

УДК 622.85

Р.С.Каренов

Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова

Выделение зон распространения техногенных нарушений от горных работ как научная основа решения комплексных горно-экологических задач

Рассмотрено образование отходов при добыче, обогащении, сжигании, газификации и гидрогенизации твердых горючих ископаемых. Отмечено, что вокруг горного предприятия располагается территория, на которой имеет место ухудшение состояния природной среды. Подчеркнуто, что размеры и качественные параметры зон влияния характеризуют воздействие горного производства на окружающую среду. Доказано, что разработка месторождений должна осуществляться при строгом соблюдении требований охраны окружающей среды, для чего в процессе проектирования нужно оценить воздействие степени освоения месторождения на природные ресурсы, его долговременные экологические последствия. На материалах угольных разрезов показано, что с целью разработки характеристик уровней опасного воздействия горных работ на окружающую среду горнопромышленной территории можно выделить несколько зон распространения техногенных нарушений от горных работ. Обосновано, что в будущем необходимо проектировать и создавать не отдельное горно-обогательное предприятие, а природно-технологическую систему, в которой взаимодействуют технологические, техногенные и природные элементы и процессы.

Ключевые слова: месторождения, полезные ископаемые, добыча, сырье, обогащение, техногенные нарушения, горное производство, атмосфера, отвал, карьер.

Промышленное освоение месторождений полезных ископаемых сопровождается широко-масштабным воздействием на окружающую среду. Горные предприятия выбрасывают в окружающую среду отходы в виде газа, пыли; отходы производства (шлаки); сточные воды (хвосты обогатительных фабрик), влияющие на экологию окружающей среды.

Рассмотрим образование отходов при добыче, обогащении, сжигании, газификации и гидрогенизации твердых горючих ископаемых (рис. 1). Как видно из рисунка, при добыче и переработке твердых горючих ископаемых (углей и сланцев) образуются продукты, не являющиеся непосредственно целью данных процессов, но которые могут найти полезное применение. Они представляют собой либо практически неизменное природное сырье, либо сырье, подвергнутое механическим или термическим воздействиям. Эти продукты, в зависимости от их агрегатного состояния, можно называть газообразными, жидкими или твердыми отходами добычи и переработки углей (сланцев).

