Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXVII, вып. 1, 1975 г.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Академик *Н. В. Мельников*
(Институт физики Земли АН СССР)

Информация, накапливаемая при прогнозировании научно-технического прогресса горнодобывающей промышленности, непосредственно влияет на современное оперативное управление горным производством.

Располагая научным прогнозом по возможным вариантам развития промышленности, можно своевременно планировать прогрессивное направление развития техники и экономики.

В современных условиях прогнозирование является одним из главных научных элементов управления. В Советском Союзе и во многих странах накоплен большой опыт по прогнозированию и развитию прогностики — научной дисциплины, разрабатывающей теоретические основы и методы прогнозирования.

Задачи прогнозирования заключаются в том, чтобы выявить долгосрочные (устойчивые) тенденции, влияющие на развитие промышленности и горных регионов, определить масштабы тех или иных мероприятий и их изменение во времени; оценить перспективные направления развития техники; определить прогрессивные научные направления и задачи исследований.

Прогноз развития горной промышленности на 20—30 лет должен ответить на вопросы о масштабах будущей добычи полезных ископаемых, размерах развития того или иного региона, преобладающем способе разработки месторождений (открытый или подземный), предпочтительной годовой производительности горных предприятий, видах горной техники, возможных экономических показателях и т. д.

В прогнозах выявляется вероятностная картина ожидаемых событий и сопоставляются альтернативы. В жизни всегда побеждает прогрессивное, наиболее экономичное направление развития, но его можно приблизить, если при прогнозировании сопоставление альтернатив выявит его однозначно. Выявленное в прогнозе направление можно затем планировать. Следовательно, прогнозирование является базой для планирования. Отсюда вытекает важное требование к прогнозированию — оно должно обладать достаточной достоверностью, которой можно достичь при правильном методе прогнозирования и надежной исходной информации.

В настоящее время известно большое число методов, применяемых в прогнозировании: экстраполяция, моделирование, аналогии, экспертные оценки и др.

Модным методом, особенно в области прогнозирования научно-технического прогресса, в ряде стран служит так называемое анкетирование, при котором соответствующим образом обрабатываются мнения специалистов. Очевидно, что этим интуитивным методом можно выяснить тот или иной текущий вопрос, но он не может приниматься всерьез при долгосрочном научно-техническом или экономическом прогнозировании.

В Советском Союзе имеются благоприятные условия для прогнозирования: прогнозы опираются на планомерное систематическое развитие материально-технической базы общества при оптимальном использовании природных и трудовых ресурсов страны и реализации достижений фундаментальных и прикладных наук.

Советские прогнозисты уверены в том, что если в прогнозах будет выявлен момент, когда должен быть создан тот или иной выгодный поворот в развитии техники, отрасли, региона или экономики, он будет сделан. Именно это обстоятельство позволяет в СССР увеличить «глубину» прогноза по времени и сузить разброс вариантов, т. е. повысить достоверность прогнозирования.

В нашей практике сложился комплексный подход к прогнозированию, при котором широко используются учет аналогий и прогрессивных тенденций, экстраполяция, моделирование, расчеты вариантов (с использованием ЭВМ) и т. д. Главной его особенностью является сходство с инженерными методами. Любой инженерный метод обеспечивает выполнение задания (например, строительство сооружений, создание технологии и др.) на базе научного подхода и самым экономичным способом, в расчет принимаются обоснованные запасы прочности и резервы. Так и комплексный метод прогноза развития горнодобывающей промышленности, горного региона или горной техники должен быть по-инженерному надежен.

Таким образом, при прогнозировании осуществляют «перебор» различных альтернатив, прогноз же основывается на наиболее выгодных и надежных решениях.

Некоторые специалисты считают, что чем больше «глубина» прогноза во времени, тем приблизительнее, т. е. в широкой «вилке» должен определяться тот или иной показатель. Это необоснованное соображение, нарушающее комплексный подход к прогнозированию. На приблизительности настаивают, исходя из опыта капиталистической экономики, и не учитывают известное в инженерных и экономических науках положение о том, что когда находятся оптимальные величины, то они, как правило, характеризуют зону более или менее одинаково оптимальных величин, а не точку. Например, при определении годовой производительности шахты существует зона ее плавного изменения, в которой экономические показатели примерно одинаково оптимальны. Следовательно, можно наперед знать возможности отклонений.

