

Линдгрэн Вольдемар

Месторождения золота и платины

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84-4
В71

В71 **Вольдемар Л.**
Месторождения золота и платины / Линдгрэн Вольдемар – М.: Книга по Требованию, 2026. – 187 с.

ISBN 978-5-519-93482-4

Книга, по которой геологи XX века искали золото: что знал Линдгрэн о месторождениях, и почему его классификацией пользуются до сих пор?

«Месторождения золота и платины» — это не просто старая геологическая книга, а почти инструкция по охоте за драгоценными металлами от одного из основателей современной экономической геологии, Вальдемара Линдгрена. Русское издание вышло в 1932 году в издательстве Цветметиздат.

Книга объясняет, где рождаются золото и платина в недрах, как выглядят их типичные месторождения и по каким признакам геолог может понять: здесь может быть руда, а не пустая порода. Это классика для тех, кто хочет понять, как мыслит настоящий разведчик недр.

ISBN 978-5-519-93482-4

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2026
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2026

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг — не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель — вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания — решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Оглавление

Глава I. Введение	9
Распределение золота и платины в земной коре.	—
Содержание в рудах	10
Цена металла	—
Весы и меры	11
Переводные таблицы	—
Глава II. Зональная теория (136)	14
Реконструированная система жил от поверхности до кровли батолита (по Эммонсу) (137)	—
Классификация рудных месторождений В. Линдгrena (237)	15
Глава III. Рудные столбы (215)	16
Форма первичных рудных столбов (215).	—
Рудные столбы последовательных минерализаций (220)	20
Поверхностные или вторичные рудные столбы (220)	—
Причины образования первичных рудных столбов (220)	21
Уменьшение давления и температуры (221)	—
Характер боковой породы (223)	23
Непроницаемые барьеры (225)	25
Пересечения (227)	26
Глава IV. Россыпные месторождения (244)	—
Происхождение и распределение (244)	—
Золотые россыпи (245)	27
Введение	—
Происхождение россыпного золота (246)	28
Элювиальные месторождения (246)	29
Процессы концентрации (249)	31
Эоловые месторождения (249)	—
Долинные россыпные месторождения (249)	—
Классификация речных и морских россыпей (254)	35
Морские россыпи (255)	36
Погребенные россыпи (255)	—
Величина частиц россыпного золота и его минеральная ассоциация (259)	40
Проба россыпного золота и отношение его к жильному золоту (262)	43
Отношение золота к плотнику (263)	—
Падение золотоносных рек (264)	44
Промышленная полоса или «золотая струя» (265)	45
Растворение и осаждение золота (266)	46
Отношение к первичным месторождениям (268)	47
Экономика россыпного золота (268)	48
Платиновые россыпи (275)	50
Золотоносные конгломераты Южной Африки (270)	51
Глава V. Эпипермальные месторождения (516)	56
Характер и происхождение (516)	—
Общие положения (516)	—