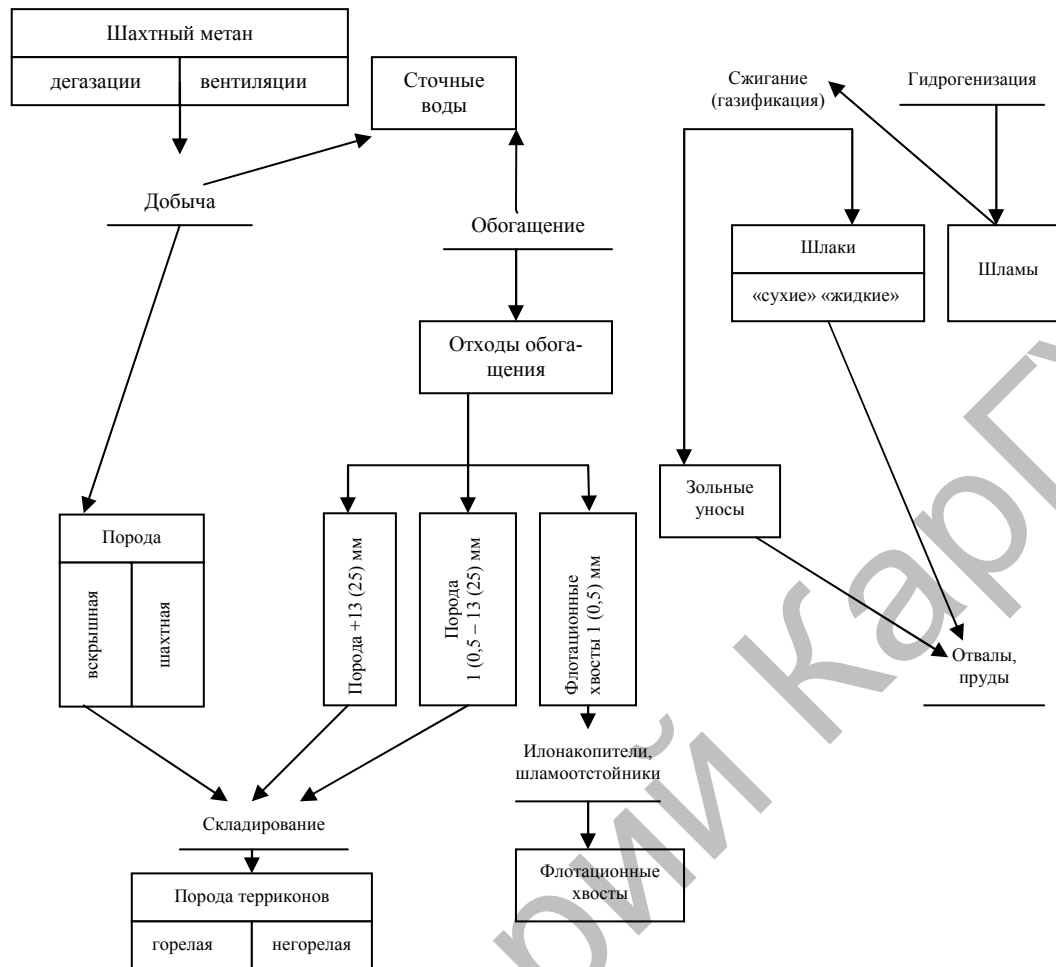


Рисунок 1. Классификация отходов добычи и переработки твердых горючих ископаемых в зависимости от источника получения (данные работы [1; 6])

Изучение техногенных нарушений окружающей среды в их взаимосвязи со структурой горного производства позволило установить, что влияние горного производства на окружающую среду происходит по направлениям, которые соответствуют природным ресурсам, вовлекаемым прямо или косвенно в производственный процесс (водные ресурсы, атмосфера, земли, недра и пр.). Вокруг каждого технологического объекта (отвала, карьера, аглофабрики, шламоохранилища и т.д.) формируется, как правило, несколько зон техногенного влияния на природные ресурсы (зона загрязнения атмосферы, зона отчуждения земель, зона геохимического загрязнения почв и т.д.). В целом же вокруг горного предприятия располагается территория, на которой имеет место ухудшение состояния природной среды — совокупность зон техногенного влияния горного производства. Каждому направлению воздействия на окружающую среду — на землю, водные запасы, атмосферу, недра — может соответствовать несколько зон техногенного влияния. Формирование зоны влияния зависит от наличия того или иного вида техногенного воздействия — механического, гидравлического, геохимического, теплового и т.д.

Площадь зоны техногенного влияния, как правило, в несколько раз превышает площадь, занимаемую объектом, формирующим зону влияния. Размеры и качественные параметры зон влияния характеризуют воздействие горного производства на окружающую среду и изменяются в пространстве в зависимости от изменения качественных и пространственных характеристик формирующих их объектов или технологических процессов.

Объекты горного предприятия могут находиться под воздействием техногенно-измененных условий окружающей среды, что, в свою очередь, может приводить к изменению параметров технологических процессов.

В целом каждое горное предприятие, включая совокупность зон влияния, может быть представлено как природно-технологическая система, в которой природные и технологические элементы в их взаимодействии вовлечены в процесс производства конечной продукции.

Под природно-технологической системой как объектом научного исследования понимается динамическая совокупность технологических объектов и процессов, направленных на извлечение полезного ископаемого из недр и его переработку, постоянно влияющих на окружающую среду и находящихся под воздействием техногенных изменений окружающей среды.

Проведенные исследования [2–5] показали, что природоохранный подход к процессу проектирования горного предприятия может выражаться в следующей схеме: имеется природная система, одним из элементов которой является месторождение полезных ископаемых; при разработке месторождения требуется получить заданный объем продукции с требуемым качеством и определенным уровнем экономических показателей; разработка месторождения должна осуществляться при строгом соблюдении требований охраны окружающей среды, для чего в процессе проектирования необходимо выявить и оценить воздействие процесса освоения месторождения на природные ресурсы, его долгосрочные экологические последствия.

