

<https://doi.org/10.3176/hum.soc.sci.1969.2.04>

К. ХАБИХТ

ОБ ЭКОНОМИКЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЛОЖНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Особенность фосфоритных месторождений Эстонской ССР заключается в том, что продуктивный слой фосфорита залегает под такими ископаемыми, техническая возможность промышленного использования которых установлена, но экономическая целесообразность их добычи требует еще методологически правильного решения. Такие месторождения с несколькими полезными ископаемыми назовем сложными месторождениями.

Фосфоритоносный пласт эстонских месторождений представлен ордовикским оболочевым песчаником маардуской пачки. В разрезе пачки содержится 1—3 слоя оболочевых конгломератов, слой детрита (в западных месторождениях) и прослой кварцевого песчаника. На эксплуатируемом Маардуском месторождении открытым способом разрабатывается продуктивный слой, т. е. нижний оболочевый конгломерат вместе с нижней частью прослоя песчаника. Вскрышные породы продуктивного слоя составляют (снизу вверх): кварцевый песчаник, детрит, прослой пирита, диктионемовый сланец, глауконитовый песчаник, четыре горизонта известняка и четвертичные отложения.

Первое всестороннее исследование экономики комплексного использования фосфоритных месторождений Эстонской ССР было проведено в 1959—1962 гг. [1, 2]. Тогда можно было рекомендовать к промышленной разработке наряду с продуктивным слоем фосфоритной руды известняк (до тех пор он не использовался) и в некоторых блоках отдельных месторождений — всю верхнюю часть маардуской пачки. Так как известные в то время возможные направления применения диктионемового сланца и глауконитового песчаника оказались экономически неоправданными, было предложено продолжать исследования в целях разработки новых технологических схем. И это прежде всего для дальнейшего выявления возможностей комплексного использования диктионемового сланца.

Сейчас положение изменилось. Известняк Маардуского месторождения применяется в промышленности как материал для щебня и строительный камень. Представлено множество новых технологических схем комплексного использования диктионемового сланца и предложений для промышленного применения глауконитового песчаника и отходов флотации фосфоритной руды. Лучшая разработка технологических вариантов обогащения фосфорита и их экономики позволяет по-новому оценить экономическую оправданность добычи слоев фосфорита с меньшим средним содержанием P_2O_5 . Очевидно, назрела необходимость теперь уже с этих новых позиций проанализировать экономику разработки фосфоритных месторождений Эстонской ССР. И это тем более, что при эксплуатации Маардуского месторождения безвозвратные потери составляют ископаемые, расположенные между продуктивным слоем фосфорита и кондиционным известняком.

В статье разрабатывается методика экономической оценки вариантов комплексного использования сложных месторождений, в частности фосфоритных месторождений Эстонской ССР. В общих чертах эта методика применима во всех случаях, когда дело касается экономического сравнения различных вариантов комплексного использования какого-либо исходного материала.

1. Экономическая оценка месторождений

Основные принципы определения экономической целесообразности промышленного использования запасов какого-либо месторождения в настоящее время не оспариваются. Эта целесообразность обусловлена, во-первых, потребностью народного хозяйства в вырабатываемом из рассматриваемых запасов концентрате, во-вторых, уровнем текущих и единовременных затрат¹ на всех стадиях производства этого концентрата и, в-третьих, самыми большими из затрат по производству этого или заменяющего его концентрата из другого сырья или синтетического материала, необходимых для удовлетворения потребностей народного хозяйства в случае неиспользования данных запасов.

В зависимости от распространенности и объема запасов рассматриваемого полезного ископаемого в Советском Союзе, объема и географии потребности в вырабатываемом из него концентрате внутри страны, а также спроса и предложения на мировом рынке при определении масштаба производства его нужно исходить из потребностей одного экономического района или Советского Союза в целом с учетом целесообразных внешнеторговых связей.

Имея в виду, что для совокупного отражения себестоимости продукта с необходимыми для его производства капитальными вложениями принято применять показатель расчетных затрат и что необходимые для покрытия определенных потребностей народного хозяйства, но требующие при этом наибольших затрат ресурсы называются замыкающими, сформулируем условия кондиционности запасов.