Последовательные фазы минерализации (521)	59
Замещение цеолитами (524)	61
Первичные рудные столбы, окисление и сульфидное обогащение (524)	62
Типы месторождений (526)	63
Более древние представители этого класса (526)	64
Глубина образования эпitherмальных жил (527)	—
Температура образования эпitherмальных жил (528)	65
Генезис (528)	66
<i>Метасоматические процессы (530)</i>	67
Протяжение изменения (530)	—
Типы изменения—прошиплитизация (530)	—
Метасоматические процессы в месторождениях Темз и Вайи (532)	69
Метасоматические процессы в месторождениях Тонопах в Неваде (535)	71
Класпи, Монгана (537)	72
Развитие каолина (537)	73
Метасоматические процессы в округе Сильвертон в Колорадо (537)	—
<i>Золото-кварцевые жилы в андезитах (553)</i>	74
Трансильвания (553)	—
Полуостров Хаураки, Новая Зеландия (557)	76
Эль Оро в Мексике (559)	79
Блэк Маунтин в Аризоне (562)	81
<i>Золото-кварцевые жилы с риолитах (564)</i>	82
Аргентитовые золото-кварцевые жилы Тонопах в Неваде (566)	84
Месторождение Комсток (569)	86
Аргентитовые жилы (571)	88
<i>Золото-теллуридовые жилы (572)</i>	89
Кришль Крик (572)	—
<i>Жилы селенидов золота (577)</i>	93
Распространение селенидов (577)	—
Рудник Репаблик, Вашингтон (579)	95
Суматра (579)	96
<i>Жилы с основными металлами (580)</i>	—
<i>Район Сан-Жуан в Колорадо (581)</i>	97
Общие сведения (581)	—
Округ Теллурид (585)	100
Округ Сильвертон (586)	101
Округ Ринко (589)	102
Округ Лэйк-Сити (591)	103
Округ Крид (592)	106
Касаналка в Перу (592)	107
<i>Золото-алунитовые месторождения (592)</i>	—
Общие сведения (592)	—
Гольдфилд в Неваде (593)	—
Глава VI. Мезотермальные месторождения (598)	111
<i>Общие положения (598)</i>	—
<i>Метасоматические процессы (602)</i>	114
Общий характер (602)	—
Изменение боковых пород золото-кварцевых жил (603)	115
<i>Парагенезис (614)</i>	122
<i>Золото-кварцевые жилы типа Калифорнии и Виктории (615)</i>	124
Общий характер (615)	—
Золото-кварцевые жилы Сьерра-Невады (616)	125
Золото-кварцевые жилы внутренней области Кордильер (628)	135
Виктория в Австралии (629)	136
Новый Южный Уэльс и Квинсленд (634)	139
Новая Скотия (635)	141
<i>Золото-арсенититовые месторождения (637)</i>	143
<i>Золотоносные месторождения замещения в известняках (637)</i>	—
<i>Золотоносные месторождения замещения в порфирах (640)</i>	145

	Стр.
Глава VII. Гипотермальные месторождения (718)	145
Общие положения (718)	—
Высокотемпературные минералы (718)	—
Метасоматические процессы (720)	147
Температура и давление (721)	148
Характер трещин и их заполнение (724)	150
Классификация гипотермальных месторождений (725)	151
Золото-кварцевые жилы (745)	—
Жилы Южных Аппалачей (745)	152
Кварцевые жилы Онтарио (747)	153
Докембрийские золотые жилы области Кордильеров (753)	158
Золото-кварцевые месторождения Сильвер-Пик в штате Невада (756)	161
Золото-кварцевые жилы юго-восточной Аляски (756)	—
Метасоматические процессы в жилах юго-восточной Аляски (758)	163
Золотоносные жилы Бразилии (761)	166
Золото-теллуридовые жилы Западной Австралии (763)	—
Золото-кварцевые жилы Южной Африки (768)	171
Золото-кварцевые жилы в Европе (769)	172
Золото-медные месторождения (773)	173
Глава VIII. Контактво-метаморфические месторождения (801)	174
Месторождения золота (815)	—
Золото-арсенопиритовый тип (816)	—
Теллуридовый тип (817)	175
Глава IX. Золото в пегматитах	176
Самородные металлы, сульфиды и арсениды (858)	—
Глава X. Концентрация в расплавленных магмах	177
Платина и палладий (869)	—
Добыча и применение (872)	179
Последние открытия металлов платиновой группы (872)	180
Платина в гортонолит-дуните (874)	182
Платина в хромитовых залежах (874)	—
Платина, связанная с сульфидами Ni, Co, Fe (875)	—
Платино-палладиевые месторождения в округе Ватерберг (876)	183
Глава XI. Окисление металлических руд	184
Золото (965)	—
Примеры окисления золотых месторождений (968)	186

ГЛАВА I

Введение (Introduction)

***Распределение золота и платины в земной коре.** Кларк и Вашингтон, приводя свою известную таблицу среднего элементарного состава изверженных пород в поясе земной коры толщиной в 10 миль (16 км), указывают также на примерное процентное содержание более редких металлов в этом поясе.