Пусть горное предприятие, выпускающее продукцию, максимизирует прибыль, производя определенное количество продукции Q_1 , при котором предельные издержки MC равны предельному доходу и рыночной цене (рис. 2).

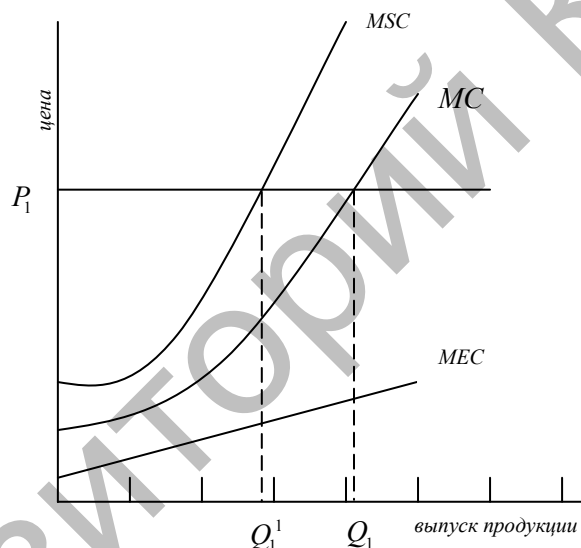


Рисунок 2. Изменение издержек производства на охрану окружающей среды (данные работы [6; 263])

Предприятие имеет выбросы, загрязняющие окружающую среду. Издержки, которые падают на второе предприятие (производство), страдающее от выбросов, изменяются по кривой предельных издержек (MEC). По мере того, как дополнительно выпускается продукция и сбрасываются дополнительные отходы, у второго предприятия увеличиваются дополнительные убытки (MEC).

Совокупные предельные издержки равны предельным общественным издержкам (MSC) двух предприятий и представляют собой предельные издержки производства (MC) плюс предельные внешние издержки (MEC) от загрязнения, т.е. $MSC = MC + MEC$.

Кривая предельных общественных издержек MSC пересекает линию цены при объеме продукции производства Q_1^1 . Так как источником загрязнения окружающей среды является одно предприятие, то рыночная цена продукта остается неизменной. Однако предприятие производит продукцию в объеме, большем чем Q_1^1 .

При сбрасывании отходов множеством предприятий (отраслью) (рис. 3) предельные издержки производства MC являются кривой совокупного предложения. Предельные издержки на охрану

окружающей среды, связанные с объемом производства отрасли MEC^1 , представляют собой сумму предельных издержек каждого объема производства.

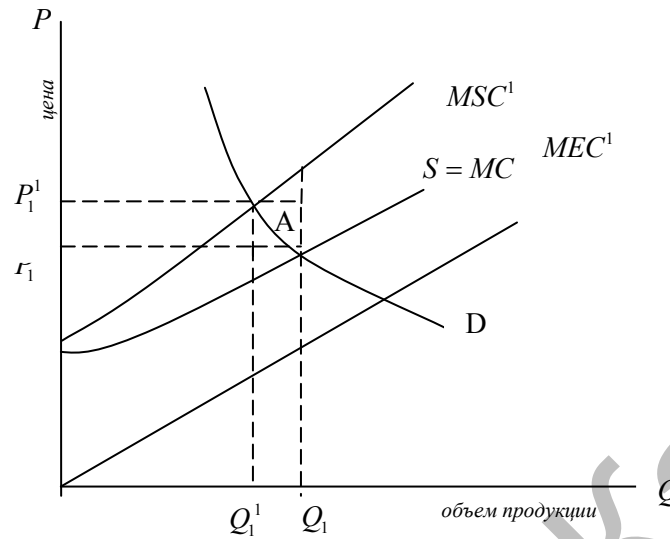


Рисунок 3. Издержки производства на охрану окружающей среды (данные работы [6; 264])

Кривая MSC^1 представляет собой сумму предельных издержек производства и предельных издержек на охрану окружающей среды для всех предприятий. В итоге $MSC^1 = MEC^1 + MC^1$.