Запасы какого-либо месторождения кондиционны, если расчетные затраты (франко-потребитель) на производимый из них концентрат будут не больше расчетных затрат на тот же или заменяющий его концентрат, производимый из замыкающих ресурсов. Назовем эти затраты максимально допустимыми.

Максимально допустимые затраты на концентрат являются переменными. Они зависят от изменения потребностей в концентрате, открытия новых и отработки существующих месторождений, от технического прогресса и т. п. и, следовательно, нуждаются в периодическом пересмотре. Что касается цен на концентраты, то и они соответственно требуют корректировки, чтобы при современном уровне техники и организации производства они обеспечивали прибыльную добычу и переработку всех кондиционных запасов.

2. Принципы экономики эксплуатации сложных месторождений, разрабатываемых открытым способом

При рассмотрении этого вопроса следует иметь в виду влияние двух факторов.

Расчетные расходы на добычу единицы полезных ископаемых месторождения тем ниже, чем больше ископаемых принимается к промышленному использованию — вскрышные расходы ложатся на большее количество полезных ископаемых. Назовем это фактором комплексного использования.

Во-вторых, слои полезных ископаемых, остающиеся при открытом способе добычи нижележащего слоя во вскрышных породах, необходимо также либо принимать к промышленному использованию, либо направлять в отвал. В последнем случае — поскольку они смешиваются с другими устранимыми породами — практически эти слои для народного хозяйства потеряны. В отдельных случаях такие потенциальные полезные

¹ Начиная с затрат на разведку месторождения.

ископаемые можно отделить и складировать, что, конечно, связано с дополнительными затратами, оправданность которых требует экономического обоснования. Во всяком случае мы должны учитывать такую возможность, где расчетные затраты по использованию какого-либо полезного ископаемого сложного месторождения в данный момент хотя и превышают расчетные затраты, возникающие при использовании замыкающего ресурса, но при последовательной отработке лучших запасов в дальнейшем будут экономически оправданы. Назовем это фактором отработки лучших запасов.

В большей или меньшей степени эти же два фактора всегда действуют при комплексном использовании любого сырья.

Пока еще нет теоретически обоснованной методики распределения таких затрат, которые необходимы в одно и то же время для получения нескольких различных продуктов (или в данном случае для вскрышных работ и добычи нескольких различных компонентов). Следует признать, что отнесение комплексных затрат к себестоимости или расчетным затратам одновременно добываемых, нередко весьма различных по своим физическим, химическим и механическим свойствам продуктов условно. При этом безразлично — берутся ли за основу цены конечных продуктов, себестоимость индивидуальной добычи, объективно обусловленные оценки, вес, объем, теплотворная способность и т. д.

Возможно, что распределение комплексных затрат на основании какого-либо из названных показателей в каком-то отдельном случае целесообразно, но в любом случае оно условно.

Для предотвращения часто весьма заметного влияния этой условности на конечные результаты расчетов в последнее время рассматриваются и сопоставляются равноценные по своей потребительной стоимости комплексы как целые, без распределения комплексных затрат [3]. Этот принцип применен и в данной статье.

Обозначив число всех теоретически возможных вариантов использования месторождения из m ископаемых через s , получим

$$s = C_m^0 + C_m^1 + \dots + C_m^n + \dots + C_m^m = \sum_{n=0}^m C_m^n = 2^m,$$

где C_m^n — число всех сочетаний из m различных элементов по n .

Требуется найти вариант, при котором с минимальными расчетными затратами (франко-потребитель) была бы удовлетворена потребность народного хозяйства во всех конечных продуктах, которые технически можно получить из запасов данного сложного месторождения.

По вариантам, предусматривающим использование полезных ископаемых сложного месторождения от 1 до $m-1$, необходимо предусмотреть удовлетворение народнохозяйственных потребностей в остальных продуктах — от $m-1$ до 1 — уже на базе соответствующих замыкающих ресурсов страны. Таким образом, в каждом сравниваемом варианте нужно рассматривать суммарные расчетные затраты на конечные продукты, получаемые из всех m запасов или заменяющих их замыкающих ресурсов.

