезинтеграции пород субстрата до пелитовой размерности. Первичные силикатные и алюмосиликатные минералы субстрата достаточно интенсивно взаимодействуют с водой, происходит частичное **растворение** минералов. По-видимому, ведущую роль в образовании глинистых алюмосиликатов играют реакции **гидролиза** силикатов и алюмосиликатов – обменного разложения минералов при взаимодействии с водой. О.В. Япаскурт (2008, с.40) приводит примеры гидролитического превращения оливина в серпентин, калиевых полевых шпатов (ортоклаза, микроклина) в монтмориллонит. В результате обменных реакций из алюмосиликатов освобождаются щелочи – Na и K, которые переходят в раствор. Это приводит к увеличению значения pH среды. Она становится щелочной, благоприятной для образования слюд и смектитов.

В случае базальтоидного субстрата, содержащего достаточно легко подвергающиеся гидролизу минералы, такие как пироксены и плагиоклазы, среди аутигенных минералов преобладают смектиты (табл. 6.5).

Большую роль играют реакции **гидратации** (присоединения воды к первичным минералам с образованием кристаллогидратов). Гидратации подвергаются слюды и хлориты.

В случае гранитоидного субстрата, в котором наряду с гидролизующимися полевыми шпатами присутствуют гидратирующиеся слюды, преобладают минералы подгруппы слюд: иллит (прежнее название гидромусковит), глауконит, унезит (табл. 6.4).

Для базальтоидного субстрата характерно образование глинистых минералов железа и магния. Это минералы группы хлорита – гидроксилсодержащие алюмосиликаты (табл. 6.6). Разновидности группы, насыщенные водой, получили наименование гидрохлоритов. При гидратации флогопита $KMg_3[AlSi_3O_{10}][OH]_2$ образуется вермикулит $(Mg_{0,5n}H_2O)Mg_3[AlSi_3O_{10}][OH]_2$.

Таблица 6.6. Минералы группы хлорита (Булах и др., 2014)

Минерал	Формула
Клинохлор	$(Mg_5Al)[AlSi_3O_{10}][OH]_8$
Шамозит	$(Fe^{+2}_5Al)[AlSi_3O_{10}][OH]_8$
Пеннантит	$(Mn_5Al)[AlSi_3O_{10}][OH]_8$
Нимит	$(Ni_3Mg_2Al)[AlSi_3O_{10}][OH]_8$

Пятнистая зона отличается присутствием минералов группы каолинита: каолинита и галлуазита (табл. 6.7). Приведённые в таблице политипные модификации каолинита – диккит и накрит – образуются при температуре более 200°C и в коре выветривания обычно отсутствуют. Локальные скопления гидроксидов железа в окислительной обстановке зоны обуславливают её пятнистость. Однако главными минералами зоны остаются минералы группы каолинита. Они присутствуют в коре выветривания различных субстратов, поэтому зону целесообразно именовать **каолинитовой**.

Таблица 6.7. Минералы группы каолинита (Булах и др., 2014)

Минерал	Формула
Каолинит	$Al_2[Si_2O_5][OH]_4$
Диккит	$Al_2[Si_2O_5][OH]_4$
Накрит	$Al_2[Si_2O_5][OH]_4$
Галлуазит	$Al_2[Si_2O_5][OH]_4 \cdot 2H_2O$

Формируется зона в процессе замещения нижележащей гидрослюдистой. Здесь в зоне активного водообмена происходит смена щелочных вод кислыми благодаря поступающим сверху из почвенного горизонта гумусовым и другим органическим кислотам. Геохимическая среда становится кислой. Гидрослюды в связи с понижением pH становятся неустойчивыми. Из ранее образовавшихся глинистых минералов вымываются щелочные металлы: Na – из монтмориллонита смектитов, K – из иллита и подобных ему минералов. Гидрослюды постепенно трансформируются в минералы группы каолинита. В ассоциации с ними могут быть аморфные образования переменного состава, именуемые аллофаном ($Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot H_2O$). Каолинит и галлуазит преобладают в коре выветривания алюмосиликатных пород, в базальтоидных корях их меньше.

В кислой среде становятся подвижными Ca и Mg, которые удаляются в нижележащие горизонты, а также железо.

Зона *накопления полуторных окислов* железа и алюминия возникает в условиях жаркого гумидного тропического климата. Здесь накапливаются бокситы и бурые железняки. Традиционное название зоны – **латеритная** (от латинского later – кирпич, т.к. кирпич, изготовленный из латерита, после высушивания не размокает в воде). Это название следует оставить за зоной. Состав латерита зависит от состава субстрата. В латеритах по гранитоидам преобладают бокситы, по базальтоидам – наряду с бокситами присутствуют бурые железняки.

Отдельные авторы по-разному именовали зоны коры выветривания полного латеритного профиля (табл. 6.8). Исходя из приведённого описания минерального состава зон, нам представляется целесообразным использовать терминологию А.М. Кропачева.

Таблица 6.8. Наименования зон коры выветривания латеритного профиля, употребляемые разными авторами

Зона	Н.М. Страхов (1962)	А.М. Кропачев (1973, 1983)	В.И. Смирнов (1989)	О.В. Япаскурт (2011)
4	Полуторных окислов железа и алюминия	Латеритная	Конечного гидролиза	Латеритная
3	Пятнистая	Каолининовая	Гидролиза и конечного выщелачивания	Каолиновых глин
2	Разложения	Гидрослюдистая	Гидратации и начального гидролиза	Хлорит-монтмориллонитовых глин
1	Едва затронутой разложением породы	Обломочная	Начальной дезинтеграции и гидратации	Дезинтеграции

Совокупность литолого-минералогических зон образует профиль коры выветривания – обобщенную модель коры выветривания определенных территорий с различным климатом. Название профиля даётся по верхней зоне (табл. 6.9).

Таблица 6.9. Наименования профилей коры выветривания, употребляемые разными авторами

Климатическая зона (Кропачев, 1983)	Л.Б. Рухин (1953, 1969) (климатические типы)	А.М. Кропачев (1973, 1983)	В.И. Смирнов (1989)
Влажные тропические леса	Латеритный	Латеритный	Латеритный или алитный
Влажные субтропические леса	Каолининовый	Каолининовый	Глинистый или ненасыщенный сиалитный
Тайга и смешанные леса	Монтмориллонитовый Гидрослюдистый	Гидрослюдистый	Гидрослюдистый или насыщенный сиалитный
Арктические пустыни и горные тундры	Обломочный	Обломочный	–

Для профилей коры выветривания и существуют различные названия (табл. 6.9). Мы предлагаем остановиться на терминологии, разработанной на кафедре минералогии и петрографии Пермского национального исследовательского университета А.М. Кропачевым (1983).

Кора выветривания Пермского края

В современных климатических условиях Пермского края обломочный профиль коры выветривания преобладает в северных территориях, а гидрослюдистый и переходный каолинит-гидрослюдистый – в южных.

В качестве примера приведем описание Р.Г. Кикирева и В.М. Алексева сводного разреза коры выветривания пород пермской системы в районе г. Перми (табл. 6.10). Приведенный разрез коры выветривания позволяет достаточно отчетливо выделить минералогическо-литологические зоны, характерные для кор выветривания. В нижней части разреза присутствует дресвяно-щебенистый материал, характерный для обломочной зоны. Выше располагается сероцветная песчаная глина, которую можно отнести к гидрослюдистой зоне, а над ней – коричневая слабо песчаная глина каолинит-гидрослюдистой зоны. Последняя используется в качестве сырья для производства кирпича.

Преобладание серого цвета в гидрослюдистой зоне свидетельствует о формировании её в восстановительных условиях среды, а её песчаность о менее интенсивном проявлении выветривания. Коричневый цвет глин выщележащей каолинит-гидрослюдистой зоны предполагает её развитие в окислительной среде активного водообмена.

Таблица 6.10. Сводный разрез элювиальных образований чехла пермской системы в Пермском районе

Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Мощность, м	Литологическое описание	Зона коры выветривания
Четвертичная	Голоценовый			0–0,5	Почвенно-растительный слой, суглинок буровато-серый с корнями трав	
				3,5–8,5	Глина буровато-коричневая до коричневой, плотная, слабо песчанистая, умеренно- и среднепластичная с редкими обуглившимися растительными остатками (<i>полезная толща</i>)	Каолинит-гидро-слиудистая
				0,5–5,0	Глина буровато-серая до серой, плотная, вязкая, песчанистая, умеренно-пластичная, увлажненная, часто с мелким гравием кремнисто-кварцевых пород	Гидро-слиудистая
				Вскрытая мощность 0,5–1,5 м	Дресва и щебень аргиллитов, алевролитов серовато- и красновато-бурых	Обломочная
Пермская	Приуральский	Уфимский	Шешминский		Аргиллиты, алевролиты, песчаники	Субстрат

Детальные минералого-геохимические исследования описанного разреза были выполнены на кафедре минералогии и петрографии Пермского госуниверситета в 2017 г. Изучался керн скважин Каменского месторождения глин, который в основном характеризует каолинит-сметитовую зону (полезную толщу).

Полезная толща месторождения представляет собой пластообразную залежь глин площадью 700x1600 м со средней мощностью 6,0 м и мощностью вскрыши – 0,5 м. Анализ геологического разреза показывает, что залежь полезного ископаемого фактически не имеет четких границ ни сверху, ни снизу. Следовательно, полезное ископаемое при добыче может засоряться и разубоживаться как суглинками почвенно-растительного слоя, так и песчанистой серой глиной нижележащей толщи, что будет отрицательно влиять на качество изготавливаемого кирпича.

По гранулометрическому составу (табл. 6.11) полезная толща представляет собой глину мелкоалевритовую (пелит алевритовый).