Кривая спроса D измеряет предельную выгоду потребителей и изменяется в сторону снижения при увеличении объема выпускаемой продукции. Эффективный объем производства Q^1 находится на пересечении кривых предельных общественных издержек MSC^1 и спроса D . Конкурентный объем производства отрасли равен Q_1 и находится на пересечении кривой спроса D и кривой предложения MC^1 . Объем производства отрасли слишком велик.

Экономическая неэффективность проявляется как избыточное производство, которое вызывает слишком большой сброс в окружающую среду. Причина неэффективности заключается в неправильном ценообразовании. Рыночная цена P_1 низка и отражает издержки отрасли, а не предельные общественные издержки. При высокой цене P^1 объем производства будет эффективным. Потери общества от неэффективности складываются из суммы разности между MSC^1 и D каждого дополнительного объема продукции и равны площади треугольника A . Выбросы отходов производства в окружающую среду приводят к неэффективности в краткосрочные и долгосрочные периоды.

Соответствующим образом спроектировать и построить предприятие можно, используя определенный научный подход, позволяющий соединить в одной модели технологию горного производства и характеристики природных ресурсов, их техногенных изменений. В настоящее время решается большое количество отдельных задач в области рекультивации, очистки стоков, пылегазоулавливания и т.п. Однако совокупность этих задач имеет достаточно фрагментарный характер, не базируясь на единой научной основе, состояние же и структура воздействия горной промышленности на природу таковы, что отыскание оптимальных народнохозяйственных решений может быть достигнуто лишь с использованием системного подхода.

Природно-технологическую систему можно описать соотношением

$$S = \{X, Q\}, \quad (1)$$

где $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ — множество элементов x_i системы S . Через Q обозначено множество закономерностей изменения элементов x_i , их взаимодействие между собой и с внешней средой, ограничения и управления. Другими словами, множество Q представляет собой совокупность зависимостей, связывающих элементы x_i системы S .

Можно разделить природно-технологическую систему S на природную z и технологическую W подсистемы со своими подсистемами, элементами и связями:

$$z = \{Y, P\}; W = \{G, R\}, \quad (2)$$

тогда

$$S = z \cup W, \quad (3)$$

где \cup — символ объединения множеств.

Под природной системой понимается совокупность природных ресурсов (атмосферы, вод, земли и недр) и процессов, в них происходящих и их связывающих, а также показателей, описывающих состояние природных ресурсов и процессов (рельеф, мощность плодородного слоя, динамика водного баланса, температура воды и атмосферы, биологические характеристики и т.п.). Под технологической системой в данном случае понимается горное предприятие со всеми его объектами: рудником или карьером, отвалами, обогатительной фабрикой, шламохранилищами, транспортными и энергетическими коммуникациями, а также со всеми технологическими, энергетическими и другими процессами, связывающими эти объекты и их элементы (процессы выемки и транспортирования горной массы, процессы рыхления горных пород взрывом, передача электроэнергии к силовым установкам, откачка подземных вод и т.п.). При этом элементы как в природных, так и в технологических системах связаны определенными зависимостями, процессами, меняющимися во времени и в пространстве. Но поскольку процесс разработки месторождения связывает функционирование природных и технологических подсистем в одно целое, появляется подмножество природно-технологических связей, выражением которых является образование зон техногенного влияния на природную среду.

Обобщение хозяйственной деятельности отечественных горных предприятий, в частности угольных разрезов, показывает, что с целью разработки характеристик уровней опасного воздействия горных работ на окружающую природную среду горнопромышленной территории можно выделить следующие зоны распространения техногенных нарушений от горных работ:

- 1) зона непосредственного ведения горных работ в горном (карьерная выемка, работы по осушению) и земельном (отсыпка внешних отвалов, проходка траншей) отводах;
- 2) санитарно-защитная зона (СЗЗ) угольного разреза определяется расчетами или по ГОСТу и может быть увеличена при значительном масштабе ведения и влиянии горных работ на территорию, но не более чем в два раза;
- 3) зона территории горного, земельного отводов за СЗЗ угольного разреза;
- 4) зона прилегающих территорий к горному земельному отводу.

