

Г.В. Секисов

# СИСТЕМНЫЙ КОМПЛЕКС ГОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Дана краткая авторская трактовка терминологической категории «технология». Представлены состав и структура системного комплекса горных технологий освоения месторождений твердых полезных ископаемых. Объемное раскрытие содержания системного комплекса осуществлено на основе системы предметных признаков (аспектов), отражающих особенности горных технологий, в частности — их назначение, категории полезных ископаемых, происхождение месторождений как объектов технологий, их собственно геологические, геофизические, геохимические, горно-технические и некоторые другие существенные особенности. Приведена иерархическая система горных технологий, включая технологии освоения месторождений твердых полезных ископаемых, технологии их разработки, технологий постадийных горных работ и вплоть до горных технологий сохранения минеральных образований и объектов. Исходный состав целого ряда горных технологий представлен значительным числом кратких схем, что в значительной мере способствовало целостному сокращению их текстового описания и в то же время — достижению наглядности.

Ключевые слова: системный комплекс горных технологий, признаки систематизации, горные технологии, категории горных технологий, иерархическая система горных технологий, инновационные горные технологии, месторождения твердых полезных ископаемых, горные работы.

DOI: 10.25018/0236-1493-2017-7-0-174-183

Технологии освоения месторождений полезных ископаемых и горные технологии в целом являются одним из важнейших составляющих минералопользования и недропользования. Занимая ныне центральное положение, они во многом предопределяют их рациональность и уровень эффективности, экологичности и безопасности.

Следует отметить, что, как научно-производственная категория, «технология освоения месторождений полезных ископаемых» не в общем, а в более конкретном смысле была определена и раскрыта с определенным участием автора. В частности представление о ней и ее состав были изложены на научном симпозиуме

«Неделя горняка-2017». Кроме того, они опубликованы в ряде его научных работ: классическое определение технологии как общей терминологической категории дано в [1].

До последнего времени наиболее распространенной в употреблении среды ученых горняков и специалистов была категория «технология разработки месторождений полезных ископаемых», которая будет использоваться и в дальнейшем, но в своем определенном, конкретном содержании, а не выходить далеко за ее пределы. Она также должна рассматриваться как одна из важнейших составляющих технологий месторождений.

Ныне термин «технология» стал употребляться в весьма широком смысловом значении, т.е. объединения собственно технологию, как своего рода метод осуществления каких либо работ, какой либо деятельности, так технические средства в совокупности [2, 3]. Ранее под этим обычно понимался способ производства каких либо работ, и в частности, — способ производства горных работ. В связи с этим, исходя из современного понимания понятийно-терминологической категории «технология», как своего рода способа того или иного типа работ, автором употребляется категория «собственно технология», под которой понимается совокупность методов осуществления горных и других работ.

Данное понимание смыслового содержания этой понятийно-терминологической категории распространяется, естественно, и на области горных наук, горнопромышленных, горно-металлургических, горно-химических и других минеральных производств (производств минеральной продукции) [4].

В общем случае всю совокупность технологий, в определенной мере связанных с подготовкой и производством той или иной минеральной продукции, предлагается охватывать понятийно-терминологической категорией, именуемой как «горные технологии». Это является центральной составляющей в общей категории «геотехнология», которая получила широкое отражение в ряде работ К.Н. Трубецкого и его коллег [6].



Рис. 1. Исходный состав иерархической системы «Горные технологии», выделяемый по производственному назначению

