

ШАХТА КАК ТЕХНОГЕННО-ПРИРОДНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Б.И. Машковцев, Е.В. Станис

*Экологический факультет, Российский университет дружбы народов,
Подольское шоссе, 8/5, 113093, Москва, Россия*

Угольная шахта является относительно самостоятельным комплексом, состоящим из нескольких подсистем различного уровня. Как любая экосистема она проходит три стадии в своем развитии: становления, устойчивого развития и перехода в другое качество. Шахту можно рассматривать как техногенно-природную экосистему.

Шахта представляет относительно самостоятельный комплекс, которому присущ ряд специфических черт, что позволяет классифицировать шахту как экологическую систему. К этим чертам относятся: изолированность подземных горных выработок от поверхности земли; наличие абиотической и биотической составляющих, находящихся в определенной взаимосвязи. В течение времени своего существования шахта проходит через три фазы развития: становления, равновесия (устойчивого развития) и перехода в другое качество, имеющие различную продолжительность. Фаза становления — последовательное включение всех подсистем (изыскание источников финансирования, разведка месторождения, его вскрытие и подготовка, подбор коллектива, обустройство социальной сферы, относительно небольшое воздействие на природную среду). Фаза равновесия (устойчивого развития) — добыча угля, причем продолжительность этой фазы должна быть максимальной при рациональном использовании ресурсов, удовлетворении потребностей социальной сферы и соблюдении экологической безопасности. Фаза перехода в другое качество — постепенное отключение подсистем. Данная фаза может стать самой «болезненной» в плане воздействия на социум, поэтому подготовка к переходу в эту фазу должна вестись заблаговременно в течение фазы устойчивого развития. Помимо этого упомянутые черты отличаются рядом особенностей. Так, подземное пространство (горные выработки), как, впрочем, и поверхностный комплекс шахты, являются результатом целенаправленной техногенной деятельности человека и служат для решения определенной задачи — добычи полезного ископаемого. Биотическая составляющая шахты интересует нас не с точки зрения наличия под землей тех или иных видов флоры, фауны или микроорганизмов, а как социальная общность, обладающая определенным мировоззрением, имеющая биологические, экономические и другие потребности и стремящаяся к их максимальному удовлетворению.

При прохождении через все три фазы своего существования социальная и природная компоненты экосистемы шахты активно взаимодействуют между собой, оказывая при этом существенное влияние на внешние поверхностные экосистемы и получая такое же влияние извне. Причем, указанное взаимодействие и взаимовлияние происходит на различных уровнях экосистем. При этом чем выше уровень, тем больше может быть степень происходящих изменений.

Таким образом, шахта рассматривается как техногенно-природная экологическая система, состоящая из подсистем (ПС) разных уровней, важнейшими из которых являются три ПС первого уровня: «биосферные ресурсы», «социотехносфера» и «биосферные сбросы». Сама шахта в целом, как и ее подсистемы, не являются замкнутыми и связаны между собой перемещением энергии, мате-

риалов, продуктов и отходов производства, людских ресурсов, капитала и других элементов (рис.).

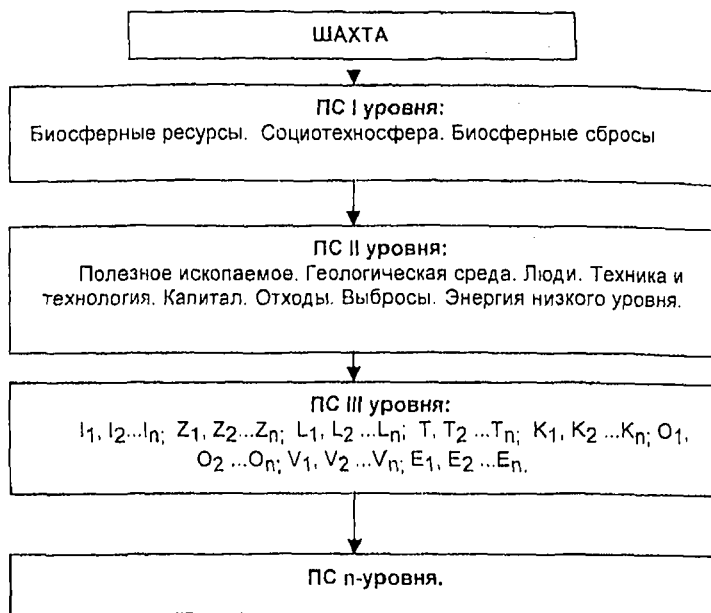


Рис. Структура экосистемы шахты

Каждая PS I уровня состоит из нескольких PS II уровня, те, в свою очередь, — III уровня и так далее, образуя многоуровневую структуру, имеющую как вертикальные, так и горизонтальные связи между отдельными элементами (подсистемами). При этом чем выше уровень, тем большее значение имеет надежность элемента для функционирования системы в целом.