Исходя из классификаций экологического состояния ландшафта, нарушенности ОПС территории техногенезом в зависимости от его уровня интенсивности воздействия предлагается следующая классификация техногенного влияния производства угольных разрезов по уровню их опасного воздействия на ОПС:

а) неопасный уровень воздействия характеризуется тем, что все техногенные нарушения не выходят за границы СЗЗ угольного разреза, а за ней состояние окружающей природной среды (ОПС) близко к фоновому прилегающих территорий, геологическая среда (горные породы, почвы, поверхностные и подземные воды) имеет незначительные техногенные нарушения (коэффициент техногенной нарушенности $K_{\text{тн}} = 15\%$); состояние рельефа, флоры, фауны и в целом ландшафта естественное или близко к естественному; в целом территории СЗЗ и находящиеся за ней относят к ненарушенным;

б) низкий уровень опасного воздействия характеризуется тем, что за СЗЗ угольного разреза техногенные нарушения от горных работ имеют преимущественно локальный характер, а состояние ОПС отличается от ОПС близлежащих территорий, геологическая среда из-за нарушений незначительно видоизменена (коэффициент техногенной нарушенности $K_{\text{тн}} = 15-30\%$), что сказалось на рельефе, флоре, фауне и в целом на ландшафте, состояние которого можно оценить как удовлетворительное; территории СЗЗ и находящиеся за ней относят к слаборазрушенным;

в) средний уровень опасного воздействия характеризуется тем, что за СЗЗ угольного разреза в пределах горного, земельного отводов техногенные нарушения носят значительный характер (коэффициент техногенной нарушенности $K_{\text{тн}} = 31-40\%$), состояние ОПС здесь очень отличается от ОПС близлежащих к ним территорий, а геологическая среда из-за периодических нарушений, загрязнений техногенно нарушена, вследствие чего происходят в начальной стадии процессы видоизменения рельефа, угнетения флоры, фауны и в целом негативного преобразования ландшафта. Его состояние

оценивается как напряженное; территории СЗЗ и находящиеся за ней в незначительном распространении относят к умеренно нарушенным;

г) высокий уровень опасного воздействия характеризуется тем, что за СЗЗ угольного разреза в пределах горного, земельного отводов техногенные нарушения носят очень сильный, преобладающий характер ($K_{тн}$ достигает 41–60 %); состояние ОПС здесь сильно отличается от ОПС близлежащих к ним территорий, а геологическая среда из-за постоянной суммации техногенных нарушений сильно нарушена и подверглась значительному изменению; флора и фауна почти полностью подавлены и в целом превалирует полупустынный вид ландшафта. Все это оценивает состояние как конфликтное; территории СЗЗ и находящиеся за ней относятся к сильнонарушенным;

д) весьма опасный (катастрофический) уровень воздействия характеризуется тем, что в СЗЗ и пределах горного земельного отвода техногенные нарушения носят критический характер для ОПС ($K_{тн}$ достигает 61–80 % и более), а в ОПС близлежащих к ним территорий имеются следы влияния горно-хозяйственной деятельности (загрязнение, эрозия почв, подавление флоры, фауны); геологическая среда подверглась изменению; рельеф полностью изменен, а флора и фауна на территории преимущественно подавлены или отсутствуют, и в целом территория имеет вид пустынного («лунного») ландшафта. Его состояние оценивается как кризисное; территории СЗЗ и за ней относятся к очень сильно (необратимо) нарушенным.

Моделирование зон влияния может основываться на гипотезе, согласно которой любая часть пространства и все материальные объекты, заключенные в ее границах, могут быть условно представлены в каждый момент времени в виде множества точек с их координатами и присвоенными им качественными признаками.

Таким образом, территория, на которой располагается предприятие, тот или иной технологический объект (отвал, карьер, шламонакопитель), структура недр, топографические и экологические особенности местности, границы зон влияния, транспортные коммуникации — все это может быть представлено в виде упорядоченной совокупности пространственно-ориентированных точек, несущих определенную качественную информацию. Любой источник влияния, образующий зону, может быть определен как точечный, линейный или плоскостной (последние два могут рассматриваться как совокупность соответствующих точечных источников).

Геометрический центр каждого элемента из описываемой части среды (пространства или плоскости) обозначается через a , следовательно, имеется некое множество A таких элементов, которые можно считать находящимися в состоянии A .