Таблица 1

**Признаки группировки и категории горных технологий**

№ п/п	Признаки	Категории горных технологий
I	Уровень новизны технологий	1. Горные технологии наивысшего уровня новизны, созданные на основе научного открытия, либо весьма высоких идей. Это наивысшие технологии
		2. Высокого уровня новизны горные технологии, созданные и создаваемые на базе новых способов их применения.
		3. Новые горные технологии — это технологии среднего уровня новизны, но существенно отличаются от традиционных.
		4. Модернизированные и усовершенствованные традиционные горные технологии (рис. 2)
II	Способ осуществления горных работ	1. Открытые горные технологии
		2. Подземные горные технологии
		3. Скважинные горные технологии
		4. Строительные горные технологии
		5. Комбинированные горные технологии
III	Производственные стадии	1. Горные технологии геологоразведочных работ
		2. Горные технологии освоения месторождений
		3. Горные технологии разработки месторождений
		4. Горные технологии технологических процессов
		5. Горные технологии эксплуатационной минеральной подготовки (рудоподготовки, углеминеральной, россыпеминеральной и т.д.)
		6. Технологии первичной переработки минерального сырья
		7. Строительные горные технологии
IV	Назначение горных технологий	1-п. Иерархическая система горных технологий назначения (представлена схемой на рис. 1)
V	Вещественный тип минеральных объектов, технологий	1. Технологии освоения и разработки рудных месторождений (табл. 2.)
		2. То же, месторождений твердых горючих полезных ископаемых (угольных, сланцевых, торфа)
		3. То же, месторождений нерудных полезных ископаемых
		4. То же, россыпных месторождений
		5. То же, месторождений строительных горных пород
VI	Степень непрерывности функционирования	1—5. Категории горных технологий представлены схемой на рис. 4
VII	Природная среда	1. Горные технологии континентальной суши (рис. 5)
		2. Горные технологии континентальной гидросреды
		3. Экваториальные горные технологии (морские, океанические, прибрежные), рис. 5
VIII	Способ воздействия на природную среду	1. Физические горные технологии (включая механические)
		2. Химические
		3. Химико-физические, или взрывные
		4. Биологические
		5. Комбинированные горные технологии

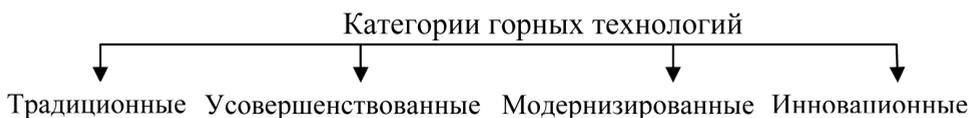


Рис. 2. Исходные категории горных технологий выделяемые по уровню их совершенства

Употребляя, как своего рода, общую научно-производительную и понятийно-терминологическую категорию «горные технологии», на ее составе нами определена исходная иерархическая система соподчиненных технологических категорий. Эта система схематически представлена на рис. 1.

В свою очередь, предварительное установление рациональной технологии разработки месторождения производится из числа основных ее типов и их сочетаний, выделяемых в системной комплексе аспектов (признаков).

В частности, на рис. 2 схематически представлены основные категории открытых горных технологий, выделяемых в аспекте непрерывности производства горных работ.

С позиций общего системного комплекса признаков категории горных технологий представляем в табл. 1.

При этом под традиционными горными технологиями понимаются технологии, созданные несколько лет назад и применение которых продолжается в настоящее время.

Исходная типизация технологий освоения месторождений твердых полезных ископаемых представлена ниже (табл. 2) общей классификации (в соответствии с табл. 1). При этом в основу выделения в ней групп было положено

подразделение геотехнологий, изложенное в обстоятельной научной работе, подготовленной группой ученых-горняков под руководством К.Н. Трубецкого [6].

Общие типы горных технологий, выделяемые автором в аспекте фактора времени таковы:

1. Горные технологии текущего времени (современный этап, 2016—2020 гг.) — используемые и проектируемые технологии, главным образом, — традиционные и частично инновационные.

2. Ближайшего будущего горные технологии (этап 20—30-х гг.) — планируемые, проектируемые и, в определенной мере, — создаваемые инновационные горные технологии.

3. Горные технологии будущего времени (период 40—50-х гг.) прогнозируемые, планируемые, проектируемые и создаваемые горные технологии.

4. Горные технологии отдаленного будущего времени (после 50-х гг.) — прогнозируемые горные технологии.

5. Предполагаемые горные технологии дальнего будущего.