Поскольку анализ целесообразности использования сложных месторождений может дать вообще отрицательный результат и показать, что все встречающиеся здесь полезные ископаемые экономически эффективнее добывать в других месторождениях, предусмотрен и такой вариант.

Так как уже при весьма небольшом значении m число сопоставимых вариантов s велико², необходимо найти метод, который позволил бы значительно уменьшить объем работ по определению оптимального варианта.

В случае, если одно из ископаемых сложного месторождения можно использовать для получения нескольких различных концентратов или их комплексов, следует предварительно выяснить оптимальное направление применения его и в дальнейшие расчеты включить уже соответствующие этому варианту экономические показатели. Именно с

² Уже в случае месторождения только с шестью полезными ископаемыми нужно было бы проанализировать экономику 64 вариантов.

такой задачей мы встречаемся при решении проблемы использования диктионемового сланца. Здесь необходимо сравнить все возможные комплексы промышленного использования диктионемового сланца и замыкающих ресурсов, которые могут заменить его. Комплексы должны быть строго сопоставимы, т. е. каждый комплекс должен покрывать потребность народного хозяйства во всех рассматриваемых продуктах. Оптимальным комплексом, который обеспечивает его при наименьших суммарных затратах.³

3. Методика определения оптимального варианта использования сложных месторождений

Требуется обосновать экономическую эффективность использования месторождения с m полезными ископаемыми.

Выделение тех слоев, добыча которых в данном месторождении технически возможна или оправдана только вместе со слоем какого-либо другого полезного ископаемого, позволит значительно уменьшить число сопоставляемых вариантов. В условиях Маардуского месторождения, например, нет возможностей самостоятельно разрабатывать 7-сантиметровый прослой пирита, и использование верхней части маардуской пачки в качестве бедной фосфоритной руды мыслимо только тогда, если одновременно разрабатывается и продуктивный слой фосфорита. Это уменьшит число рассматриваемых вариантов с 64 до 36.

Главным компонентом месторождения назовем полезное ископаемое, применение которого экономически оправдано и тогда, если другие полезные ископаемые этого месторождения не используются. Пронумеруем ископаемые сложного месторождения по предполагаемому порядку целесообразности их промышленного использования, обозначив наиболее вероятный главный компонент номером 1.

Обозначаем и находим:

P_i^k — расчетные затраты (франко-потребитель) на производство конечного продукта при добыче на сложном месторождении только полезного ископаемого i ($i = 1, 2, \dots, m$);

P_i — те же затраты при использовании заменяющего полезное ископаемое i замыкающего ресурса.

Величина P_i^k выражает максимальные расчетные затраты при добыче полезного ископаемого i на сложном месторождении.

Если

$$P_1^k < P_1,$$

то полезное ископаемое 1 является главным компонентом сложного месторождения, и в дальнейшем следует рассматривать только те варианты, которые предусматривают его промышленное использование. Все другие варианты доминированы.

Если

$$P_1^k > P_1,$$

то полезное ископаемое 1 оказалось не главным компонентом сложного месторождения. По порядку номеров рассмотрим следующие полезные ископаемые, и так до тех пор, пока не найдем первый главный компонент сложного месторождения по условию:

$$P_i^k < P_i.$$

Пусть первым главным компонентом окажется полезное ископаемое 2, тем самым $P_1^k > P_1$ и $P_2^k < P_2$. Находим расчетные затраты (франко-потребитель) ΔP_{21}^k , которые прибавляются, если в дополнение к ископаемому 2 примем к использованию и полезное ископаемое 1. В эти прибавляющиеся расходы входят в основном расходы по перера-

³ Поскольку во всех этих комплексах количество полезного ископаемого сложного месторождения должно быть равным, при сравнении вариантов расходы на его добычу можно элиминировать.