Если учесть, что различные части описываемого объема (площади) имеют различные качественные характеристики, то это различие присуще и характеристикам точек a . Таким образом, множество, характеризующее исследуемую часть пространства, можно представить как объединение некоторых разнокачественных подмножеств A_i :

$$A = \bigcup_{i=1}^n A_i ; (\forall a \in A_i) \Rightarrow a \in A, \quad (4)$$

где каждое a , принадлежащее подмножеству A_i , принадлежит и множеству A .

Под воздействием источника влияния некоторая часть среды переходит в состояние B , формируя зону влияния источника. При этом образуется подмножество B элементов b_i среды с измененными свойствами, составляющих зону влияния.

Распространение влияния на среду по одному направлению от точечного источника q с одноименно обозначенными качественными характеристиками можно представить в виде вектора \overline{V}_k , длина которого зависит от качественных признаков среды в заданном направлении. Любой вектор \overline{V}_k можно представить как подмножество точек b_i , являющееся частью множества B элементов, составляющих зону влияния: $(\forall b_i \in V_k) \Rightarrow b_i \in B$.

Точечно-координатная интерпретация большого объема информации о зонах техногенного влияния, формирующих их объектах, качественных характеристиках территорий, на которых ведутся горные работы, позволяет унифицировать эти сведения, использовать разнообразные математические

методы и автоматизированный подход, без чего практически невозможна комплексная оценка влияния горного производства на окружающую среду.

Использование геоинформационных методов открывает возможность создания автоматизированных систем сбора, хранения и обработки экологической информации на действующих предприятиях и в проектных институтах, создает единую основу для системного решения широкого круга природоохранных задач в горном деле.

Зная закономерность воздействия источника влияния на элементы среды, т.е. отображение $\{q\} \xrightarrow{f} A$, можно определить протяженность зоны влияния B в каждом направлении и, таким образом, определить ее границы. Аналогичный подход используется для линейных и плоскостных источников влияния.

Отображение f представляет собой для каждого конкретного вида воздействия на окружающую среду ту зависимость или расчетный, методический аппарат, который позволяет определить параметры зоны влияния. Для расчета параметров зон техногенного влияния в конкретных случаях могут применяться различные методы и подходы.

В заключение следует отметить, что к настоящему времени достигнут определенный успех в решении задач охраны окружающей среды в различных отраслях, в том числе в горнодобывающей промышленности. Научные и технологические решения задач охраны окружающей среды в зависимости от конкретных условий имеют как детально разработанный, так и поверхностно-постановочный характер. Общим для всех существующих научно-технических решений является либо их узкая направленность (по отраслевым интересам, по отдельным направлениям воздействия на природную среду), либо отсутствие единой научной основы при более широком подходе. Главным и общим недостатком является недостаточная реализация системного подхода в научном решении горно-экологических задач. Как показали проведенные исследования, увеличение масштабов нарушений окружающей среды по-прежнему опережает рост объемов и эффективности природоохранных работ, и этот разрыв в ближайшее десятилетие, вероятно, будет увеличиваться. В сложившемся положении, очевидно, необходим нетрадиционный подход к оценке эффективности горного производства, учитывающий прямое и косвенное вовлечение многих природных ресурсов в процесс добычи и переработки полезных ископаемых, потребление этих природных ресурсов. Другими словами, необходимо проектировать, оценивать эффективность и создавать не отдельное горно-обоганительное предприятие, а природно-технологическую систему, в которой взаимодействуют технологические, техногенные и природные элементы и процессы.

Список литературы

- 1 Штурт М.Я. Безотходная технология. Утилизация отходов добычи и переработки твердых горючих ископаемых. — М.: Недра, 1986. — 255 с.
- 2 Современная экономика. Общеобразовательный учебный курс. — Ростов н/Д.: Феникс, 1996. — 608 с.
- 3 Каренов Р.С. Эколого-экономические проблемы в условиях рынка (на материалах горной промышленности). — Алматы: Ғылым, 1998. — 304 с.
- 4 Певзнер М.Е., Костовецкий В.П. Экология горного производства. — М.: Недра, 1990. — 235 с.
- 5 Архитов Н.А., Ельчанинов Е.А., Горбачев Д.Т. Добыча угля и рациональное природопользование. — М.: Недра, 1987. — 285 с.
- 6 Шокабаев Т. Микроэкономика промышленности: Учебник. — Алматы: Респ. издат. кабинет Казахской акад. образования им. И.Алтынсарина, 1999. — 367 с.