В аспекте общего уровня новизны горных технологий их основные категории могут быть представлены иерархически следующими уровнями:

1. Традиционные горные технологии, в том числе и открытые горные техноло-



Рис. 3. Общий состав производственного горно-технологического пространства (в основных аспектах)

гии (главным образом, применяемые в настоящее время).

II. Усовершенствованные горные технологии.

III. Модернизированные горные технологии, под которыми понимается не простое усовершенствование, а комплексное существенное усовершенствование.

IV. Новые горные технологии — это недавно созданные создаваемые инно-

вационные горные технологии среднего уровня.

V. Прогнозирование инновационных технологий.

VI. Новейшие горные технологии — это инновационные технологии более высоких уровней эффективности.

VII. Предполагаемые инновационные технологии.

Поскольку признак производственно-технологического пространства неодно-

Таблица 2

**Исходная классификация технологий освоения месторождений твердых полезных ископаемых**

Группа		Класс		Тип	
индекс	наименование	индекс	наименование	индекс	наименование
1	2	3	4	5	6
I-I	Физико-технические технологии освоения	A	Технологии освоения с открытым способом добычи полезных ископаемых (ПИ)	I	Технологии освоения с гравитационным способом первичной переработки минерального сырья (МС)
				II	Технологии освоения с магнито-сепарационным обогащением МС
		B	Комбинированные технологии освоения месторождений	III	Технологии освоения с электро-сепарационным обогащением МС
				IV	Технологии освоения с обогащением МС в тяжелых суспензиях
				V	Технологии освоения с комбинированными физическими способами обогащения МС
		Г	Подводные технологии освоения континентальных месторождений	I	Технологии освоения с земснарядной добычей ПИ
				II	Технологии освоения с дражным способом добычи ПИ
		Д	Технологии освоения прибрежно-морских месторождений твердых ПИ	I	Технологии освоения с валовой выемкой ПИ и обогащением их на берегу
				II	Технологии освоения с придонным обогащением
				III	Технологии освоения с обогащением МС на борту судна или на драге
		E	Технология освоения морских месторождений твердых ПИ	I	Технологии освоения с придонным обогащением ПИ
				II	Технологии освоения с обогащением МС на судне
				III	Технологии освоения с обогащением МС на берегу

II-II	Физико-химические технологии освоения	А	Технологии освоения с использованием химических методов добычи ПИ	I	Технологии освоения с подземным растворением ПИ
				II	Технологии освоения с подземным выщелачиванием растворами: а) кислотой; б) щелочей; в) солей; г) других реагентов
				III	Технологии освоения с подземной термохимической переработкой ПИ
		Б	Технологии освоения с использованием физических методов добычи ПИ	I	Технологии освоения с подземной выплавкой ПИ
				II	Технологии освоения с подземной возгонкой
				III	Технологии освоения с разрушением рыхлых пород струей воды
				IV	Технологии освоения с превращением п.и. в плавучее состояние вибрацией
				V	Технологии освоения с превращением п.и. в плавучее состояние другими физическими способами
		В	Технологий освоения с использованием комбинированных методов добычи	I-N	Технологии освоения, основанные на совместном использовании химических и физических методов добычи ПИ
III-III	Комбинированные технологии освоения месторождений	А	Физико-химические технологии освоения	I-N	Технологии освоения с различными сочетаниями физико-технических методов геологоразведочных и горных работ и химических методов обогащения МС
		В	Физико-химико-биологические технологии освоения	I-N	Технологии освоения с определенными сочетаниями физико-химических и биологических методов добычи и переработки МС
		Г	Физико-техно-биологические технологии освоения	I-N	Технологии освоения с определенными сочетаниями физико-механических методов геологоразведочных работ, добычи и биологических методов переработки МС

значен, нами выделяются лишь его некоторые типы, схематически представленные на рис. 3.

Общий состав горных технологий разработки месторождений, выделяемых с дополнением их автором, в аспекте не-

прерывности процессов и операций, представлен схемой на рис. 4, а технологий освоения в двух смежных аспектах — на рис. 5.