Для золота, платины и их природных спутников эти величины выражаются следующими цифрами:*

Ag, Se	от 10	до 90	мг/т *
Pt, Te, Au	» 1	» 9	»
Ir, Os, Ta	» 0,1	» 0,9	»
In, Ga, Pd, Rh, Ru, Ge	» 0,01	» 0,09	»

Берг в своей последней статье (*Zeitschrift prakt. Geol.* 1925, стр. 73—79) подвергает данные Кларка и Вашингтона некоторой критике. Он определяет содержание этих металлов в частях такими цифрами:

$$\begin{aligned} \text{Ag} &= 0,000\,004; \text{Au} = 0,000\,0001; \\ \text{Pt} &= n \times 10^{-11}; \text{Ir} = n \times 10^{-12}; \text{Pd} = n \times 10^{-13} \end{aligned}$$

Золото и серебро, по исследованию Дона¹, охотно распределяются в породах вблизи месторождений этих ценных металлов. Лютер и Вагонер², применяя метод цианирования, определили содержание золота во многих изверженных породах в количестве около 0,1 г/т и серебра в количестве от 0,1 до 5,0 г/т.

Хорошо известно, что морская вода содержит золото и серебро. Различные определения содержания дают для золота цифры от 5 до 65 мг/т морской воды; серебро присутствует в больших количествах, доходя до 1,9 г/т. Соли, выпаренные из морской воды, естественно, также содержат золото и серебро. Вагонер определил содержание золота в 457 мг/т и серебра в 54,4 г/т этих солей, а позднее отметил присутствие обоих металлов в заметных количествах в материале глубоководных драг для исследования морского дна. Последние исследования³ показывают, что содержание золота было переоценено и скорее равно около 1 мг/т.

¹ R. Don, The genesis of certain auriferous lodes. [*Trans. Am. Inst. Min. Eng.*], 27, 1898, p. 564.

² *Trans. Am. Inst. Min. Eng.*, 31, 1901, pp. 798—810; 38, 1907, p. 704.

³ F. Haber and J. Jacnicke, *Zeitschr. f. anorg. Chemie*, 147, 1925, pp. 156—170.

Известно много случаев нахождения видимого золота в горных породах. Известно видимое золото в пегматите, граните, смоляном камне (pitch stone¹) и порфирах различного вида. В Тасмании найдено золото в перидотитах.

Видимое золото наблюдается также в некоторых кристаллических сланцах² и конечно во многих обломочных породах.

Содержание в рудах. Хотя и невозможно дать точных данных о минимальном содержании металла, при котором добыча различных руд может быть выгодна, все же некоторые приблизительные указания могут быть полезны³. Местные условия, цена металла, характер руд и сонахождение металлов должны быть приняты во внимание.

Серебро. С поднятием цен на металл чистые серебряные руды снова привлекают внимание. Кварцевые руды должны содержать серебра не менее 15 oz⁴ на тонну (514 г/т). Обычно руды содержат серебро вместе со свинцом, медью и золотом или со всеми тремя. В сложных рудах на плавильных заводах редко извлекают серебро с содержанием меньше 2 oz на тонну (68 г/т) и золото с содержанием меньше 0,01oz на тонну (0,3 г/т). Золото и серебро извлекаются из свинцовых или медных слитков путем десильверизации цинком или электролитическим рафинированием.⁵ Стоимость этих процессов, естественно, предполагает наличие некоторого минимального содержания золота и серебра для рентабельного их извлечения. Многие заводы хотя и имеют в своих рудах золото и серебро в меньших количествах, но все же их получают как бипродукт путем очищения слитков от некоторых примесей, например мышьяка.