Таблица 6.11. Средний гранулометрический состав полезной толщи

Размер фракции, мм	Фракция	Доля фракции, мас. %	Средняя доля, мас. %
Менее 0,001	Тонкая глинистая	17,9–48,4	31,38
0,01–0,001	Крупная глинистая	5,3–39,8	19,61
0,06–0,01	Мелкая алевритовая	26,3–58,9	43,40
0,5–0,06	Мелкопесчано-крупноалевритовая	1,4–22,9	6,10
Более 0,5	Крупнопесчаная	0,01–2,22	0,14
Более 5	Гравийная	В отдельных выработках 1,94	0,01

Из данных табл. 6.11 следует, что полезное ископаемое характеризуется бимодальным распределением размеров частиц. Первая мода, составляющая треть общей массы, приходится на тонкую глинистую фракцию (31,38%), вторая мода – на мелкую алевритовую (43,40%). В сумме на глинистую фракцию приходится более половины массы полезного ископаемого (51,07%).

С помощью рентгенофазового анализа (аналитик Г.А. Исаева) изучено изменение минерального состава глин по вертикальному разрезу двух соседних скважин (табл. 6.12, 6.13). Рентгеноструктурный анализ образцов выполнялся с применением рентгеновского порошкового дифрактометра D2 Phaser (фирма «Bruker», ФРГ). Характеристики прибора: рентгеновская трубка с медным анодом (излучение – $\text{CuK}\alpha$, $\lambda=1,54060 \text{ \AA}$), генератор с напряжением – 30 кВ, силой тока – 10 мА; детектор линейный – LYNXEYE; фильтр – Ni.

Таблица 6.12. Минеральный состав рядовых проб скв. 43, мас. %

№ п/п	№ пробы; интервал опробования, м	Монтмориллонит	Слюда (гидрослюда)	Каолинит	Хлорит	Кварц	Альбит	КПШ	Кальцит	Доломит	Гематит	Сумма
1	P-43-1; 0,0-0,7	46,3	8,0	2,3	0,6	27,2	14,2	0,9	0,5	0	0	100
2	P-43-2; 1,0-2,0	44,0	8,5	2,8	1,1	30,3	11,2	0,5	0,8	0,2	0,6	100
3	P-43-3; 2,0-3,0	41,8	11,4	2,9	1,1	28,3	10,5	1,2	1,4	0	1,4	100
4	P-43-4; 3,0-3,9	40,8	8,2	1,5	0,5	30,2	16,2	1,5	0,5	0,6	0,0	100
5	P-43-5; 4,0-4,7	37,3	8,7	1,9	0,5	36,9	12,4	0,6	0,8	0	0,8	100
6	P-43-6; 5,0-5,9	37,4	6,4	1,4	0,5	37,1	15,3	1,1	0,5	0	0,4	100

Таблица 6.13. Минеральный состав рядовых проб скв. 44, мас. %

№ п/п	№ пробы; интервал опробования, м	Монтмориллонит	Слюда (гидрослюда)	Каолинит	Хлорит	Кварц	Альбит	КПШ	Кальцит	Доломит	Гематит	Сумма
7	P-44-1; 0,0-0,8	45,1	5,3	2,1	0,5	34,9	10,2	0,7	0	0	1,2	100
8	P-44-2; 1,0-1,7	49,4	4,5	1,7	0,6	28,0	13,5	1,0	0	0,5	0,9	100
9	P-44-3; 2,0-2,6	47,0	2,6	1,0	0,5	34,3	13,0	0,7	0	0,0	0,9	100
10	P-44-4; 3,0-3,6	30,2	5,2	1,1	0,4	38,5	17,0	1,2	4,9	1,1	0,5	100
11	P-44-5; 4,0-4,6	29,5	3,9	1,4	0,7	43,8	13,5	1,2	4,2	1,7	0	100
12	P-44-6; 5,0-5,5	37,0	3,8	0,8	0,4	37,2	11,6	2,0	3,9	2,1	1,2	100

Установлено, что в составе глин присутствуют 2 группы минералов: реликты коренных пород и новообразования. К реликтовым минералам относятся (мас. %) кварц (33,90), альбит (13,22), калиевые полевые шпаты (КПШ) (1,05). Минералы-новообразования представлены монтмориллонитом (40,48), слюдами (6,38), каолинитом (1,74), хлоритом (0,62), а также кальцитом (1,46), доломитом (0,52) и гематитом (0,66) (табл. 6.15).

Среднее содержание реликтовых минералов составляет 48,16%, а минералов-новообразований – 51,84% (табл. 6.15, рис. 6.4).

Анализ распределения минералов по разрезу скважин, приведенный в табл. 6.12, 6.13 и на рис. 6.5. свидетельствует о тенденции уменьшения с глубиной от первой пробы до шестой (от 0 до 5,5–5,9 м) содержания глинистых минералов, таких как монтмориллонит, гидрослю-

да, каолинит, хлорит, и противоположной тенденции увеличения содержания кварца, полевых шпатов, плагиоклазов и карбонатов. Более отчетливо эта тенденция проявляется в изменении с глубиной средних содержаний минералов (табл. 6.14).