Относительно большим разнообразием категорий характеризуются и горные



Рис. 4. Группы технологий открытой разработки месторождений полезных ископаемых, выделяемые по степени непрерывности производства горных работ



Рис. 5. Группы и классы геотехнологий освоения месторождений твердых полезных ископаемых выделенных в аспектах природной среды и способов воздействия на нее (в развитии группировки в [6])

технологии по способу воздействия на минеральную среду, рис. 6.

Характерным и основным химико-физическим способом технологической подготовки прочных горных пород является взрывной. В целом же буро-взрывной способ, строго говоря, является, своего рода смежно-комбинированным, поскольку бурение скважин при этом осу-

ществляется, главным образом, техническими средствами, а взрывание — химическими, т.е. с помощью взрывчатых веществ (и вспомогательных технических средств).

Категории горных технологий и способов осуществления различных горных работ схематически представлены на рис. 7, способов добычи — на рис. 8,

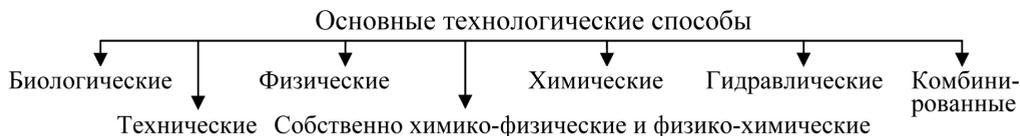


Рис. 6 Общие категории технологических способов (в развитии [6])



Рис. 7. Категории горных технологий основных способов (и природной среды) осуществления горных работ

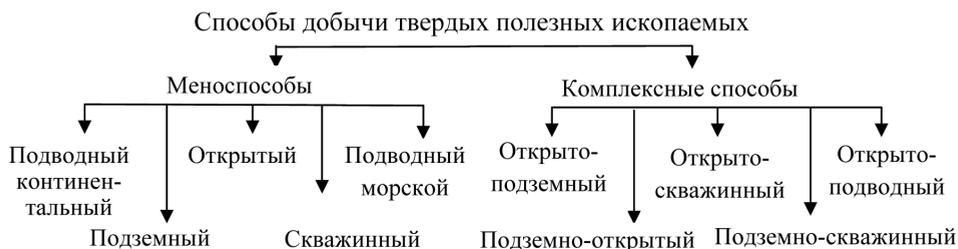


Рис. 8. Категории способов добычи полезных ископаемых, выделяемых в аспекте комплексности их состава

а в аспекте стадийных горных работ — на рис. 9, климатических зон и их применение — на рис. 10.

Весьма разнообразны горные технологии горных работ, выполняемые при освоении рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых (рис. 9.)

Субтропические горные технологии — это горные технологии, предназначенные для использования в различных территориальных зонах субтропического пояса региона. Часть субтропического пояса Дальневосточного региона территориально весьма ограничена и представлена частью территории Приморского субрегиона.

К горным технологиям умеренного пояса следует отнести создаваемые технологии для использования в климатических зонах наиболее обжитых территориальных районов региона — включая, прежде всего, Приамурье.

Субтропические горные технологии — это горные технологии для использования в климатических зонах субарктического пояса региона.

Арктические горные технологии следует создавать и рационально использовать в соответствующих территориальных зонах арктического пояса в пределах Дальневосточного региона.

В развитии системы категорий геотехнологий, выделяемых К.Н. Трубецким



Рис. 9. Категории горных технологий стадий освоения — постадийных горных работ, выполняемых при освоении рудных, нерудных и россыпных месторождений

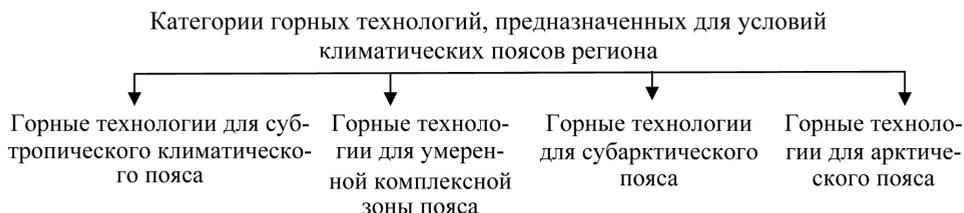


Рис. 10. Категории горных технологий, выделяемые в аспекте климатических зон Дальневосточного региона России