Глубина прогноза по времени, конечно, зависит от надежности исходной информации, в частности, оценки геологических запасов полезных ископаемых, ожидаемых результатов в науке и технике, потребности в минеральном сырье, возможности его замены и т. д.

В условиях СССР прогнозирование на 20—30 лет, т. е. до 2000 г., безусловно возможно.

В самом деле, природные ресурсы (минерально-сырьевые, земельные, водные, лесные), благодаря планомерному изучению, известны в СССР с достаточной точностью. Можно ожидать крупных геологических открытий, которые внесут важные коррективы, однако и существующая минерально-сырьевая база обеспечивает СССР на длительный срок. От разведки месторождений до их эксплуатации проходят многие

годы (10—15 лет и более). Поэтому прочной основой для прогнозирования служат разведанные природные ресурсы.

Циклы создания новой техники и смены старой сокращаются; однако научные и конструктивные работы требуют длительного времени для их претворения в жизнь, особенно если это связано с организацией новых производств. Цикл смены горного оборудования может быть оценен в 10—15 лет. То, что находится сейчас в патентах, может получить массовое распространение через 5—15 лет. Наконец, крупные организационные меры, связанные с освоением горных регионов, рассчитываются на длительный срок, целесообразный же масштаб их развития выявляется только прогнозированием.

Вот почему прогнозирование на длительный срок с достаточной достоверностью не только возможно, но и необходимо, если мы хотим влиять на ускорение технического прогресса в горном деле.

Поскольку прогнозирование технического прогресса и развития горнодобывающей промышленности строит свои выводы на технико-экономических сравнениях, весьма важно иметь для этого универсальные показатели. Безусловно, наиболее убедительным является сравнение физических показателей: производительности труда, расхода электроэнергии и материалов на 1 *т* добычи и т. д. Однако таких показателей недостаточно, и они не всегда выявляются. Нужны экономические показатели.

Себестоимость продукции (добычи 1 *т* полезного ископаемого) отражает текущие издержки производства и, с учетом амортизационных расходов, в известной степени — капиталовложений, но только в известной степени. Всегда важно знать удельные капитальные вложения на 1 *т* годовой добычи полезного ископаемого.

Совокупным показателем для сравнения вариантов являются так называемые приведенные затраты. Если это возможно, то расчеты вариантов должны учитывать будущее изменение цен на оборудование и материалы. Необходимо также учитывать фактор времени.

Экономические расчеты при прогнозировании выявляют оптимальный вариант, поэтому важно, чтобы исходная информация по вариантам была более или менее одинаково достоверной.

Прогнозы обычно составляют в двух или трех вариантах — нормальный, пониженный, повышенный с разницей между ними ±10—15% (считая от нормального).

Следует еще заметить, что составление прогнозов требует привлечения комплекса организаций (проектных, научных, конструкторских) или специалистов различного профиля, в распоряжении которых находится исходная информация и счетно-решающая техника.

В Советском Союзе прогнозирование осуществляется в широком масштабе. Цель его — увидеть возможное развитие экономики, отраслей промышленности, науки и техники.

Могут быть отмечены уже составленные прогнозы использования топливно-энергетических ресурсов и топливно-энергетического баланса на 1980 и 2000 гг., развития транспортной системы, водного хозяйства и гидроэнергетики, а также прогнозы по таким проблемным вопросам науки, как создание новых материалов, перспективы химизации, возможности, открываемые биологией, и др.

Прогноз использования топливно-энергетических ресурсов и топливно-энергетического баланса позволяет ответить на вопрос о будущем угольной, нефтедобывающей и газовой промышленности. С этой точки зрения представляют интерес следующие вопросы.

1. Оценка мировых запасов топливно-энергетических ресурсов (табл. 1).

Таблица 1

Мировые запасы топливно-энергетических ресурсов

Виды ресурсов	Геологические запасы, млрд. т		Процент по условному топливу
	в натуральном учете	в условном топливе	
Уголь	16000 * / 4000	11210 / 2880	90,44 / 82,66
Нефть сырая	520 / 260	743 / 372	6,00 / 10,68
Природный газ	$180 \cdot 10^{12}$ ** / $140 \cdot 10^{12}$	229 / 178	1,85 / 5,11
Торф	261 / 70	98 / 26	0,79 / 0,75
Горючие сланцы	356 / 90	114 / 28	0,92 / 0,80
Всего	—	12394	100,00

С учетом атомной энергетики, при освоении реакторов на быстрых нейтронах мировые извлекаемые запасы топлива могут быть удвоены за счет радиоактивных веществ, т. е. составлять примерно 7 трлн. *т* условного топлива, что при современном мировом расходе ресурсов определяет обеспеченность примерно в 1000 лет. Но если взять мировую потребность в топливно-энергетических ресурсах на уровне 2000 г. в 20—25 млрд. *т* условного топлива (на чем сходятся мнения многих специалистов), то обеспеченность снижается до 250—300 лет.