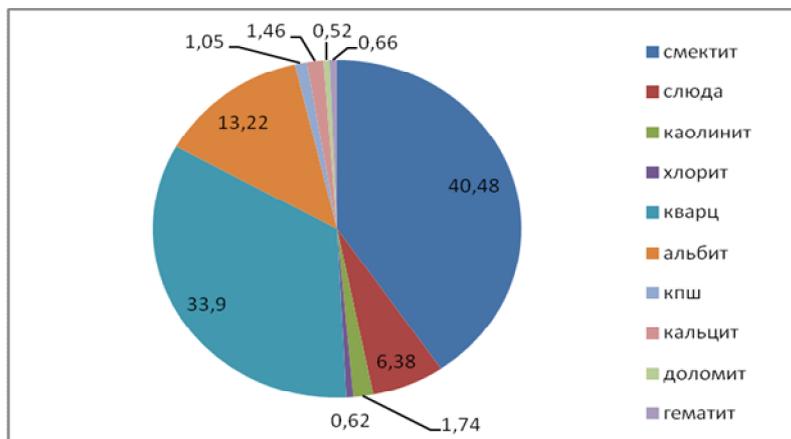


Рис. 6.4. Среднее содержание минералов в продуктивной толще

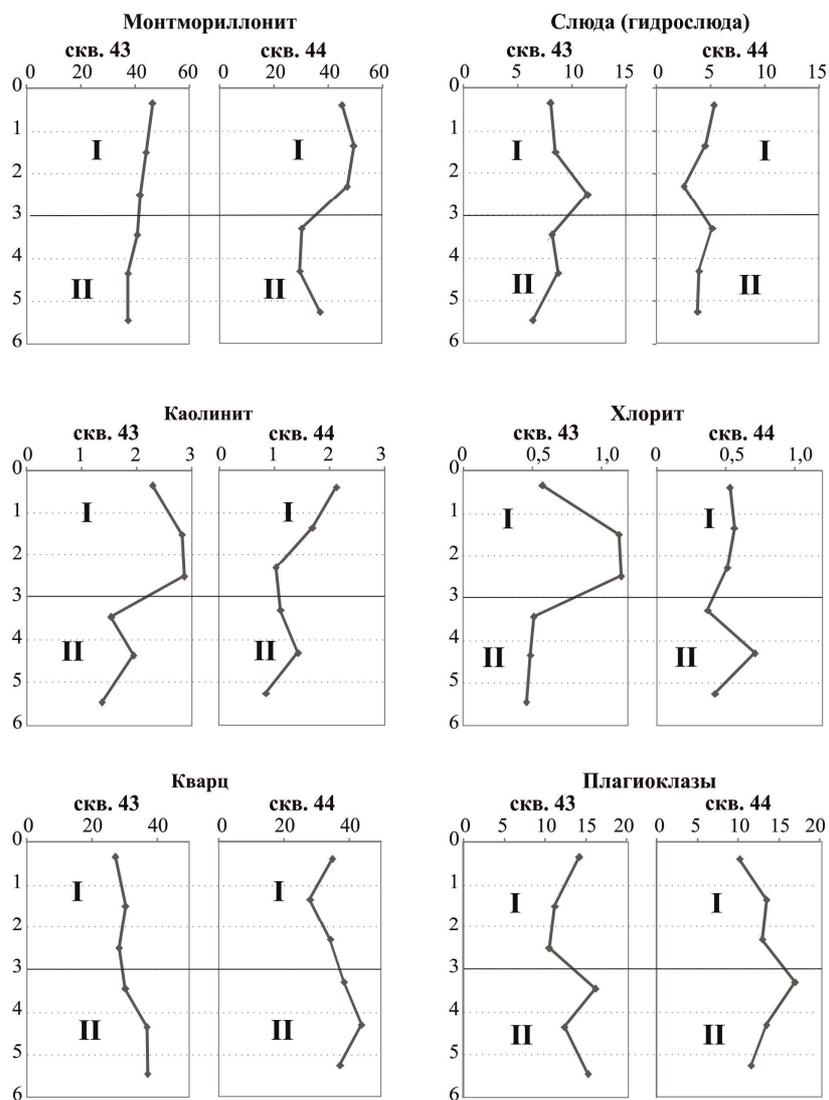


Рис. 6.5. А. Распределение минералов по разрезу скважин

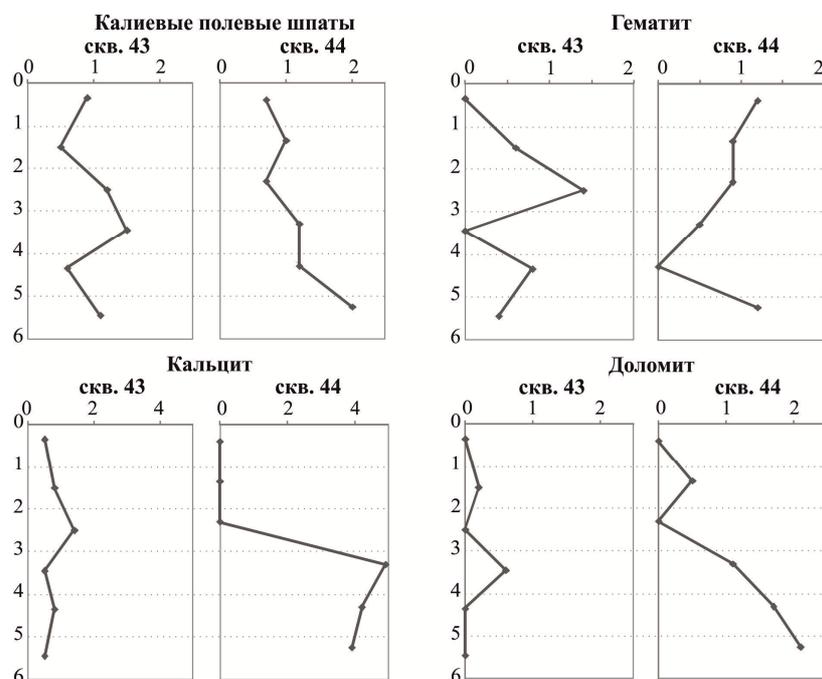


Рис. 6.5. Б. Распределение минералов по разрезу скважин

Таблица 6.14. Средний минеральный состав рядовых проб скв. 43 и 44, мас. %

№ п/п	Интервал опробования, м	Монтмориллонит	Слюда (гидрослюда)	Каолинит	Хлорит	Кварц	Альбит	КПШ	Кальцит	Доломит	Гематит	Сумма
1	0,0–0,7	45,7	6,7	2,2	0,6	31,0	12,2	0,8	0,3	0	0,6	100
2	1,0–2,0	46,7	6,5	2,2	0,8	29,2	12,4	0,8	0,4	0,4	0,7	100
3	2,0–3,0	44,4	7,0	2,0	0,8	31,3	11,8	1,0	0,7	0	1,2	100
4	3,0–3,9	35,5	6,7	1,3	0,4	34,4	16,6	1,4	2,7	0,8	0,2	100
5	4,0–4,7	33,4	6,3	1,6	0,6	40,4	13,0	0,9	2,5	0,8	0,4	100
6	5,0–5,9	37,2	5,1	1,1	0,4	37,2	13,4	1,6	2,2	1,1	0,8	100

Таблица 6.15. Статистические характеристики содержаний минералов в продуктивном горизонте

Минералы	Среднее арифметическое, C_{cp}	Дисперсия, S^2	Стандартное отклонение, S	Коэффициент вариации, V , %
Смектит	40,46	40,86	6,39	16
Слюда	6,38	6,75	2,60	40
Каолинит	1,74	0,46	0,68	40
Хлорит	0,62	0,06	0,24	39
Кварц	33,89	26,20	5,12	15
Альбит	13,22	4,78	2,19	17
КПШ	1,05	0,18	0,42	40
Кальцит	1,46	3,21	1,79	123
Доломит	0,52	0,54	0,74	142
Гематит	0,66	0,24	0,49	74

Статистические параметры распределения минералов приведены в табл. 6.15. Они свидетельствуют о равномерном распределении по разрезу скважин кварца, смектита и альбита – минералов, слагающих большую часть состава глин. Коэффициенты вариации их содержаний 15–17%. Наибольшей изменчивостью характеризуются содержания карбонатов и гематита – минералов – новообразований, присутствующих в нижней части разреза.

Для более точной диагностики глинистых минералов Б.М. Осовецким был выполнен микронзондовый анализ глинистых частиц. Электронно-микроскопические исследования проведены на сканирующем электронном микроскопе JSM 6390LV фирмы JEOL (Япония) с микронзондовым определением химического состава вещества глин на энергодисперсионном спектрометре INCA ENERGY 350 (фирма OXFORD INSTRUMENTS, Великобритания).

Сопоставление результатов микронзондового анализа смектитов с данными А.Г. Бетехтина (2008) (табл. 6.16) показывает, что исследуемая группа минералов представлена монтмориллонитом. При этом из таблицы следует, что с глубиной (от пробы 44-2 к пробе 44-5) в нём увеличивается содержание Na_2O , MgO , SiO_2 , SO_3 , K_2O , CaO , TiO_2 , Cr_2O_3 , MnO , CuO , ZnO , и уменьшается содержание Al_2O_3 , V_2O_5 , FeO (общ). Следовательно, смектиты верхнего горизонта (интервал 1–2 м) обогащены в среднем следующими компонентами (мас. %):

- FeO (общ) – на 1,8,
- Al_2O_3 – на 1,5
- V_2O_5 – на 0,07,

т.е. элементами, характерными для зоны окисления. Тогда как нижний горизонт (интервал 4–5 м) обогащен всеми остальными элементами, особенно CaO (в 3,5 раза), что свидетельствует о существовании там относительно восстановительной и щелочной геохимической среды.

Таблица 6.16. Результаты микронзондового анализа частиц смектитов скв. 44, мас. % и их сопоставление с данными А.Г. Бетехтина (2008)

Компонент	Номер пробы и точки замера				Среднее по 44-2	Среднее по 44-5	Среднее по скв. 44	Состав монтмориллонита (Бетехтин, 2008)
	44-2-1	44-2-2	44-5-1	44-5-2				
Na_2O	0,25	0,32	1,05	0,64	0,28	0,84	0,56	Присутствует
MgO	3,32	2,60	3,15	3,11	2,96	3,13	3,04	4–9
Al_2O_3	19,33	16,07	16,42	15,98	17,70	16,20	16,95	11–22
SiO_2	49,67	51,18	48,95	48,91	50,42	48,93	49,67	48–56
SO_3	0,10	–	0,37	0,33	0,05	0,35	0,20	
K_2O	1,94	2,43	2,62	2,00	2,18	2,31	2,24	Присутствует
CaO	1,75	1,65	5,75	5,77	1,70	5,76	3,73	0,8–3,5 и больше
TiO_2	0,61	1,39	0,65	0,80	1,00	0,72	0,86	
V_2O_5	0,06	0,08	–	–	0,07	0,00	0,03	
Cr_2O_3	–	0	–	0,04	0,00	0,02	0,01	
MnO	0,08	0,13	0,10	0,12	0,10	0,11	0,10	
FeO (общ)	9,14	10,09	7,02	7,87	9,24	7,44	8,34	Fe_2O_3 – 5 и больше
CuO	0,88	1,16	1,06	1,07	1,02	1,04	1,03	
ZnO	0,74	0,93	0,88	0,89	0,66	0,88	0,77	
ППП	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12–24
Сумма	99,84	100,03	100,02	99,53	99,93	99,77	99,85	

Данные табл. 6.17 по скважине 43 подтверждают присутствие монтмориллонита в глине. При этом в верхнем горизонте (проба 43-2, интервал 1–2 м) в глинистой фракции повышены содержания Al_2O_3 , MgO , TiO_2 , а в нижнем – всех остальных элементов, что в целом не противоречит данным анализов проб из скважины 44.

Таблица 6.17. Результаты микрозондового анализа частиц смектитов скв. 43, мас. %

Компонент	Номер пробы и точки				Среднее по 43-2	Среднее по 43-5	Среднее по скв. 43	Состав монтмориллонита (Бетехтин, 2008)
	43-2-1	43-2-2	43-5-1	43-5-2				
Na ₂ O	0,79	0,68	0,63	–	0,73	0,31	0,52	Присутствует
MgO	3,86	3,58	2,45	2,77	3,72	2,61	3,16	4–9
Al ₂ O ₃	18,61	18,82	15,53	16,09	18,71	15,81	17,26	11–22
SiO ₂	50,73	50,41	53,66	45,16	50,57	49,41	49,99	48–56
K ₂ O	1,87	1,78	1,87	2,09	1,82	1,98	1,90	Присутствует
CaO	2,20	2,25	2,12	4,30	2,22	3,21	2,71	0,8–3,5 и больше
TiO ₂	1,94	0,69	1,23	1,08	1,31	1,20	1,25	
Cr ₂ O ₃	0	0	0	–	–	–	–	
MnO	0,11	0,12	0	–	0,11	–	0,05	
FeO _{общ.}	7,52	7,30	9,01	13,30	7,41	11,15	9,28	Fe ₂ O ₃ – 5 и больше
CuO	0,82	0,76	0,96	1,76	0,79	1,36	1,08	
ZnO	0,65	0,68	0,83	1,43	0,66	1,13	0,89	
ППП	11,00	12,00	11,50	12,00	11,5	11,75	11,62	12–24
Сумма	100,30	99,07	99,79	99,98	99,69	99,89	99,79	

Результаты микрозондового анализа зерна полевого шпата в глинистой фракции (табл. 6.18) показывают, что по своему составу оно практически полностью соответствует альбиту Na[AlSi₃O₈].

Таблица 6.18. Химический состав зерна полевого шпата в глине и альбита, мас. %

Компоненты	Микрозондовый анализ (№ 44-2-1)	Плагиоклаз № 0 – альбит (Бетехтин, 2008)
Na ₂ O	10,52	10,76
Al ₂ O ₃	18,70	19,4
SiO ₂	69,87	68,81
K ₂ O	0,22	
FeO (общ)	0,69	
Плотность		2,624

С помощью микрозондового анализа изучался также состав зерен песчаной и алевритовой фракции в аншлифах образцов глин. Для этого из каждой скважины были составлены групповые пробы из верхней половины разреза (скв. 43 – обр. I, скв 44 – обр. III) и нижней (скв. 43 – обр. II, скв 44 – обр. IV) (табл. 6.19). Среди зёрен диагностированы титаномагнетит, циркон, ильменит, халькопирит, хромшпинелиды, гидрогетит (табл. 6.19). Кроме того, присутствуют агрегаты частиц смешанного минерального состава, среди которых много титано-железистых, глинисто-железистых и хлоритовых. Обнаружены чешуйки олово-медистого интерметаллида состава SnCu₆.