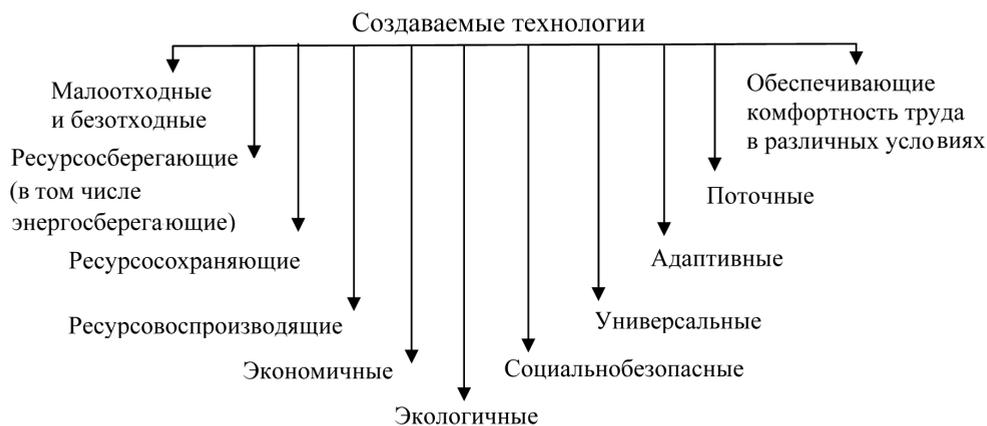


Рис. 11. Высокоэффективные технологии освоения месторождений твердых полезных ископаемых в аспекте основной критериальности

[3], на рис. 11, представлена подсистема создаваемых геотехнологий в аспекте основных критериев.

### Заключение

Впервые представлен системный комплекс горных технологий, который объемно отражает их структурированный состав.

Построение системного комплекса осуществлено с предметно-последовательным использованием системы отличительных признаков, в частности, — назначение технологий, особенности их минеральных объектов, пространственно-временные и ряд других условий их

применения, включая, прежде всего, общегеологические, физико-географические, экономические и др.

При этом в аспекте общего назначения установлен иерархический состав категорий горных технологий: в диапазоне — от технологий освоения месторождений твердых полезных ископаемых (в целом) до технологий операций, сохранения минеральных объектов и восстановления окружающей среды. Данные разработки могут быть предметно использованы при планировании и создании новых, а также при модернизации традиционных горных технологий.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большая Советская Энциклопедия. 3-е изд. Т. 42. — М.: Изд-во «БЭС», 1970. — С. 400.
2. Горная энциклопедия. Т. 5. — М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1991. — С. 148.
3. Трубецкой К. Н. Развитие ресурсосберегающих и ресурсовоспроизводящих технологий комплексного освоения месторождений полезных ископаемых / Под ред. К. Н. Трубецкого. — М.: ИПКОН РАН; Медиа Мир, 2014. — 196 с.
4. Секисов Г. В., Романов В. Г., Зыков Н. В. Минеральные производства, продукция и их отходы. — Чита, Хабаровск: Изд-во ЧитГУ, 2014. — 225 с.
5. Воробьев А. Е., Чекушина Т. В. Инновационный менеджмент недропользования. — М.: РУДН, 2008. — С. 22–28.
6. Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли. — М.: Изд-во Академии горных наук, 1997. — С. 284–338.
7. Секисов Г. В., Зыков Н. В. Освоение минеральных объектов и методология оценки. — М.: Изд-во «Горная книга», 2012. — 432 с.
8. Секисов Г. В., Викторов С. В., Резник Ю. Н., Рашкин А. В. / Записки Горного института. Т. 171. Физические проблемы разрушения горных пород. — СПб., 2007. — С. 134–139.
9. Большая Российская Энциклопедия. Географические пояса. Т. 6. — М.: Научное изд-во «БРЭ». — С. 583. **ГИАН**

## КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Секисов Геннадий Валентинович — доктор технических наук, профессор, чл.-корр. НАН КР, главный научный сотрудник, e-mail: alexsoboll@mail.ru, Институт горного дела Дальневосточного отделения РАН.