ботке и транспорту полезного ископаемого 1, а также некоторые дополнительные затраты, связанные с реорганизацией вскрышных и добычных работ в карьере.

$$\Delta P_{21}^k = P_{21}^k - P_2^k,$$

где P_{21}^k — суммарные расчетные затраты (франко-потребитель) на производство конечных продуктов при использовании полезных ископаемых 1 и 2 сложного месторождения.

Если

$$\Delta P_{21}^k < P_1$$

и, как ранее выяснилось,

$$P_2^k < P_2,$$

то

$$P_{21}^k < P_1 + P_2.$$

Таким образом, использование комплекса (2-1) на сложном месторождении экономически целесообразно, и все не предусматривающие этого варианты доминированы.

Далее определяем расходы, прибавляющиеся при совместной с комплексом (2-1) добыче и переработке на конечный продукт полезного ископаемого 3:

$$\Delta P_{(21)3}^k = P_{213}^k - P_{21}^k.$$

Если

$$\Delta P_{(21)3}^k < P_3,$$

то использование комплекса (2-1-3) на сложном месторождении экономически оправдано.

Если

$$\Delta P_{(21)3}^k > P_3, \text{ то } P_{213}^k > P_3 + P_{21}^k$$

и использование комплекса (2-1-3) доминировано одновременным использованием комплекса (2-1) и заменяющего полезное ископаемое 3 замыкающего ресурса. В таком случае нужно аналогично проверить экономику комплекса (2-1-4).

Если окажется, что ни один из трехкомпонентных комплексов экономически не целесообразен, необходимо проверить четырехкомпонентные, т. е. выяснить, имеет ли место

$$\Delta P_{(21)34}^k = P_{2134}^k - P_{21}^k < P_3 + P_4.$$

Если это так и, как ранее выяснилось,

$$P_{21}^k < P_2 + P_1,$$

то

$$P_{2134}^k < P_2 + P_1 + P_3 + P_4.$$

Таким образом, использование комплекса (2-1-3-4) на сложном месторождении экономически оправдано, и дальнейшему рассмотрению подлежат только варианты, содержащие его.

Вышеизложенное и представляет собой методику нахождения оптимального варианта использования сложного месторождения.

Если бы оказалось, что сложное месторождение не имеет главного компонента, т. е. $P_i^k > P_i$ в каждом случае $i = 1, 2, \dots, m$, то нужно было бы проверить двухкомпонентные, затем трехкомпонентные и т. д. варианты. В силу действия эффекта комплексного использования возможно, что хотя ни один из n -компонентных комплексов ($n = 1, 2, \dots, r$) экономически не целесообразен, какой-либо комплекс с $n+r$ ($r = 1, 2, \dots, m-n$) компонентами может быть все же целесообразным. Поэтому анализ нужно продолжать (с элиминированием доминированных вариантов) до максимального m -компонентного варианта.

4. Учет фактора постепенной отработки лучших запасов

При определении оптимального варианта использования сложных месторождений в предыдущем пункте мы учли только влияние эффекта комплексного использования нескольких полезных ископаемых. Чтобы учесть фактор постепенной отработки лучших запасов, нужно принять во внимание эффект использования в настоящее время таких запасов, которые в данный момент хотя и не могут конкурировать с замыкающими ресурсами, но использование которых по истечении определенного времени, после исчерпания лучших запасов, было бы экономически целесообразно.

Итак, требуется найти предельную экономически оправданную величину суммарных приведенных затрат производства конечного продукта на базе полезного ископаемого сложного месторождения. Методика решения аналогичной задачи рассмотрена ранее [4, 5]. Попытаемся применить ее при анализе экономики сложного месторождения.

Имеем план очередности эксплуатации месторождений данного полезного ископаемого. Необходимо проверить: не целесообразно ли изменить его и начать добычу этого полезного ископаемого на сложном месторождении (вместе с уже установленным там главным компонентом)? Очевидно, в таком случае разработка предусмотренного в первоначальном плане замыкающего месторождения откладывается.

Допустим, что при использовании предусмотренных предварительным планом замыкающих запасов себестоимость единицы конечного продукта (франко-потребитель) — r руб., соответствующие удельные капитальные вложения — K руб., типовой срок службы соответствующего горного предприятия — T лет и типовой срок строительства — δ лет.