В заключение ещё раз остановимся на изменении минерального состава коры выветривания в вертикальном направлении (с глубиной). Анализ результатов минералогеохимических исследований (см. табл. 6.12–6.18, рис. 6.5) свидетельствует о том, что в вертикальном разрезе продуктивного горизонта сверху вниз уменьшается содержание минералов-новообразований: монтмориллонита, каолинита, в меньшей степени гидрослюд и хлорита, тогда как увеличивается содержание реликтовых минералов: кварца, плагиоклаза (альбита), калиевых плевых шпатов, а также карбонатов – кальцита и доломита. Такое распределение минералов отражает действие процессов выветривания.

Таблица 6.19. Химический состав минеральных зёрен в составе аншлифов скв. 43, мас. %

Оксид	Образец I							Образец II					
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6
SO ₃				0	45.80						0		
V ₂ O ₅			0.14										
P ₂ O ₅									27.40	1.90			
SiO ₂	14.42	47.45	1.25	3.37	5.26	22.78	8.08	3,54	39.75	13.52	19.98	4.79	6.03
TiO ₂	3.11	0.18	0.13	0.34		–	3.89	57.06					42.55
SnO ₂						9.72					17.10	26.58	
Al ₂ O ₃	5.99	22.00	34.80	1,59	1.54	7.57	3.14	1,56	0.83	5.63	6.10	1.12	1.95
Cr ₂ O ₃			38.00			–	–						
FeO*	72.78	12.80	13.56	74.23	22.67	3.12	62.03	35,96	0.76	57.33	2.34	0.42	35.17
MnO		0.26	0.26			0.24	–	0.16		0.19			0.59
CaO	0.76	1.66			0.17	0.92	0.55			0.97	0.63	0.28	0.24
MgO	2.52	19.35	11.86	0,47	0.49	2.28	1.01	1.53	0.36	1.15	1.83	0.32	0.40
CuO					23.92	32.24		0,19			54.16	66.49	
Na ₂ O				0,40		–	0.67						
K ₂ O	0.51	0.49			0.15					0.22		0	
Сумма	100.1	104.2	100	80.40	100	78.86	79,36	100	69.10	80.91	102.2	100	86.92
Оксид	Образец III					Образец IV							
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	
SO ₃							0.56		0.26				
V ₂ O ₅	0.23												
SiO ₂	11.20	8.92	5.03	2.53	6.05	2.15	7.71	1.29	11.41	1.33	32.06	3.30	
TiO ₂	0.53		8.78	5.47	1.77	15.75	0	12.32		7.26			
ZrO ₂											62.84		
SnO ₂		17.68					15.34		21.99				
Al ₂ O ₃	17.50	5.45	3.46	2.14	2.26	1.45	1.94	1.41	3.97	2.66	0.95	1.40	
Cr ₂ O ₃	35.75	0.15				0.29						2.74	
FeO*	24.38	1.61	75.07	76.59	72.31	58.35	1.87	64.37	1.75	67.93		68.67	
MnO	0.38		0.17	0.97	0.47	0.40		0.24				0.12	
CaO	0.44	0.43			0.33		1.17		0.38	0.16		1.13	
MgO	5.70	1.09	0.92	0.44	0.56	2.00	1.22		1.39			0.48	
CuO		54.07					70.00		58.84				
Na ₂ O	0.52						0			0.62			
K ₂ O	0.47	0.10							0			0.12	
Cl							0.19						
Сумма	97.10	89.52	93.42	88.12	83.75	80.29	100	79.63	100	79.96	95.84	77.98	

Примечание: образец I – 1, 4 – глинисто-железистые агрегаты; 2 – хлориты, 3 – хромит, 5 – халькопирит, 6 – олово-медистый интерметаллид, 7 – титано-железистый агрегат; образец II – 1 – ильменит лейкоксенизированный, 2 – кремнисто-фосфатный агрегат, 3 – железистый агрегат, 4, 5 – олово-медистый интерметаллид, 6 – ильменит; образец III – 1 – хромшпинелид, 2 – олово-медистый интерметаллид, 3-5 – железистые агрегаты; образец IV – 1 – титаномагнетит, 2 – олово-медистый интерметаллид, 3 – титаномагнетит, 4 – олово-медистый интерметаллид, 5 – титаномагнетит, 6 – циркон, 7 – гидрогетит.

В верхней части горизонта более интенсивному разложению первичных алюмосиликатов и образованию монтмориллонита и каолинита благоприятствует кислая среда, а повышенная влажность способствует гидратации слюд и появлению гидрослюд, окислительная обстановка обуславливает повышенное количество гематита.

В нижней части разреза геохимическая среда становится щелочной, о чем свидетельствует повышение количества аутигенного кальцита и доломита, и одновременно восстановительной с наличием частиц халькопирита и интерметаллидов.

Полученный вывод полностью соответствует общей характеристике геохимической обстановки в корях выветривания, приведенной на рис. 6.3.

Месторождения кор выветривания

В Пермском крае современные коры выветривания относятся к обломочному, гидрослюдистому и частично каолинитовому профилям (табл. 6.10).

Состав полезных ископаемых остаточных месторождений в конечном счете определяется составом субстрата, т.е. внутренними по отношению к формирующимся корам факторами. По составу замещаемых коренных пород, от которого зависит состав полезных ископаемых, в подклассах месторождений образуются ряды, объединяющие отдельные типы месторождений полезных ископаемых (см. табл. 6.20).

Таблица 6.20. Генетическая классификация месторождений остаточного класса группы выветривания

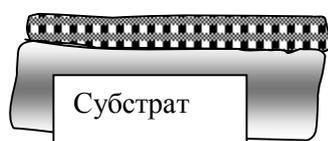
Подкласс	Ряд (субстрат)	Главные типы месторождений полезных ископаемых
Обломочный	Терригенный	Песков строительных, песчано-гравийных смесей
		Глин кирпичных
	Карбонатный	Известняковой муки
		Доломитовой муки
Гидрослюдистый	Ангидритовый	Строительного гипса (Предуралье)
	Алюмосиликатный	Монтмориллонитовых керамзитовых глин
Каолининовый	Алюмосиликатный	Глин кирпичных
		Глин каолиновых

С минерагенической точки зрения кора выветривания для остаточных месторождений является минерагенизирующей формацией, а породы субстрата, служащие источником вещества, – минерагенизирующими формациями.

Коры выветривания обычно формируются в эмерсивной обстановке плитных тектонических режимов, т.е. в обстановке высокого стояния суши. Важную роль в размещении месторождений разных подклассов играет климатический фактор. В Пермском крае в четвертичное время климат был умеренным гумидным. Причем в северной половине территории он был холодным, а в южной – более теплым. Это могло влиять на зональное размещение профилей кор выветривания.

Месторождения обломочного профиля

Месторождения обломочного профиля распространены преимущественно в умеренном гумидном климате. Здесь в коре выветривания присутствует одна зона – обломочная, которая образуется в результате физического выветривания (рис. 6.6). Вид полезного ископаемого в обломочной зоне определяется составом субстрата, который подвергается выветриванию.



Обломочная зона (дезинтеграции)

Рис. 6.6. Вертикальный разрез коры выветривания обломочного профиля

Так, на территории Коми-Пермяцкого округа (Ибламинов, Лебедев, 1995) в полосе распространения конгломератов и песчаников верхнего (татарского) отдела пермской системы присутствует обломочная кора выветривания, представленная линзами галечников и песков. Известна Косинская площадь распространения песчано-гравийных смесей, мощность которых, а соответственно и коры выветривания, достигает 5 м.

Там, где коренные породы представлены аргиллитами, образуются месторождения глин. Их качество определяется составом глинистых минералов аргиллитов.

К полосе распространения карбонатных пород верхней части среднего (биармийского) отдела пермской системы на северо-западе края в Коми-Пермяцком округе приурочены коры выветривания, содержащие залежи известняковой муки. Это Москвинское, Вершининское, Дёминское, Гавриловское месторождения. Известняки и мергели коренных пород вследствие выветривания дезинтегрированы до мучнисто-щебнистого состояния. На Москвинском месторождении мощность коры выветривания достигает 6,2 м.

На юге Пермского края, там, где распространены доломиты, в коре выветривания присутствует доломитовая мука (Больше-Сарсинское месторождение).

- Таким образом, в коре выветривания обломочного профиля присутствуют месторождения
- песков – в коре выветривания песчаников,
 - глин – в коре выветривания аргиллитов,
 - известняковой муки – в коре выветривания известняков,
 - доломитовой муки – в коре выветривания доломитов.

Месторождения обломочной зоны могут формироваться и в других климатических поясах. Там они бывают перекрыты вышележащими горизонтами кор выветривания гидрослюдистого и каолинового профилей.

Месторождения гидрослюдистого профиля

Гидрослюдистый профиль коры выветривания распространён в условиях умеренного влажного климата гумидного литогенеза, где он перекрывает обломочную зону. В результате в вертикальном разрезе коры выветривания гидрослюдистого профиля присутствуют две зоны (рис. 6.7).

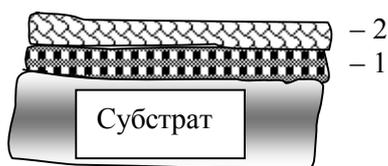


Рис. 6.7. Вертикальный разрез коры выветривания гидрослюдистого профиля:
1 – обломочная зона, 2 – гидрослюдистая зона

В зависимости от состава субстрата в гидрослюдистой зоне могут находиться месторождения

- глин, содержащих минералы группы смектитов (чаще всего монтмориллонит $\text{NaAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, реже нонтронит $(\text{Fe,Al})_2[\text{Si}_{4-x}\text{Al}_x\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot \text{Na}_{2x}4\text{H}_2\text{O}$), вермикулит $(\text{Mg,Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ и др.;
- гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в корках выветривания ангидритовых пород.