---

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2017. No. 7, pp. 174–183.

UDC 622.271.6

G.V. Sekisov

## SYSTEM COMPLEX MINING TECHNOLOGIES

The brief and the author's interpretation of the terminological category of «technology.» The composition and structure of the complex system of mining technologies of development of deposits of solid minerals. The disclosure of the content system of the system implemented on the basis of subject characteristics (aspects), reflect the characteristics of mining technologies; in particular a category is useful fossils, the origin of the fields, as objects of technologies, and their actual geological, geophysical, geochemical, mining engineering and some other essential features. Given neruhomisty system of mining technologies, including technologies of development of deposits of mineral resources, technology development, technology stepwise solid mining and mining works and mining technologies for the conservation of mineral formations and objects. The original composition of a number of mining technologies a considerable number of short circuits, which greatly contributed to the aimed reduction of their technological descriptions and at the same time to achieve clarity.

Key words: complex System of mining technologies, the characteristics of systematization of mining technology, the categories of mining technologies, hierarchical system of mining technologies, innovative mining technology field mining and minerals, mining.

---

DOI: 10.25018/0236-1493-2017-7-0-174-183

## AUTHOR

Sekisov G.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher, Corresponding Member of National Academy of Sciences of Kyrgyz Republic, Institute of Mining of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, 680000, Khabarovsk, Russia, e-mail: alexsoboll@mail.ru.

## REFERENCES

1. *Bol'shaya sovetskaya entsiklopediya*. 3-e izd. T. 42 (Great soviet encyclopedia. 3rd edition, vol. 42), Moscow, Izd-vo «BES», 1970, pp. 400.
2. *Gornaya entsiklopediya*. T. 5 (Mining encyclopedia, vol. 5), Moscow, Izd-vo «Sovetskaya entsiklopediya», 1991, pp. 148.
3. Trubetskoy K. N. *Razvitie resursoberegayushchikh i resursovosproizvodyashchikh tekhnologiy kompleksnogo osvoeniya mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh* (Development of resource-saving and resources reproducing technologies of complex development of mineral deposits), Moscow, IP-KON RAN; Media Mir, 2014, 196 p.
4. Sekisov G.V., Romanov V.G., Zykov N.V. *Mineral'nye proizvodstva, produktsiya i ikh otkhody* (Mineral production, products and their waste), Chita, Khabarovsk, Izd-vo ChitGU, 2014, 225 p.
5. Vorob'ev A.E., Chekushina T.V. *Innovatsionnyy menedzhment nedropol'zovaniya* (Innovative managemt mining), Moscow, RUDN, 2008, pp. 22–28.
6. *Gornye nauki. Osvoenie i sokhranenie nedr Zemli* (Mining science. Development and conservation of the bowels of the Earth), Moscow, Izd-vo Akademii gornykh nauk, 1997, pp. 284–338.
7. Sekisov G.V., Zykov N.V. *Osvoenie mineral'nykh ob'ektov i metodologiya otsenki* (Development of mineral objects and evaluation methodology), Moscow, Izd-vo «Gornaya kniga», 2012, 432 p.
8. Sekisov G.V., Viktorov S.V., Reznik Yu. N., Rashkin A.V. *Zapiski Gornogo instituta*, vol. 171. Physical problems of rock failure, Saint-Petersburg, 2007, pp. 134–139.
9. *Bol'shaya Rossiyskaya Entsiklopediya. Geograficheskie poyasa*. T. 6 (Great Russian Encyclopedia. Geographical belts, vol. 6), Moscow, Nauchnoe izd-vo «BRE», pp. 583.