Р.С.Каренов

Кен өндіру жұмыстарын жүргізуден болатын техногенді бұзылыстардың таралу аумақтарын бөліп көрсету кешенді кен-экологиялық міндеттерді шешудің ғылыми негізі ретінде

Жанғыш қатты пайдалы қазбаларды қазып шығару, байыту, өртеу, газдандыру және гидрогенизациялау кезінде қалдықтардың түзілуі қарастырылған. Кен өндірісі кәсіпорны маңында табиғи ортасына зиян келтірілген аумақтар болатыны жөнінде айтылған. Қоршаған ортаға келтірілген зиянның мөлшері кен өндірісі өнімнің сапасы мен көлеміне қарай өзгеретіні көрсетілген. Кен орындарын игеруді қоршаған ортаны қорғау талаптарын қатаң сақтау жағдайында жүзеге асыру қажеттігі дәлелденген, ол үшін жобалау үдерісінде кен орнын игеру дәрежесінің табиғи ресурстарға ықпалын, оның ұзақ мерзімді экологиялық салдарын бағалау қажеттігі дәлелденген. Көмір кеніштері материалдары негізінде кен жұмыстарының қоршаған ортаға қауіпті ықпалының деңгейінің сипаттамасын жасау мақсатында кен жұмыстары салдарынан техногенді бұзылыстардың таралуының бірнеше аумағын бөліп көрсетуге болатындығы айтылған. Болашақта жекелеген кен байыту кәсіпорнын жобалаудың орнына технологиялық, техногенді және табиғи элементтері мен үдерістері өзара әрекеттесетін табиғи технологиялық жүйе құру қажеттігі негізделген.

Formation of a waste at extraction, enrichment, burning, gasifications and hydrogenations of firm combustible minerals is considered. It is noticed that round the mountain enterprise the territory on which deterioration of a condition of environment takes place settles down. It is underlined that the sizes and qualitative parameters of zones of influence characterize influence mountain manufacture on environment. It is proved that working out of deposits should be carried out at strict observance of requirements of preservation of the environment for what in the course of designing it is necessary to estimate influence of degree of development of a deposit on natural resources, its long-term ecological consequences. On materials of coal cuts are shown that for the purpose of working out of characteristics of levels of dangerous influence of mountain works it is possible to allocate some zones of distribution of technogenic infringements for environment of mining territory from mountain works. It is proved that in the future it is necessary to project and create not the separate mountain-concentrating enterprise, and natural-technological system in which technological, technogenic both natural elements and processes cooperate.

УДК 551.553.6:504

Е.В.Лаврова, С.А.Талжанов

Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова

Ключевые географические объекты межзональной (дальней) комплексной географической практики студентов специальности «050116 — География»

В статье дана комплексно-географическая характеристика объектов, посещенных во время практики студентами биолого-географического факультета. Отмечено, что статья знакомит с ходом и программой дальней практики. Рассмотрена высотная поясность Заилийского Алатау. Определена роль данной практики в учебном процессе студентов специальности «050116-География».

Ключевые слова: практика, ландшафтные зоны, маршрут, горы, высотная поясность, окрестности, долины рек, склоны, пашни, леса.

Учебные полевые практики являются неотъемлемой частью образовательного процесса студентов, обучающихся по специальности «050116 — География». Студенты кафедры географии биолого-географического факультета с 13 по 24 сентября 2011 г. проходили комплексную географическую практику по маршруту Караганда–Алматы–Караганда.

Дальняя комплексная зональная практика имеет свои особенности: должна проходить на удаленных от университета территориях, которые вполне отвечают необходимым требованиям для проведения комплексной географической практики. Студенты-географы побывали в различных ландшафтных зонах, изучали разнообразные природные процессы.