Наши исследования показали, что в верхней части гидрослюдистой зоны увеличивается количество каолинита, это позволило назвать её каолинит-гидрослюдистой.

Месторождения каолинового профиля

Каолиновый профиль характерен для условий тёплого влажного климата. Тогда в разрезе коры выветривания наряду с охарактеризованными выше зонами появляется третья – као-

линитовая (рис. 6.8). Для неё типичны залежи глин с минералами группы каолинита (каолинит, галлуазит). Под каолинитовой зоной могут сохраняться гидрослюдистая и обломочная.

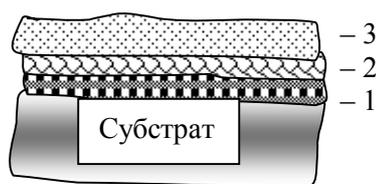


Рис. 6.8. Вертикальный разрез коры выветривания каолинитового профиля:
1 – обломочная зона, 2 – гидрослюдистая зона, 3 – каолинитовая зона

Кора выветривания каолинитового профиля встречается в мезозойских толщах Коми-Пермяцкого округа. Месторождения каолинитовых глин тяготеют к надрудной пачке средней юры на западе региона (Ибламин, Лебедев, 1995).

* *
*

Существование кор выветривания на территории Пермского края создаёт благоприятные условия для наличия залежей глин. Они широко распространены в регионе. Среди них имеются месторождения керамзитовых глин с высоким содержанием гидрослюды, такие как Сылвенское в Кунгурском районе, Санаторское – в Александровском. Кирпичные глины широко используются в Пермском районе.

Другим важным полезным ископаемым Пермского края, связанным с корами выветривания, является гипс. Присутствие его месторождений обусловлено широким распространением сульфатных пород в Предуралье.

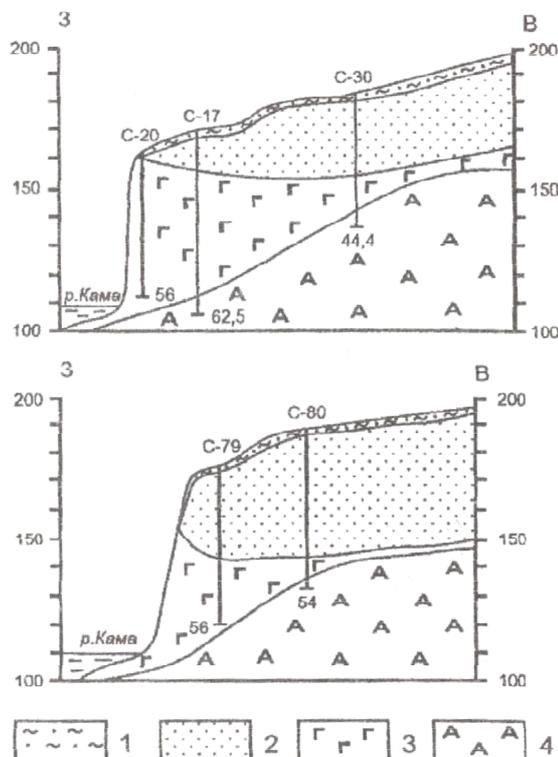


Рис. 6.9. Геологические разрезы Чумкаского месторождения гипса, показывающие связь месторождений с водоносными горизонтами у врезов речных долин (по материалам С.А. Пушкина, 1988 из книги Н.А. Даровских, А.И. Кудряшова, 2001): 1 – глины песчаные (четвертичные отложения), 2 – алевриты с прослоями доломитов, глин, песчаников (соликамская свита), 3 – гипсы (лунежская пачка), 4 – ангидриты (лунежская пачка). По вертикали абс. отметки, м

Образование месторождений связано с гидратацией ангидрита сульфатных толщ в коре выветривания (рис. 6.9). Обычно она протекает в гидрослюдистой зоне активного водообмена, приуроченной к речным врезам (Даровских, Кудряшов, 2001).

Таким образом, положение остаточных месторождений обломочного и гидрослюдистого профилей на территории Пермского края определяется наличием коры выветривания, являющейся генерирующей полезное ископаемое формацией. Терригенные формации субстрата пермского возраста выступают в роли рудоносных для месторождений глин, а сульфатные породы эвапоритовой формации нижней перми рудоносны по отношению к месторождениям гипса.

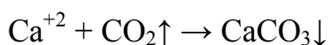
6.3.1.2. Месторождения инфильтрационного класса

Месторождения инфильтрационного класса образуются при концентрации продуктов выноса из коры выветривания на геохимических барьерах. При этом состав полезных ископаемых чаще всего определяется именно видом геохимического барьера, который и положен в основу разделения класса инфильтрационных месторождений на подклассы.

Размещение инфильтрационных месторождений контролируется господствующей платформенной группой обстановок, это могут быть складчатые области, перешедшие после коллизии к плитному режиму, или прилегающие к ним части древних платформ. Господствующей является тектоническая обстановка высокого стояния суши – эмерсивная.

Горные породы осадочного чехла, окружающие месторождения, можно рассматривать как рудовмещающие. Однако если в этих породах содержится в рассеянном виде полезное ископаемое, которое было мобилизовано при инфильтрационных процессах, то такая формация рассматривается и как рудоносная.

Среди инфильтрационных к общераспространённым относятся месторождения известковых туфов. Они принадлежат к температурно-барьерному подклассу. Образование месторождений связано с изменением температуры жидкой фазы как среды минералообразования. Повышение температуры воды обуславливает уменьшение растворимости газов и в первую очередь углекислого (CO_2), что приводит к пересыщению растворов карбонатом кальция и выпадению его в осадок:



В результате в природе формируются месторождения известковых туфов (калькрет). Они используются как минеральные удобрения для известкования почв, например, Кишертское месторождение в Пермском крае.

Месторождения возникают в условиях гумидного климата при достаточно изрезанном рельефе и наличии выходов подземных вод на поверхность (родников). Они распространены в платформенных условиях при эмерсивной обстановке в предгорных условиях, где водоносные горизонты представлены карбонатными формациями горных пород.

6.3.2. Месторождения осадочной группы

К осадочной группе относятся месторождения, полезные ископаемые которых накапливаются в процессе литогенеза.

Размещение месторождений осадочной группы обусловлено общими для экзогенных месторождений факторами. Климатический фактор определяет тип литогенеза. Важную роль играет тектонический фактор, особенно в минерагении ископаемых осадочных бассейнов. Он обусловлен глобальной и региональной геодинамикой. Глобальная геодинамика определяет попадание осадочного бассейна в условия определенного климатического пояса. Ре-

зультатом действия глобальной геодинамики является региональная геодинамика. Она обуславливает тектоническую обстановку бассейна и структурно-тектонические условия зарождения, существования и закрытия бассейнов осадконакопления, а также состав хемогенных осадков.

Длительное существование палеоклиматических условий в течение определенных отрезков геологического времени, благоприятных для накопления полезных ископаемых, обуславливает наличие минерагенических эпох.

Все месторождения осадочной группы залегают среди осадочных горных пород, которые образуют формации, вмещающие залежи полезных ископаемых (минераловмещающие). Источник вещества полезных ископаемых обычно располагается на суше за пределами бассейнов осадконакопления. В ряде случаев, например для месторождений химических осадков, осадочные формации являются минералоносными.

Осадочные месторождения Пермского края образовались в условиях плитного режима существования Русской плиты молодой Уральской эпигерцинской платформы, а также в обстановке краевого бассейна коллизионной стадии развития Уральского палеоокеана.

Большая часть осадочных пород пермской системы сформировалась в условиях периколлизионного режима Русской плиты и коллизионного режима Уральской складчатой области, где месторождения контролируются молассовой формацией. С переходом складчатой области в молодую платформу в условиях плитного режима образовалась континентальная терригенная формация, к которой приурочены большинство месторождений общераспространённых полезных ископаемых.

По ведущему способу осадконакопления месторождения традиционно подразделяются на три класса: механических, химических и биохимических осадков (см. табл. 6.1).

6.3.2.1. Месторождения механических осадков

Образуются в результате механической дифференциации обломочного материала в процессе переноса и осадконакопления. Практическое значение имеют залежи терригенных осадков. Они включают седиментогенетический и диакатагенетический подклассы. К первому подклассу относят современные месторождения глин, песка, гравия, песчано-гравийных материалов. По условиям образования они могут быть делювиальными, аллювиальными, озерными, ледниковыми. Диакатагенетический подкласс представлен залежами сцементированных пород: аргиллитов, песчаников, конгломератов. Вовлечение залежей терригенных пород в эксплуатацию определяется географо-экономическими условиями.

Седиментогенетический подкласс

Делювиальные (склоновые) месторождения

Делювиальное происхождение имеют месторождения кирпичных глин. Первичный материал делювия может быть различного происхождения, однако чаще всего делювиальные глины распространены вблизи элювиальных остаточных кор выветривания. Они образуются в результате движения по склону элювиального материала. В этом случае месторождения относят к элювиально-делювиальным. Их состав мало отличается от состава материала исходных отложений. Типичным примером делювиального месторождения может быть Беляевское, расположенное в Ординском районе. Здесь продуктивная толща глин залегают на известняках и мергелях нижней перми. Аналогичное строение имеет Саранинское месторождение в Кудымкарском районе, где глина залегают в виде пласта мощностью 3,5 м длиной 480 м на доломитизированных известняках.