Если изменения себестоимости и капитальных затрат во времени учитываются коэффициентом μ ($\mu < 1,0$), характеризующим технический прогресс, и коэффициентом ε ($\varepsilon > 1,0$), характеризующим постепенное ухудшение условий горных работ и качества добываемых запасов, и если применять коэффициент дисконтирования γ ($\gamma < 1,0$), то приведенная себестоимость единицы продукции, изготовленной через t лет после базового года из замыкающих ресурсов, будет равна

$$r\mu^t\varepsilon^t\gamma^t = r\alpha^t,$$

а соответствующие приведенные удельные капитальные вложения —

$$K\alpha^t.$$

Здесь коэффициент α учитывает изменение во времени приведенных расходов по отрасли в целом.

На средние эксплуатационные расходы одного конкретного месторождения ухудшение горнотехнических условий не влияет, и приведенная себестоимость в t -ом году будет равна

$$r\mu^t\gamma^t = r\beta^t,$$

а соответствующие приведенные удельные капитальные вложения —

$$K\beta^t,$$

где $\beta < \alpha < 1,0$.

Рассмотрев неограниченный во времени период, в течение которого после каждого T года происходит переход с одного шахтного поля на другое, получим суммарную приведенную себестоимость одной единицы продукции (см. заштрихованную площадь на рис., а):

$$r \int_0^T \beta^t dt + r\alpha^T \int_0^T \beta^t dt + r\alpha^{2T} \int_0^T \beta^t dt + \dots = r \frac{\beta^T - 1}{(1 - \alpha^T) \ln \beta}.$$

Аналогично можно выразить суммарные приведенные удельные капитальные вложения (см. заштрихованную площадь на рис., а):

$$\begin{aligned} \frac{K}{\delta} a^{-\delta} \int_0^{\delta} \beta^t dt + \frac{K}{\delta} a^{T-\delta} \int_0^{\delta} \beta^t dt + \frac{K}{\delta} a^{2T-\delta} \int_0^{\delta} \beta^t dt + \dots = \\ = \frac{K}{\delta} \frac{\beta^{\delta} - 1}{a^{\delta} (1 - a^T) \ln \beta}. \end{aligned}$$

В формуле распределение капитальных вложений в периоде строительства δ условно принято равномерным.

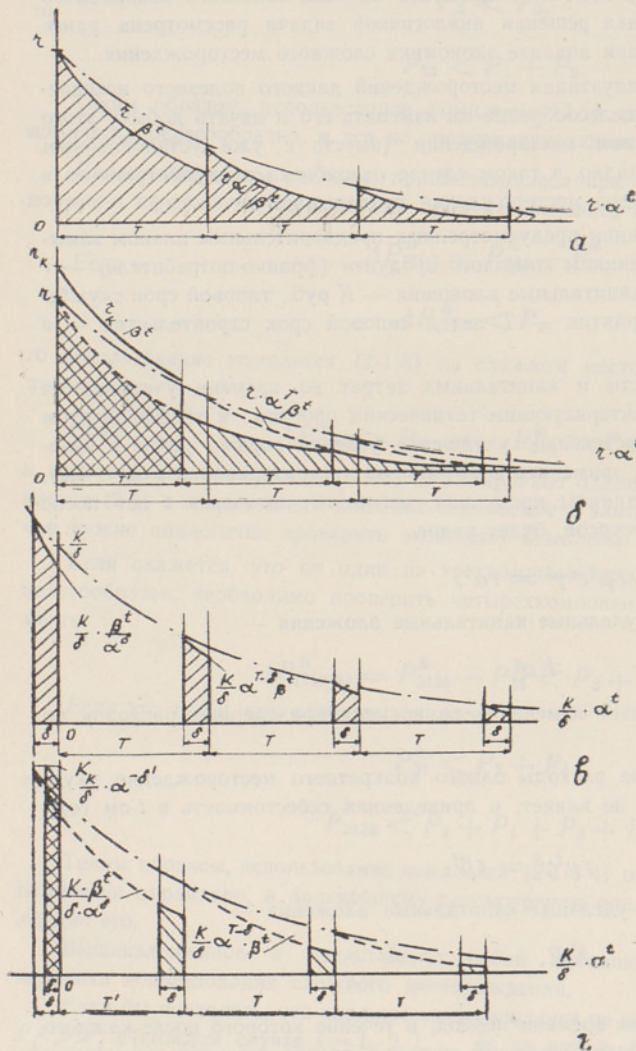
В сопоставимом случае в течение первого T' года используется полезное ископаемое данного сложного месторождения. Таким образом, в