Золото. Золото может выгодно извлекаться из руд с содержанием менее \$ 1 на тонну⁵ (1,7 г/т), но обычно золотоносный кварц, например в Калифорнии, содержит около 5 долл. на тонну (8,3 г/т), а в Неваде, Колорадо и некоторых других штатах несколько больше. В большом масштабе золотые руды могут работать, как например рудник Традвелл в Аляске, с содержанием 2,5—3,0 долл. на тонну (4—5 г/т). Золотые россыпи при гидравлической разработке могут работать при содержании 4—5 центов на куб. ярд (79—98 мг/м³). Драгами в Калифорнии разрабатываются россыпи с содержанием от 8 до 15 центов на куб. ярд (от 157 до 295 мг/т); в Аляске соответственно выше, от 50 центов до 1 доллара на куб. ярд (от 984 до 1968 мг/м³). За последние годы минимальное рентабельное извлечение золота при дражных работах снижено до 4 центов на куб. ярд (79 мг/т).

Цена металла

Ниже приведены сравнительные цены мирового рынка на платину, золото и серебро за 1914, 1918 и 1927 гг.

¹ Вулканическое стекло, похожее на обсидиан. Прим. ред.

² J. E. Spry, «Eng. and Min. Jour.-Press», 76, 1903, pp. 500; A. Lacroix, Sur l'origine de l'or de Madagascar, Compte Rendu, 132, 1901, pp. 180—182.

³ J. F. Kemp, Problem of the metalliferous veins, «Econ. Geol.», 1, 1905, pp. 207—232.

⁴ oz — унция, равна 31,1 г. Ред.

⁵ \$ доллар, равен 1,94 рубл. Ред.

Таблица 1

	Март 1914 г.		Февраль 1918 г.		Май 1927 г.	
	\$ Унция	Грамм	\$ Унция	Грамм	\$ Унция	Грамм
Платина	44,00	2 р. 74 к.	106,00	6 р. 61 к.	86,00	5 р. 36 к.
Золото	20,67	1 р. 29 к.	20,67	1 р. 29 к.	20,67	1 р. 29 к.
Серебро	0,57	— 3,5 к.	0,87	— 5,4 к.	0,56	— 3,5 к.

Веса и меры

Ценные металлы в Англии и ее колониях измеряются тройскими унциями (trou ounces, или сокращенно tr. oz) и пенниуэйтми (pennyweight, или сокращенно dwt.) на длинную или короткую тонну¹. В Соединенных Штатах для пенниуэйтмов принимаются и десятые доли, а золото часто определяется в долларах (\$) и центах (с.); 1 доллар довольно близко соответствует 1 dwt. Серебро измеряется в очищенных тройских унциях, пенниуэйтмы всегда опускаются. Всегда применяются короткие тонны. Все другие нации практически определяют эти металлы в граммах на метрическую тонну, что более разумно. Для перевода и сравнения ниже помещены следующие данные, собранные Шервудом².

Переводные таблицы (см. табл. 2 и 3). 1 г принят равным 15,4320 гранов. Цена тройской унции чистого золота с достаточной точностью

Таблица 2

Объем и вес чистого золота и серебра

	1 см ³	Один куб. дюйм	Один куб. фут
Чистое серебро:			
Вес (г)	10,57	173,21	299307,00
Вес (тройские унции)	0,399825	5,5687	9622,72
Чистое золото:			
Вес (г)	19,3	316,269	546 513,0
Вес (тройские унции)	0,6205	10,1680	17 570,39
Цена (доллары)	12,8257	210,17	363 180,0
Цена (фунты стерл.)	2,647	43,214	74 674,0

принимается 20,67 долл. вместо 20,6718346³ долл., что даст ошибку менее 0,0001. Цена тройской унции чистого золота в английской монетной системе принята равной 4,25 фунта стерлингов (£), или 85 шиллингов (S), или 1020 пенсов (d). Это даст ошибку около 0,0005, истинная цена унции равна 1 019,45 пенса. Большая точность в практике беспо-

¹ Длинная английская тонна (long ton) = 1 016,6 кг; короткая американская тонна (short ton) = 907,2 кг; пенниуэйт = 1,5552 г; гран = 1,46 доли = 64,8 мг.