По мнению автора, для мировой топливной промышленности и энергетики характерно следующее:

каменный и бурый угли являются наиболее распространенными видами топлива, обеспечивающими надежное развитие энергетики;

ограниченность запасов нефти может привести к тому, что через 20—30 лет расходование этого ценного сырья в качестве топлива будет сокращаться и оно будет использоваться в основном в транспортной энергетике и химии;

природный газ вскоре, видимо, будет признано целесообразным использовать в основном для химии, технологической и бытовой энергетики;

в связи с возможными научными и техническими достижениями, радиоактивные вещества станут, вероятно, играть существенную роль в обеспечении энергетики.

Можно предвидеть, что во многих странах в предстоящие годы произойдет стабилизация, а затем — развитие угольной промышленности, будут предприняты широкие поиски и разведка горючих сланцев и организация на их базе производства жидкого горючего.

2. Обеспеченность Советского Союза топливно-энергетическими ресурсами (табл. 2).

Удельный вес СССР в мировых извлекаемых запасах ископаемых топливно-энергетических ресурсов составляет более половины, из-

* В числителе — прогнозные, в знаменателе — условно доступные для извлечения запасы.

** Дано в кубических метрах,

Таблица 2

Природные запасы ископаемых топливно-энергетических ресурсов СССР

Виды ресурсов	Геологические запасы, млрд. *т*		Процент по условному топливу
	в натуральном учете	в условном топливе	
Уголь	8669 * / 2200	6172 / 1617	93,5 / 88,5
Природный газ	$60 \cdot 10^{12}$ ** / $48 \cdot 10^{12}$	69 / 58	1,1 / 3,2
Торф	158 / 40	60 / 15	0,9 / 0,8
Сланцы	156 / 39	50 / 13	0,7 / 0,7
Прочие горючие ископаемые	—	250 / 125	3,8 / 6,8
Всего		6601 / 1828	100 / 100

меняясь по отдельным видам: по углю 57,7, природному газу 32,6, торфу 60,0, горючим сланцам 46,4%.

Запасы минерального топлива в СССР позволяют эффективно осуществлять курс преимущественного развития добычи нефти, природного газа и угля, доступного для открытого способа разработки.

3. Изменение топливно-энергетического баланса в целях достижения наибольшей экономии средств при организации добычи природных топливно-энергетических ресурсов и получения наибольшего потребительского эффекта. Уже сейчас общее количество потребляемых топливно-энергетических ресурсов составляет 1,43 *млрд. т условного топлива* (1970 г.), а в будущем увеличится в несколько раз.

Структура баланса добычи первичных топливно-энергетических ресурсов изменится следующим образом, %:

Год	1958	1965	1968	1980	1990	2000
Уголь	58,8	42,6	38,0	25,0	23—21	21—18
Нефть	26,3	36,4	39,2	38,0	31,0	26,0
Природный газ	5,5	15,5	17,9	27,0	30—32	31—35
Прочие виды топлива	9,4	5,2	3,6	7,0	5,0	4,0
Атомная энергия	—	—	0,3	2,0	10,0	16,0
Гидроэнергия	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Для такого изменения баланса будут развиты новые горнопромышленные районы, в которых будет развиваться добыча: нефти и природного газа в Западной Сибири, нефти на п-ове Мангышлак, природного газа в Оренбургской области и районах Средней Азии, угля (особенно открытым способом) в Кузнецком и Канско-Ачинском бассейнах, на Экибастузском, Майкубенском и других месторождениях.

Так как новые топливные базы располагаются в восточных районах страны, то это приведет к увеличению потоков нефти, газа и угля в Европейскую часть и на Урал. Кроме строительства мощных трубо-

* В числителе — прогнозные, в знаменателе — условно доступные для извлечения запасы.