части этого количества полезного ископаемого установленная предварительным планом очередность эксплуатации шахт затормозится на T' лет.

Обозначим эксплуатационные расходы на единицу конечного продукта, которые прибавляются при использовании на сложном месторождении в дополнение к главному компоненту еще данного полезного ископаемого, r_k , соответствующие удельные капитальные вложения K_k и срок строительства δ' .

Теперь и для этого случая можно выразить суммарную приведенную себестоимость одной единицы продукции (см. рис., б). Первое слагаемое выражения (на рисунке заштрихованная двойным штрихом площадь) при этом показывает затраты, возникающие при эксплуатации сложного месторождения.

Рис. Приведенные затраты: а, б — эксплуатационные, в, г — капитальные.



$$\begin{aligned} r_k \int_0^{T'} \beta^t dt + r \beta^{T'} \int_0^T \beta^t dt + r a^T \beta^{T'} \int_0^T \beta^t dt + r a^{2T} \beta^{T'} \int_0^T \beta^t dt + \dots = \\ = r_k \frac{\beta^{T'} - 1}{\ln \beta} + r \beta^{T'} \frac{\beta^T - 1}{(1 - a^T) \ln \beta}. \end{aligned}$$

Аналогично выражаются суммарные приведенные удельные капитальные вложения (заштрихованная площадь на рис., з):

$$\frac{K_k}{\delta'} \alpha^{-\delta'} \int_0^{\delta'} \beta^t dt + \frac{K}{\delta} \alpha^{-\delta} \beta^{T'} \int_0^{\delta} \beta^t dt + \frac{K}{\delta} \alpha^{T-\delta} \beta^{T'} \int_0^{\delta} \beta^t dt + \\ + \frac{K}{\delta} \alpha^{2T-\delta} \beta^{T'} \int_0^{\delta} \beta^t dt + \dots = \frac{K_k}{\delta'} \frac{\beta^{\delta'} - 1}{\alpha^{\delta'} \ln \beta} + \frac{K}{\delta} \beta^{T'} \frac{\beta^{\delta} - 1}{\alpha^{\delta} (1 - \alpha^T) \ln \beta}.$$

Промышленная разработка рассматриваемого полезного ископаемого на сложном месторождении целесообразна при условии:

$$r_k \frac{\beta^{T'} - 1}{\ln \beta} + r \beta^{T'} \frac{\beta^T - 1}{(1 - \alpha^T) \ln \beta} + \frac{K_k}{\delta'} \frac{\beta^{\delta'} - 1}{\alpha^{\delta'} \ln \beta} + \frac{K}{\delta} \beta^{T'} \frac{\beta^{\delta} - 1}{\alpha^{\delta} (1 - \alpha^T) \ln \beta} \leq \\ \leq r \frac{\beta^T - 1}{(1 - \alpha^T) \ln \beta} + \frac{K}{\delta} \frac{\beta^{\delta} - 1}{\alpha^{\delta} (1 - \alpha^T) \ln \beta}.$$

После преобразования получим:

$$r_k + K_k \frac{\beta^{\delta'} - 1}{\alpha^{\delta'} (\beta^{T'} - 1) \delta'} \leq r \frac{\beta^T - 1}{\alpha^T - 1} + K \frac{\beta^{\delta} - 1}{\alpha^{\delta} (\alpha^T - 1) \delta}.$$

Изложенное выше условие принципиально правильнее, чем приведенное в предыдущем пункте сравнение расчетных затрат, выражает экономическую целесообразность комплексного использования сложного месторождения.