Фунт стерлингов = 20 шиллингам = 9,45 руб.; шиллинг = 12 пенсам; цент = 1,94 коп. Р е д.

² Conversion tables for assay valuations, «Mines and Minerals», January, 1909.

³ Монетное бюро и Геологический комитет САСШ применяют таблицы, построенные на базисе \$ 20,671834625323.

Переводная таблица содержания и ценностей
(Assay valuations)

Содержание	Одна часть в	%	На метрическую тонну				На длинную тонну=2,240 фунт.				На короткую тонну=2 000 фунт.	
			тройских унций	САСШ доллары (золото)	граммы	тройские унции	унций (oz)	двойных (dwt)	грамм (gr)	САСШ доллары (золото)	тройские унции	САСШ доллары (золото)
Один процент . . .	100	1	321,50	6 645,406	10,000	326,666	326	13	8	6 752,20	291,666	6 028,75
Один грамм на метрическую тонну .	1 000 000	0,0001	0,03215	0,6645	1	0,03266	—	—	15,68	0,675	0,029166	0,6029
Одна тройская унция на короткую тонну	29 166,66	$0,00342857 \frac{24}{= 7 000}$	1,1023	22,7845	34,2857	1,120	1	2	9,6	23,15	1	20,67
Одна тройская унция на длинную тонну	32 666,66	$0,0030612 \frac{3}{= 980}$	0,9842	20,3434	30,612	1	1	—	—	20,67	0,892857	18,458
Одна тройская унция на метрич. тонну	32 150	$0,0031104 \frac{2}{= 643}$	1	20,67	31,104	1,016	1	—	7,7	21,00	0,90720	18,752
Один золотой доллар на короткую тонну	602 875	0,00016587	0,0333285	1,1023	1,6587	0,054185	—	1	2	1,12	0,048379	1

лезна, и по этой причине пробы золотых слитков редко отмечаются с точностью 0,0005. При принятых ценах 1 доллар соответствует S 4,11224 и £ 1=4,86353 долл. *.

ГЛАВА II

Зональная теория (The zonal theory)

Зональная теория стремится определить некоторую закономерность в распределении металлов в рудных месторождениях в связи с давшим им начало интрузивным телом. Она устанавливает определенные зоны, концентрические телу интрузива как по вертикальному, так и по горизонтальному направлению. Зародившись на основании старых наблюдений в некоторых горных районах Европы, она независимо была развита в дальнейшем де-Лонэ¹, Джорджем Уоллером² и Сперром³. Сперр исследовал этот вопрос наиболее широко. Позднее Эммонс⁴ вложил много ценных идей в эту область; участие принимали также многие другие авторы.

Зональная теория учит, что восходящие горячие растворы, сильно минерализованные рудами, вступая в более холодные участки, отлагают минералы в порядке, обратном их растворимостям. Естественно, эта проблема не определяется только одним этим фактором. Во всяком случае опыт показывает, что например олово отлагается из растворов при высокой температуре и после него выделяется медь, далее цинк, свинец и серебро; наиболее удаленные от интрузии жилы заполнены преимущественно пустой жильной породой.

Сперр⁵ дает следующий ряд последовательного отложения металлов в породах среднего состава: Mo, W, Au, Cu. (Ag), Zn, Pb. (Ag).

Таблица Эммонса (табл. 4) приводит общее выражение зональной теории. Она показывает последовательность отложения руд не в одной какой-либо жиле, а в определенных системах жил, встречающихся по вертикали на глубину 10 000 футов (3 000 м) и более. В отдельных жильных системах некоторые зоны могут совершенно отсутствовать.