** Дано в кубических метрах.

проводов для подачи нефти и газа, должны быть построены дальние линии электропередачи (постоянного тока напряжением 750, 1000 *кв*).

Хотя с коренным изменением топливно-энергетического баланса изменяется удельное значение угля, добыча его должна систематически увеличиваться (в обозримой перспективе в три раза).

Прогнозирование топливно-энергетического баланса приводит к ряду интересных выводов, главный из которых заключается в следующем: развитие экономики СССР не имеет ограничений по топливно-энергетическим ресурсам, а их стоимость в пределах рассмотренной перспективы не увеличится.

В перспективе следует ожидать дальнейшего развития открытого способа разработки угольных месторождений.

При прогнозе дальнейшего развития добычи угля открытым способом преследовалась цель определения имеющихся возможностей, роста масштаба будущих горных предприятий, выявления целесообразной техники, новых научных и конструкторских задач.

Прогноз базировался на анализе геологических материалов (сырьевая база) и потребности в энергетических и коксующихся углях по экономическим районам страны. Потребность определялась в топливно-энергетическом балансе, о котором говорилось выше. Учитывались также научные и технические достижения, тенденции в развитии горной техники.

Удельный вес открытого способа в настоящее время составляет 26%, в будущем он увеличится до 65%.

СССР обладает геологическими запасами угля, пригодными для разработки открытым способом, в количестве около 200 млрд. *т*, из них прогнозных только 24,6 млрд. *т*, а остальные промышленных категорий. Из общих запасов 31,8 млрд. *т* — каменные угли, остальные — бурые. В восточных районах сосредоточено 98% запасов. Уникальные районы: Канско-Ачинский с запасами 139,5 млрд. *т*, Кузнецкий — 13 млрд. *т*, Северный Казахстан — 17,5 млрд. *т*, в том числе Экибастузское месторождение — 7,7 млрд. *т*.

Многие угольные месторождения и районы имеют высокую концентрацию запасов и большую мощность пластов, т. е. позволяют строить крупнейшие угольные резервы мощностью в 60—90 млн. *т* угля в год.

Максимальные возможности развития открытой угледобычи на существующей сырьевой базе оцениваются в 2 млрд. *т* угля в год, из них (в млн. *т* угля в год):

Кузнецкий бассейн	208
Минусинский	54
Канско-Ачинский	1055
Северный Казахстан	264
Районы Восточной Сибири	109
Районы Дальнего Востока	109,8

Последующие геологоразведочные работы, особенно в новых районах, увеличат эти возможности.

С учетом потребности были разработаны два варианта добычи угля открытым способом (в млн. *т*):

Год	1980	1990	2000
I вариант	350	690	1300
II вариант	340	600	1150

Для достижения указанной добычи угля необходимо к 2000 г. иметь по первому варианту развития 108 угольных разрезов, по второму — 93.

Прогноз показал, что целесообразно строить крупные угольные разрезы. Средняя мощность разрезов возрастет с 2,26 млн. *т* в год (1970 г.) до 4,46 млн. *т* в год (1980 г.); при этом будут действовать уникальные по мощности разрезы: в Канско-Ачинском бассейне до 55—60 млн. *т* добычи угля в год, а на Экибастузском месторождении два разреза: один — мощностью 90 млн. *т* и другой — 45—50 млн. *т* в год.

Важно то, что благоприятные геологические условия приводят к снижению коэффициента вскрыши: в среднем он уменьшится с 4,0 $м^3/т$ в 1970 г. до 3,4—3,8 $м^3/т$ в 1980 г. Абсолютные объемы вскрыши велики.

Выбор технических средств и экономика добычи угля на разрезах определяется в основном системой разработки.

Удельный вес отдельных систем разработки по годам существенно изменится в процентном отношении:

Год	1970	1975	1980
Транспортная система	56,0	60,4	62,7
в том числе			
с ж.-д. транспортом	39,4	46,2	46,0
с автотранспортом	16,1	12,5	14,4
с конвейерным транспортом	0,5	1,7	2,3
Бестранспортная	33,5	30,0	30,1
Транспортно-отвальная	5,1	4,1	2,3
Специальная (комплексная гидромеханизация)	4,9	4,8	4,4
Прочие	0,5	0,7	0,5

Исходя из горногеологических условий будет увеличиваться значение транспортной системы разработки. Наиболее экономичная бестранспортная система разработки уменьшит удельное значение с 33,5 до 20,7%, но абсолютные объемы вскрышных работ при этой системе вырастут почти в четыре раза и составят 770 млн. $м^3$.