Аллювиальные месторождения

С аллювием связаны месторождения глин, песка и песчано-гравийных смесей. Образование месторождений обусловлено эрозионной деятельностью рек, вода которых переносит обломочный материал. При движении происходит его дифференциация по крупности в зависимости от скорости течения воды и фациальных условий осадконакопления. Осадки пойменной фации, образующиеся при медленном движении воды, обычно представлены глинами. В русловой фации аллювия, материал которой отлагается при более интенсивном течении, присутствуют песок и песчано-гравийные материалы. Осадки накапливаются на гидродинамическом барьере, где скорость движения воды резко уменьшается. Поток с высокой скоростью движения может переносить материал различной крупности, при снижении его скорости вначале выпадает в осадок галечный и гравийный материал, а затем песчаный.

Месторождения глин бывают приурочены к осадкам пойменной или старичной фаций аллювия. Образование их происходит при накоплении глинистого материала в процессе замедленного течения воды. Аллювиальные глины часто содержат прослойки песка и гальки. Месторождения обычно располагаются на террасах рек. Так, Калининское месторождение кирпичных глин в Чусовском районе приурочено к аллювию второй надпойменной террасы р. Чусовой. Мощность полезной толщи достигает 19,3 м. Костаревское месторождение керамзитовых глин находится на IV террасе р. Камы.

Месторождения песков известны в среднем течении р. Камы. Заосиновское месторождение находится в Пермском районе, где песчаная залежь мощностью 10 м залегает над песчано-гравийной мощностью 4,2 м. Разрабатывается Ильинское месторождение песков в Нытвенском районе.

Месторождения песчано-гравийных смесей располагаются восточнее песчаных, ближе к Уралу. Так, например, Калининское месторождение песчано-гравийных смесей приурочено к руслу и пойме р. Чусовой в одноимённом районе.

Гляциальные и флювиогляциальные месторождения

В северной части территории Пермского края распространены гляциальные и флювиогляциальные отложения. С ними связаны месторождения глин, песков и песчано-гравийных смесей. В большинстве случаев их образование обусловлено таянием ледников и выпадением осадков из ледниковых вод.

К гляциальным (ледниковым) отложениям приурочено Келичевское месторождение глин (Юрлинский район). В нём ледниковые глины мощностью 3,5 м залегают на породах татарского отдела пермской системы. Глины содержат редкие валуны, что характерно для ледниковых образований.

Флювиогляциальные отложения бывают связаны с временными водными потоками, образующимися при таянии ледников. В зависимости от гидродинамики это могут быть залежи песков (Артамоновское месторождение глинистых песков в Кудымкарском районе) или песчано-гравийных смесей (Мордвиновское месторождение в Кочёвском районе).

Эоловые месторождения

К эоловым относятся месторождения, терригенные осадки которых претерпели сортировку материала под действием ветра. Обычно это пески, в которых под действием ветра произошло выдувание мелких глинистых частиц при отсутствии крупных гравийных частиц, которые не могут перемещаться ветром. По результатам разведки к эоловым отнесено Аптугайское месторождение песков, расположенное на юге области в Куединском районе (Элькина и др., 1988).

Диакатагенетический подкласс

Образование месторождений подкласса происходит в результате воздействия диагенетических или катагенетических процессов на терригенные осадки. Многочисленные проявления терригенных диагенетически и катагенетически преобразованных пород (песчаников, гравийников, конгломератов) присутствуют на востоке Пермского края в Западно-Уральской зоне складчатости и Центральном Уральском поднятии. Они широко распространены среди древних рифей-вендских пород, а также среди пород ордовика, угленосной пачки карбона и пермской системы.

Техногенные месторождения

При разработке россыпных месторождений песчано-гравийные отложения, вмещающие россыпи, а также отходы обогащения (хвосты) могут быть использованы в качестве общераспространенных полезных ископаемых. Обломочные терригенные образования широко распространены там, где отрабатывались россыпи по добыче алмазов на западном склоне Среднего и Северного Урала.

6.3.2.2. Месторождения химических осадков

Месторождения класса делят на два подкласса: класс осадков из истинных растворов и класс осадков из коллоидных растворов. Общераспространённые полезные ископаемые относятся к первому подклассу. Второй подкласс мы не рассматриваем, однако следует иметь в виду, что глины в коре выветривания, а также глинистые частицы в водных потоках могут образовываться в результате коагуляции коллоидных частиц.

Полезные ископаемые, относящиеся к осадкам из истинных растворов, образуются преимущественно в результате выпадения в осадок на поверхности Земли вещества из ионно-молекулярных водных растворов (табл. 6.1). Причиной осадконакопления может быть переусищение природных вод морского или континентального происхождения. Оно бывает обусловлено испарением воды в условиях жаркого аридного климата или охлаждением её при смене летнего сезона осенним.

Седиментогенетический ряд месторождений в Пермском крае представлен современными озёрными осадками известняка (гажи, CaCO_3), формирующимися в континентальных условиях современного умеренного гумидного климата (Петрова, Кокаровцев, 1990).

Диагенетический ряд включает месторождения ископаемых залежей карбонатов, сульфатов и солей. Их образование включает две стадии. На первой происходит седиментогенез в солеродном бассейне в соответствии с последовательностью выпадения минералов из морской воды (Н. Курнаков, М. Валяшко). На второй седиментогенные образования подвергаются диагенетическим преобразованиям, происходит их перекристаллизация, частичное растворение.

Положение месторождений в разрезе осадочных толщ определяется тремя главными критериями: литологическим, тектоническим и стратиграфическим.

Литологический фактор обусловлен приуроченностью месторождений к эвапоритовой формации горных пород, состоящей из последовательно залегающих карбонатных, сульфатных и галогенных толщ. Все горные породы эвапоритовой формации (известняки, доломиты, гипсы, каменные, калийные и магниевые соли) при определенных условиях могут представлять собой полезные ископаемые.

Стратиграфический (палеоклиматический) критерий связан с существованием минерогенических эпох накопления эвапоритов, главной из которых в Пермском крае является пермская (табл. 6.21), связанная с герцинским тектоническим циклом. Герцинский цикл (ранний карбон – ранняя юра, 320–175 млн лет назад) отличался наибольшим количеством эвапоритовых бассейнов. Этому способствовали геодинамические процессы, обусловившие

одновременное завершение двух геодинамических циклов: цикла Бертрана и мегацикла Уилсона, которые привели к образованию суперконтинента Пангея, значительная часть которого располагалась в аридной климатической зоне (Ибламинов, 2015).

Таким образом, первым фактором, определяющим закономерности размещения эвапоритовых формаций, является *глобальная геодинамика*, приводящая в движение континенты и группирующая их в период формирования мега- и суперконтинентов в приэкваториальных областях.

Второй фактор – *региональная геодинамика* – обеспечивает благоприятные палеотектонические обстановки зарождения, существования и закрытия соленосных бассейнов.

Региональная геодинамика определяет не только тектонику бассейнов и постседиментационные изменения продуктивных пластов, но и первичный состав осадков.

Проанализируем развитие Восточно-Европейского (Волгоуральско-Предуральского) эвапоритового бассейна. Здесь в карбоне – ранней перми ($C_1t_2-P_{1ar}$) накапливалась морская карбонатная формация. При этом её терригенно-известняковая субформация ($C_1t_2-C_2$) в верхнем карбоне сменилась известняково-доломитовой (C_3-P_{1ar}) (табл. 6.21). Последнее свидетельствует, во-первых, о начале перехода платформы в периколлизионный режим, а во-вторых, о постепенном смещении Волго-Уральского бассейна в аридную зону. Затем в кунгурское время на платформенной части бассейна в условиях регрессивной периколлизионной обстановки образуется сульфатно-карбонатная субформация эвапоритовой формации (P_{1k}), а непосредственно в Предуральском прогибе во второй половине кунгурского века накапливается верхняя галогенная субформация эвапоритовой формации.

Таблица 6.21. Осадочные формации и субформации Волгоуральско-Предуральского бассейна в периколлизионной обстановке

Возраст	Формация	Субформации условий		
		платформы	прогиба	орогена
P_{1k}	Эвапоритовая	Сульфатно-карбонатная	Галогенная	Терригенная
$C_1t_2-P_{1ar}$	Морская карбонатная	C_3-P_{1ar} . Известняково-доломитовая		
		$C_1t_2-C_2$. Терригенно-известняковая		

Наличие в позднем карбоне – ранней перми на обширной территории Волго-Урала синеклизного платформенного подготовительного бассейна обусловило изменение к концу кунгурского времени состава рапы в сторону уменьшения гидрокарбонатов кальция и магния, сульфатов кальция и увеличения концентрации хлоридов натрия, калия и магния. Попадание подготовленной таким образом рапы в конечные впадинные ванны определило специфику состава солей Предуральского суббассейна.

В условиях сложно построенных бассейнов, которые вначале развиваются как синеклизные, а затем переходят в глубоководные типа предгорных (или соединяются с ними), галогенез начинается в мелководных синеклизных бассейнах с накопления карбонатов и гипса. Наличие мелководного подготовительного бассейна и связанного с ним более позднего по времени образования суббассейна конечного стока обеспечивает в последнем преимущественно хлоридное соленакопление.

Из месторождений класса в Пермском крае разрабатываются месторождения хемогенных известняков Гора Матюковая и Даниловское, доломитов – Белый Камень и Больше-Сарсинское, ангидритов – Соколино-Саркаевское и др., описание месторождений приведено в предыдущих главах.

6.3.2.3. Месторождения механохимических осадков

Мергели образуются в областях одновременного отложения глинистого и карбонатного материала. В основном это происходило в раннетатарское время, что по современной шкале соответствует позднебиармийскому времени среднего отдела пермской системы. Мергели

накапливались в условиях умеренного тёплого климата в бассейне пониженной солёности в лагунных условиях. Мергели, расположенные в Коми-Пермяцком округе (Кайсаровское, Москвинское, Отевское месторождения), используются как агросырьё.