Во многих жилах может присутствовать только одна из верхних зон (2, 3 или 4). Очень немногие из этих жил развиваются ниже зоны 5-й (пустой). Почти все жилы ниже пятой зоны наблюдаются во многих местах с взаимными переходами⁶.

¹ Les variations de filons metallifères en profondeur, «Rev. Gen. de Sciences», 11, 1900, pp. 576—580.

² Report on the Zeehan silver-lead mining field, «Bull. Tasmania Geol. Survey», 1904, p. 24.

³ The ore magmas, 2, 1923, p. 611; A theory of ore deposition, «Econ. Geol.», 2, 1907, pp. 781—785.

⁴ Primary downward changes in ore deposits, «Trans., Am. Inst. Min. Met. Eng.», 70, 1924, pp. 964—992; Relations of metalliferous lode systems to igneous intrusions, idem, 74, 1926, pp. 29—70. Заключает полный перечень горных округов, где установлена зональная теория.

⁵ The ore magmas, 2, 1923, pp. 588, 611, 703.

W. H. E m m o n s, op. cit., 70, p. 983.

Реконструированная система жил от поверхности до кровли батолита (по Эммонсу)

Поверхность	
1-я зона. Пустая	Халцедон, кварц, барит, флюорит и пр. Некоторые жилы содержат немного ртути, сурьмы или мышьяка.
2-я зона. Ртуть	Ртутные жилы обычно с халцедоном, марказитом и пр. Барито-флюорит. жилы.
3-я зона. Сурьма	Сурьмяные руды — стибнит, часто переходящий ниже в свинец с антимонидами. Многие жилы содержат золото.
4-я зона. Золото и серебро	Бопанца-руды ценных металлов. Аргентит, сурьмяные и мышьяковые минералы обычны. Серебряные минералы, немного сульфидов меди, свинца и цинка, кварц, кальцит, родохрозит, адуляр, алуинит и пр.
5-я зона. Пустая	Почти совершенно перудную зону представляют корни многих третичных жил ценных металлов. Кварц, карбонаты с пиритом и небольшими количествами других сульфидов.
6-я зона. Серебро	Аргентитовые жилы, сложенные сульф-антимонидами серебра, стибнит и пр. Галенитовые серебристые жилы. Серебро с глубиной обычно уменьшается. Жильная масса — кварц, обычен сидерит, с глубиной часто увеличивается.
7-я зона. Свинец	Галенитовые жилы, обычно с некоторым содержанием серебра. Вообще присутствует сфалерит, увеличивающийся с глубиной. Обычен халькопирит. Жильная масса — кварц и часто карбонаты (Fe, Mn, Ca).
8-я зона. Цинк	Сфалеритовые жилы с примесью свинца и халькопирита. Жильная масса — кварц.
9-я зона. Медь	Жилы тетраэдрита, обычно с аргентитом. Присутствует халькопирит. Некоторые жилы по падению переходят в халькопиритовые. Энаргитовые жилы обычно с тетраэдритом и теннантитом.
10-я зона. Медь	Жилы халькопирита с пиритом и часто с пирротинном. Жильная масса — кварц и местами карбонаты. По падению некоторые жилы переходят в пирит и пирротин, уменьшая содержание халькопирита. Вообще с держат золото и серебро.
11-я зона. Золото	Золотоносные жилы с кварцем, пиритом и обычно арсенопиритом и халькопиритом. Местами зоны 10-я и 11-я переставлены.
12-я зона. Висмут	Висмутинит и самородный висмут с кварцем и пиритом и пр.
13-я зона. Мышьяк	Арсенопирит с халькопиритом и часто с рудами вольфрама.
14-я зона. Вольфрам	Вольфрамовые жилы с кварцем, пиритом, халькопиритом, пирротинном и пр. Арсенопирит обычно присутствует.
15-я зона. Олово	Касситеритовые жилы с кварцем, турмалином, топазом и пр.
16-я зона. Пустая	Кварц с небольшими количествами других минералов.