Прогноз показал необходимость и возможность значительного повышения единичной мощности горных машин и увеличения скорости рабочих процессов.

При транспортной системе разработки получат распространение карьерные экскаваторы ЭКГ-12,5 и ЭКГ-20 с ковшами соответственно 12,5 и 20 $м^3$, в качестве локомотивов — тяговые агрегаты переменного и постоянного тока сцепным весом 360, 420 и 560 *т*, грузоподъемность думпкаров возрастет от 105 до 165 и 300 *т*.

При автомобильном транспорте целесообразно внедрить автосамосвалы и углевозы грузоподъемностью 120, 180, 300 и 500 *т*.

Будет широко применяться комбинированный автомобильно-конвейерный и железнодорожно-конвейерный транспорт.

При бестранспортной системе разработки намечается широкое использование шагающих драглайнов с ковшом емкостью 35—40, 60—70, 80—100—120 $м^3$ и длиной стрелы 85—100 *м*, а также мощных вскрышных лопат с ковшом емкостью 35—40 и 100—120 $м^3$ и радиусом черпания 65—70 *м*.

Интересно отметить, что на Абаканском месторождении Канско-Ачинского бассейна могут найти применение шагающие драглайны с ковшом емкостью 200—250 $м^3$ и длиной стрелы 100—110 *м*. Такие машины должны быть отнесены к супергигантам.

В угольной промышленности приобретут большое значение роторные экскаваторы производительностью до 12,5 тыс. $м^3$ в час и более. Предполагается, что добыча угля экскаваторами непрерывного действия будет увеличиваться следующим образом: в 1970 г. на 13,8%,

1980 г. — 64,1% от общего объема. Роторные экскаваторы с повышенным усилием резания создадут возможность селективной выемки пластов без взрывных работ.

Для улучшения отбойки крепких пород должны быть созданы новые буровые станки для бурения скважин диаметром до 420 *мм* и глубиной 40—50 *м*.

Для угольных разрезов все большее значение приобретают обогащение и сортировка углей. Для этой цели в перспективе предполагается построить 82 углеобогатительные фабрики.

В развитии открытой угледобычи значительно возрастет роль Канско-Ачинского бассейна и Северного Казахстана как базы самого дешевого угля, для использования которого будут строиться крупные электростанции, а также Кузнецкого бассейна как базы добычи высококачественного каменного энергетического коксующегося угля.

Электроэнергия, выработанная на электростанциях, расположенных в Канско-Ачинском бассейне, и переданная в Европейскую часть СССР на расстояние до 3,5 тыс. *км*, по стоимости сопоставима с природным газом и нефтью и дешевле углей этого района. Вот почему строительство новых и реконструкция существующих разрезов в этих районах будут всемерно форсироваться.

Благодаря большому масштабу предприятий, мощной технике и новым автоматическим системам управления производством на угольных разрезах, технико-экономические показатели открытой угледобычи будут систематически улучшаться. Прогноз показал, что производительность труда рабочего на угольных разрезах может увеличиться примерно в четыре раза, а в отдельных бассейнах достигнуть: 120 *т* на выход — Канско-Ачинский, 110 *т* на выход — Экибастузский.

Себестоимость добычи угля будет снижена примерно в два раза, и уголь открытого способа станет конкурировать с нефтью и природным газом.

Таким образом, прогноз развития открытого способа добычи угля в СССР показал не только возможности в этой области, но и то, что нужно делать для достижения наибольшей его экономичности. Прогноз показал также, в каком направлении необходимо развивать машиностроение для того, чтобы создать новую технику для угольных разрезов.

Из приведенного примера видно, какую огромную ценность представляет прогнозирование для управления угольной промышленностью.

В настоящее время в угольной промышленности проводятся работы по созданию генеральной схемы развития отрасли с учетом открытого и подземного способов разработки.

Прогнозирование как научное направление начинает только развиваться. Поскольку горная промышленность связана со своеобразными природными особенностями месторождений полезных ископаемых, не следует забывать при прогнозировании о известных трудностях в организации производства и обеспечении безопасности горных работ. Поэтому методы прогнозирования должны быть аналогичны инженерным методам.