6.3.2.4. Месторождения биохимических осадков

Образование месторождений протекает в биосфере, где главным источником полезных ископаемых является живое вещество. Месторождения класса разделяют на два подкласса: биогенный и собственно биохимический. Как общераспространённые полезные ископаемые рассматриваются биогенные месторождения сапропеля, торфа и органогенных известняков (табл. 6.3). Месторождения образуются на биологических барьерах – местах массовой гибели животных или растительных организмов.

Седиментогенетический ряд включает фитогенный сапропель (отмерший растительный планктон), который встречается на ряде торфяных месторождений.

Диагенетический ряд включает месторождения торфа (Большое Камское) и органогенных известняков (Шарашинское).

Торф является полезным ископаемым растительного происхождения, образовавшимся в результате неполного разложения болотных растений на стадии раннего диагенеза.

В формировании месторождений торфа выделяют 4 стадии (рис. 6.10). В течение 1-й сапропелевой стадии слой сапропеля покрывает озеро. На 2-й стадии начинается образование торфа в береговой зоне. 3-я стадия характеризуется зарастанием озера древесными растениями. На 4-й болотной стадии озеро превращается в болото, где происходят ранние диагенетические процессы образования торфа. Месторождения торфа распространены в камской минерагенетической области.

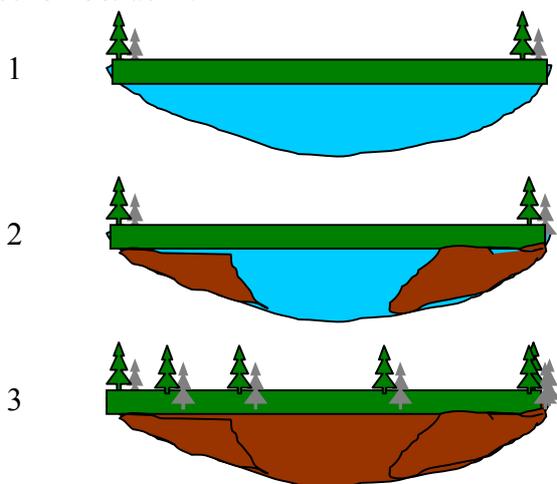


Рис. 6.10. Стадии преобразования сапропелевого озера в торфяное болото

Органогенные известняки, разрабатываемые на территории края, имеют каменноугольный и пермский возраст. В своём образовании они претерпели 2 стадии: стадию седиментогенеза и стадию последующего диагенеза. Породы выходят на поверхность на западном склоне Урала в Предуральской и Западно-Уральской зонах.

* *
*

Таким образом, в Пермском крае распространены осадочные месторождения общераспространённых полезных ископаемых всех трёх генетических классов: механического, химического и биохимического.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пермский край обладает крупной минерально-сырьевой базой общераспространённых полезных ископаемых. Она создавалась многолетним трудом пермских геологов, в основном сотрудников геологической Нерудной партии. В настоящей работе на минерагенической основе обобщены материалы по известным месторождениям. Показано, что они связаны с четвертичными отложениями и дочетвертичными породами различного возраста – от рифея до мезозоя. Месторождения четвертичного возраста распространены на территории Русской плиты (Камская минерагеническая область), а месторождения, связанные с коренными породами, преобладают в восточной части Пермского края в пределах Предуральского краевого прогиба (Предуральская минерагеническая область), Западно-Уральской зоны складчатости и Центрально-Уральского поднятия (Западно-Уральской и Центрально-Уральской минерагенических областей).

В целом распределение месторождений общераспространенных полезных ископаемых Пермского края подчинено двум направлениям минерагенической зональности – одному, обусловленному в значительной степени тектоническими и главным образом коллизионными и постколлизионными причинами, и другому, обусловленному преимущественно экзогенными климатическими причинами.

Выделение геолого-промышленных типов месторождений общераспространенных полезных ископаемых позволило систематизировать информацию обо всем их разнообразии. Каждый тип месторождений характеризуется своими морфологическими свойствами и вещественным составом, что необходимо иметь в виду при прогнозе, поисках, разведке и эксплуатации месторождений.

Распределение минерагенических формаций коренных горных пород характеризуется зональностью, параллельной складчатой системе, что типично для территорий сочленения платформенных и складчатых областей. На территории Пермского края такая зональность имеет субмеридиональную ориентировку. Субмеридиональное распределение минерагенических формаций горных пород контролирует размещение не только коренных месторождений, но и месторождений четвертичного возраста, в первую очередь месторождений кор выветривания, делювиального и даже аллювиального происхождения. В их размещении прослеживается закономерная меридиональная зональность, о которой упоминалось выше. На эту меридиональную зональность накладывается поперечная широтная зональность, связанная с распространением в северной части края ледниковых отложений, прежде всего флювиогляциальных. Широтное распределение отмечается также и в распределении торфяных месторождений, основные из них расположены в северной платформенной части Пермского края. В частности, здесь находится крупнейшее в Европе Большое Камское месторождение торфа.

Пермский край в целом хорошо обеспечен запасами общераспространенных полезных ископаемых. Однако распределение месторождений по территории края неравномерное, ряд районов испытывает дефицит того или иного вида сырья, что учитывается при составлении ежегодных целевых территориальных программ развития и использования минерально-сырьевой базы Пермского края.

Представленная работа может служить основой для проведения территориального прогноза месторождений общераспространенных полезных ископаемых, оптимизации планирования постановки геологоразведочных работ на территории Пермского края. Она может быть использована в качестве учебного пособия для студентов геологических вузов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аблизин Б.Д., Курбацкий А.М., Крылов И.Н.* К стратиграфии верхнего докембрия западного склона Северного Урала // Изв. АН СССР. Сер.геол. 1969. №9. С.108–113.
2. *Авдонин В.В.* Принципы геолого-промышленной типизации рудных месторождений. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. 40 с.
3. *Алванян А.К., Ибламинов Р.Г.* Геолого-промышленные типы месторождений общераспространенных полезных ископаемых Пермского края // Вопросы современной науки и практики / Университет им. В.И. Вернадского. 2009. Вып. 10 (24). С. 166–177.
4. *Алванян А.К., Ибламинов Р.Г.* К вопросу о методике разведки месторождений глин (на примере Усть-Игумского месторождения в Пермском крае) // Вестник Пермского университета. Геология. 2009. Вып. 11. С. 27–35.
5. *Алексеев В.Я., Морозов Г.Г.* Новые представления о стратиграфии нижнего палеозоя Северного Урала // Геология и минеральные ресурсы южных районов Республики Коми. Сыктывкар: Геопринт, 1996. С. 6–8.
6. *Белоконь Т.В., Горбачев В.И., Балашова М.М.* Строение и нефтегазоносность рифейско-вендских отложений востока русской платформы. Пермь: ИПК «Звезда», 2001. 108 с.
7. *Бетехтин А.Г.* Курс минералогии: учебное пособие. М.: КД «Университет», 2008. 736 с.
8. *Булах А.Г., Кривовичев В.Г., Золотарев А.А.* Общая минералогия: учебник. М.: Изд. центр «Академия», 2008. 416 с.
9. *Геологические памятники Пермского края: энциклопедия / под общ. ред. И.И. Чайковского / Горный институт УрО РАН. Пермь, 2009. 616 с.*
10. *Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Т.1.Русская платформа / под ред. В.Д. Наливкина и К.Э. Якобсона. Л.: Недра, 1985. 356 с.*
11. *Геология СССР. Урал. М.: Недра, 1969. Т. XII. 724 с.*
12. *Гражданкин Д.В., Маслов А.В., Крупенин М.Т., Ронкин Ю.Л.* Осадочные системы сыльвицкой серии (верхний венд Среднего Урала) / УрО РАН. Екатеринбург, 2010. 280 с.
13. *Даровских Н.А., Кудряшов А.И.* Геология и поиски месторождений поделочного гипса / ГИ УрО РАН. Пермь, 2001. 161 с.
14. *Еремин Н.И.* Неметаллические полезные ископаемые. М.: Изд-во МГУ, 2007. 459 с.
15. *Ехлаков Ю.А., Горбачев В.И., Карасева Т.В. и др.* Геологическое строение и нефтегазоносность глубокозалегающих отложений Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции / КамНИИКИГС. Пермь, 2000. 330 с.
16. *Зильберман А.М.* Некоторые вопросы корреляции магматических комплексов Западного Урала (на примере Северного и Среднего Урала) // Моделирование геологических систем и процессов / Перм. гос. ун-т. Пермь, 1996. С. 46–49.
17. *Зильберман А.М., Ибламинов Р.Г., Лебедев Г.В.* О магматических формациях западного склона Северного и Среднего Урала // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. статей / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2000. С. 52–54.
18. *Зильберман А.М., Морозов Г.Г., Корелин Г.П.* Магматические комплексы Пермской серии листов // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Науч. чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб науч. статей / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2002. С. 124–146.
19. *Ибламинов Р.Г., Лебедев Г.В.* Геология и полезные ископаемые Коми-Пермяцкого автономного округа. Кудымкар: Коми-Пермяцкое кн. изд-во, 1995. 136 с.
20. *Ибламинов Р.Г.* К вопросу о минерагеническом районировании территории западного склона Среднего и Северного Урала // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении / Пермский гос. ун-т. Пермь, 2001. С. 34–44.
21. *Ибламинов Р.Г.* Экономика минерального сырья: учеб. пособие / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2004. 308 с.