В расчетах, где было принято: $T = T' = 50$ лет; $\delta = \delta' = 4$ года; $\mu = 0,95$; $\varepsilon = 1,05$; $\gamma = \frac{1}{1,08}$, получим условие:

$$r_k + 0,14K_k \leq 1,02r + 0,143K.$$

Отсюда ясно, что при выборе достаточно достоверных величин срока эксплуатации и коэффициентов получим условие, практически требующее сопоставления расчетных затрат (общепринятая формула которых $r + 0,15K$). Выясняется также, что за счет дисконтирования учет бесконечно длинного периода времени почти не влияет на результат расчета.

ЛИТЕРАТУРА

1. K. Nabicht, Eesti NSV Maardu fosforiidileiukoha maavarade kasutamise võimalusi ja majanduslik efektiivsus. Rmt.: Tööstuse ja ehituse ökonomika küsimusi III. Tallinn, 1962.
2. К. Э. Хабиخت, Экономика комплексного использования полезных ископаемых месторождений фосфоритов Эстонской ССР. Автореферат, Таллин, 1962.
3. И. Каганович, К. Тенно, М. Рейснер, Н. Барабанер, К. Хабиخت, Оптимизация комплекса топливно-энергетических производств в Прибалтике. В кн.: Экономико-математические исследования народного хозяйства Эстонской ССР. Таллин, 1968.
4. К. Г. Синопальников, Е. Г. Гинзбург, Экономические расчеты при проектировании угольных шахт. М., «Недра», 1967.
5. К. Хабиخت, Вопросы экономики использования запасов полезных ископаемых. Изв. АН ЭССР, Т. XVI. Химия-геология, № 2, 1968.

Институт экономики
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
19/IV. 1968

K. HABICHT

LIITMAARDLATE ÕKONOOMIKAST

Resüme

Esitatakse liitmaardlate kompleksse kasutamise variantide majandusliku hindamise meetodika. Eesmärgiks on kompleksvariandi kindlaksmääramine, mis minimaalsete arvestuslike kuludega rahuldab rahvamajanduse vajadused liitmaardla kõigi maavarade täielikult kasutuselevõtul saadavate toodete osas. Võrreldavaid kompleksvariante on 2^m (m — maavarade arv maardlas) ja neis on nähtud ette võimalused rahvamajanduse vajaduste rahuldamiseks ka teistest allikatest (sulgressurssidest). Esitatav meetodika võimaldab üldjuhul oluliselt vähendada arvutustööde mahtu kompleksvariantide võrdlemisel.

Meetodika on rakendatav igasuguse tooraine kompleksse kasutamise ökonomika käsitlemisel.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Majanduse Instituut*

Saabus toimetusse
19. IV 1968

K. HABICHT

ÜBER DIE ÖKONOMIK KOMPLEXER FUNDORTE

Zusammenfassung

Der Artikel bringt die Methodik des Vergleichens der Wirtschaftlichkeit der Varianten der komplexen Exploitation von Fundorten mehrerer Bodenschätze. Das Ziel war die Bestimmung der Variante, die bei minimalem reduziertem Aufwand die volkswirtschaftlichen Anforderungen in allen aus Bodenschätzen des komplexen Fundortes produzierbaren Produkten befriedigt. Die Varianten sehen auch Möglichkeiten der Befriedigung der volkswirtschaftlichen Anforderungen aus anderen Quellen vor. Die Zahl der verglichenen Varianten ist 2^m , wo m die Zahl der Bodenschätze am gegebenen Fundort ist. Die dargelegte Methodik ermöglicht es, den Umfang der Berechnungen beim Vergleich der Varianten bedeutend zu vermindern; sie ist bei der Behandlung der Ökonomik einer komplexen Ausbeutung jeglicher Rohstoffe anwendbar.

*Institut für Ökonomie
der Akademie der Wissenschaften der Estnischen SSR*

Eingegangen
am 19. Apr. 1968