22. *Ибламинов Р.Г., Лебедев Г.В.* Минерагения пермской системы Пермского Приуралья // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. ст. / Пермский гос. ун-т. Пермь, 2004. Вып. 6. С. 118-131.
23. *Ибламинов Р.Г., Лебедев Г.В.* Полезные ископаемые мезо-кайнозойской континентальной терригенной и кор выветривания формации Пермского края // Россыпи и месторождения кор выветривания: факты, проблемы, решения: тез. докл. XIII Международного совещания / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2005. С. 74 – 77.
24. *Ибламинов Р.Г., Лебедев Г.В.* Вулканические комплексы магматических формаций западного склона Среднего и Северного Урала // Литосфера. 2006. № 1. С. 76-90.
25. *Ибламинов Р.Г., Кичигина Я.В.* Минерагения месторождений известняков Пермского края // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли: матер. 5-го Всероссийского литологического совещания (Екатеринбург, 14–16 октября 2008 г.) / Ин-т геологии и геохимии УрО РАН. Екатеринбург, 2008. Т. I. С. 261-262.
26. *Ибламинов Р.Г., Алванян А.К.* Региональная минерагения общераспространенных полезных ископаемых зоны сочленения Восточно-Европейской платформы и Уральской складчатой области (на примере Пермского края) // Вопросы современной науки и практики / Университет им. В.И.Вернадского. 2009. Вып. 9. С. 152-161.
27. *Ибламинов Р.Г.* Формации и палеотектоника Волго-Уральского нефтегазоносного бассейна // Геология и нефтегазоносность северных районов Урало-Поволжья: сб. науч. тр. к 100-летию со дня рождения проф. П.А. Софроницкого / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2010. С. 190 – 193.
28. *Ибламинов Р.Г., Молоштанова Н.Е., Шехирева А.М.* Петрография: учеб пособие. Перм. гос. ун-т. Пермь, 2012. 240 с.
29. *Ибламинов Р.Г., Суслов С.Б.* Сарановский комплекс: региональное положение, палеотектоника // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. ст. / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2015. Вып. 18. С. 145–153.
30. *Ибламинов Р.Г.* Минерагения (основы минерагеодинамики): учеб. пособие / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2015. 322 с.
31. *Иванов О.К.* Расслоенные хромитоносные ультрамафиты Урала. М.: Наука, 1990. 243 с.
32. *Клименко Б.В.* Граниты А-типа бассейна р. Велс // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: матер. региональной научно-практической конференции / Перм. гос. ун-т, Пермь, 2000. С. 32 - 37.
33. *Крейтер В.М.* Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. М.: Госгеолтехиздат, 1960. Ч. 1. 332 с.
34. *Кривцов А.И.* Металлогения и прогноз рудоносности. М.: Изд-во МГРИ, 1985. 103 с.
35. *Кропачев А.М.* Геохимические барьеры литогенеза и формирование месторождений полезных ископаемых / Перм. гос. ун-т. Пермь, 1983. 97 с. Деп. ВИНТИ № 2014-83.
36. *Курбацкая Ф.А.* К вопросу о методике выделения осадочных формаций Западного Урала и металлогенической оценке их перспективности // Вестник Пермского университета. Геология. 1997. Вып.4. С. 27-30.
37. *Леонов-Вендровский В.Л., Старков Н.П.* Геология и петрохимические особенности щелочных граносиенитов Троицкого массива на западном склоне Среднего Урала // Геология и петрография Западного Урала / Перм. гос. ун-т. Пермь, 1967. Вып IV. С. 98 - 109. (Учен. зап. Перм. ун-та. № 182).
38. *Леонов-Вендровский В.Л.* Минеральные ресурсы Пермской области // XII геологическая конференция Республики Коми / Коми НЦУрОРАН. Сыктывкар, 1994. 12 с.
39. *Летников Ф.А.* Синергетика геологических систем. Новосибирск: Наука, 1992. 230 с.
40. *Лунев Б.С.* Дифференциация осадков в современном аллювии // Учен. зап. Перм. ун-та. 1967. № 174. 333 с.
41. *Лунев Б.С., Кропачев А.М.* Месторождения гравия, песка и глин в Пермской области. Пермь: Перм. кн. изд-во, 1959.

42. *Маслов А.В.* Литогеохимия терригенных пород верхнего докембрия Волго-Уральской области / УрО РАН. Екатеринбург. 2012. 248 с.
43. *Методические* рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых. Строительный и облицовочный камень / ФУГП ГКЗ. М., 2007а. 28 с.
44. *Методические* рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых. Карбонатные породы / ФУГП ГКЗ. М., 2007б. 27 с.
45. *Методические* рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых. Песок и гравий / ФУГП ГКЗ. М., 2007в. 29 с.
46. *Методические* рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых. Глинистые породы / МПР РФ. М., 2007 г. 48 с.
47. *Методические* рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых. Карбонатные породы / МПР РФ. М., 2007 д. 37 с.
48. *Минерально-сырьевые* ресурсы Пермского края: энциклопедия / под ред. А.И. Кудряшова. Пермь: Книжная площадь, 2006. 463 с.
49. *Митчелл А., Гарсон М.* Глобальная тектоническая позиция минеральных месторождений. М.: Мир, 1984. 496 с.
50. *Наливкин В.Д., Ларионова Е.Н. и Шершнев К.С.* Пермская система // Геология СССР. М.: Недра, 1969. Т. XII, кн. I. С. 326–358.
51. *Налоги и налогообложение* в РФ. 2002. Гл. 3, п. 17.
52. *Объяснительная* записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Пермской области масштаба 1:1000000 / сост. Б.М. Элькина, Э.Х. Барышникова, Т.Ф. Бердышева, Э.М. Качанова. М.: Союзгеолфонд, 1988. 383 с.
53. *Петрова Л.И., Кокаровцев В.К.* Агрокарбонаты Пермской области / Перм. политехн. ин-т. Пермь, 1990. 150 с.
54. *Природные ресурсы* // Вестник недропользователя Пермского края. 2010. № 1 (28). С. 35.
55. *Пучков В.Н.* Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: Дизайнполиграфсервис, 2010. 280 с.
56. *Российская геологическая энциклопедия.* М.; СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. Т.1. С. 408-409.
57. *Рухин Л.Б.* Основы литологии. Учение об осадочных породах. 3-е изд. Л.: Недра, 1969. 703 с.
58. *Смирнов В.И.* Геология полезных ископаемых. 4-е изд. М.: Недра, 1982. 669 с.
59. *Смирнов В.И.* Геология полезных ископаемых: учебник для вузов. М.: Недра, 1989. 326 с.
60. *Софроницкий П.А., Ожгибесов В.П.* Тектоника пермской системы // Международный конгресс: Пермская система земного шара. Путеводитель геологических экскурсий. Свердловск, 1991. Ч. III. С. 13 - 16.
61. *Старков Н.П.* Рифейско-палеозойские магматические комплексы западного склона Среднего и Северного Урала // Доордовикская история Урала. Т. 5. Доордовикский магматизм (препринт) / УНЦ АН СССР. Свердловск, 1980. С. 31 - 61.
62. *Старков Н.П., Ибламинов Р.Г., Попов И.Б.* Геология, петрография и геохимия гранитоидов Мойвинского массива на западном склоне Северного Урала // Геология и петрография Западного Урала / Перм. гос. ун-т. Пермь, 1968. Вып IV. С. 63 - 97 (Учен. зап. Перм. ун-та. № 182).
63. *Страхов Н.М.* Основы теории литогенеза. М.: Изд-во АН СССР, 1962. Т. I. 212 с.
64. *Торфяные месторождения* Пермской области / Геолторфразведка. М., 1978. 400 с.
65. *Хаин В.Е.* Основные проблемы современной геологии (геология на пороге XXI века). М.: Наука, 1995. 190 с.

66. Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики: учебник. М.: Изд-во МГУ, 1995а. 480 с.
67. Чадаев М.С., Ибламинов Р.Г., Гершанок Л.А., Гершанок В.А., Простолупов Г.В. Геологические структуры западного склона Северного и Среднего Урала по данным гравиметрии и магнитометрии // Литосфера. 2011, № 6. С. 134–140.
68. Чайковский И.И. Новая схема магматизма западного склона Северного Урала // Вестник Пермского университета. Геология. 1994. Вып 3. С. 93 - 101.
69. Чайковский И.И., Суслов С.Б. Дублинский камень // Геологические памятники Пермского края: энциклопедия /Горный ин-т УрО РАН. Пермь, 2009. С. 229 – 232.
70. Черепанова Д.В., Чайковский И.И. Троицкий массив // Геологические памятники Пермского края: энциклопедия /Горный ин-т УрО РАН. Пермь, 2009. С. 238 – 243.
71. Чувашов Б.И. Динамика развития Предуральяского краевого прогиба // Геотектоника, 1998. № 3. С. 22 – 37.
72. Шатский Н.С. Парагенезисы осадочных и вулканогенных пород и формаций // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1960. № 5. С. 3–23.
73. Янаскурт О.В. Литология: учебник. М.: Изд. центр «Академия», 2008. 336 с.

Научное издание

Ибламинов Рустем Гильбрахманович

Алванян Антон Карапетович

**РЕГИОНАЛЬНАЯ МИНЕРАГЕНИЯ
ОБЩЕРАСПРОСТРАНЁННЫХ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
(на примере Пермского края)**

Монография

Редактор *Л. Г. Подорова*

Корректор *Л. И. Иванова*

Компьютерная вёрстка: *К. А. Тамоян*

На обложке:

борт карьера Всеволодо-Вильвенского месторождения известняков
(фото А. К. Алваняна)

Подписано в печать 20.12.2018. Формат 60х84/8

Усл. печ. л. 13.95. Тираж 100 экз. Заказ 8

Издательский центр
Пермского государственного
национального исследовательского университета
614990, Пермь, ул. Букирева, 15

Типография ПГНИУ
614990, Пермь, ул. Букирева, 15