Подсистема биосферных ресурсов сформировалась в результате преобразования солнечной энергии в накопленную энергию ископаемого топлива (угля) и длительного действия геологических процессов в литосфере. Подсистемами II уровня для данной подсистемы являются «полезное ископаемое» и «геологические условия». Для полезного ископаемого подсистемами III уровня ($I_1, I_2 \dots I_n$) являются: качество угля как топлива или химического сырья, физико-механические свойства, зольность, влажность, склонность к внезапным выбросам и возгоранию, газоносность, нарушенность и ряд других параметров. Здесь же можно выделить PS IV уровня: микроструктуру угля, газо- и влагопроницаемость, абразивность, калорийность и т.п.

Геологическая среда состоит из подсистем III уровня ($Z_1, Z_2 \dots Z_n$): глубины разработки, горного давления, температуры, углов падения, мощности угольных пластов и вмещающих пород, геологической нарушенности шахтного поля, гидрогеологических условий, газоносности, физико-механических свойств, радиоактивности, удароопасности.

Подсистема «биосферные ресурсы», являясь невозобновимой, подвергается сама по себе постоянно возрастающему экологическому риску — полному исчерпанию в не столь отдаленное время. Для снижения степени этого риска темпы потребления ресурса не должны превышать темпов его замены на возобновимые источники энергии. Например, это возможно путем систематического вложения части доходов от эксплуатации угольных месторождений в разработку новых методов

получения энергии (солнечная и ветровая энергетика, термоядерный синтез и т.д.), чтобы после исчерпания промышленных запасов угля было обеспечено эквивалентное получение энергии из возобновимых или неисчерпаемых ресурсов. Однако отказ (т.е. в данном случае — исчезновение) подсистемы I уровня приведет к прекращению функционирования всей экосистемы шахты в том качестве, в котором она существует как источник ископаемого сырья. В дальнейшем можно использовать, например, подземные выработанные пространства для складирования и захоронения отходов, но качество экосистемы изменится. То есть, подсистема «биосферные ресурсы» проходит через те же три фазы существования, как и любая экосистема. Но в данном случае фаза становления длится миллионы лет, тогда как фазы равновесия и климакса имеют такую же продолжительность, как и для всей экосистемы шахты.

Подсистема «социотехносфера» включает подсистемы II уровня: людей (персонал и члены семей), технологию, оборудование, капитал. Подсистемы III уровня представляют собой: ($L_1, L_2 \dots L_n$) — социальные факторы (структура социальных групп работающих, квалификация персонала, социально-психологический климат коллектива и его поведенческие особенности, равно как и отдельной личности, системы социального управления производством и бытовой сферой, потребности и возможность их удовлетворения); ($T_1, T_2 \dots T_n$) — схемы вскрытия, подготовки и системы разработки, технология очистных работ, применяемое во всех звеньях технологической цепи оборудование, вентиляция горных выработок; ($K_1, K_2 \dots K_n$) — финансовые факторы (форма предприятия, государственные программы, банковские кредиты и инвестиции, себестоимость и цена продукции, размер заработной платы, цены на электроэнергию, транспорт и оборудование, финансирование социальной сферы, затраты на экологические мероприятия, экономические связи с другими предприятиями). Социотехносфера имеет выход на внешние экосистемы, отдавая готовую продукцию и получая необходимые в процессе производства энергию, оборудование и материалы за счет финансовой деятельности. Выход из строя этой подсистемы (забастовки, отказ основного оборудования, прекращение финансирования или банкротство предприятия) приведет к деструкции экосистемы шахты.

Подсистема «биосферные сбросы» также включает подсистемы II уровня. К ним относятся «отходы», «выбросы» и «энергия низкого уровня». Под подсистемой «отходы» понимаются утилизируемые или складированные отходы, возникающие в процессе производства, которая включает ПС III уровня $O_1, O_2 \dots O_n$ (пустая порода от проходки полевых выработок и подрывки почвы и кровли пласта, извлекаемый при дегазации метан, шахтные воды, откачиваемые из горных выработок). Подсистема «выбросы» (III уровень - $V_1, V_2 \dots V_n$) включает в себя материальные загрязнения атмосферы, поверхностных и подземных вод, почвы, изменение рельефа и гидрологических параметров поверхности. Подсистемы III уровня, относящиеся к «энергии низкого уровня» ($E_1, E_2 \dots E_n$), — это все виды энергетических выбросов (тепловое, радиоактивное, электромагнитное, шумовое), оказывающие воздействие на окружающую среду. ПС «биосферные сбросы» оказывает непосредственное воздействие на внешние экосистемы и состояние биосферы, причем это воздействие может сказываться на значительных расстояниях от шахты, например, при переносе загрязнений воздушными массами или поверхностными водами.

Для данной ПС понятие надежности заключается в сведении к минимуму воздействия на биосферу, и степень риска определяется количеством и интенсивностью этого воздействия. Отказ ПС биосферных сбросов будет означать, что экологический ущерб, причиняемый окружающей среде, превышает положи-

тельный эффект, получаемый при функционировании экосистемы шахты, что приведет к невозможности ее существования.

Продолжительность фаз существования для ПС «социотехносфера» и «биосферные сбросы» шахты больше, чем ПС «биосферные ресурсы», хотя, несмотря на прекращение «продукции» сбросов, их воздействие на биосферу может сказываться в течение длительного периода.

Внутри самой экосистемы шахты все ПС I уровня взаимосвязаны между собой, причем их взаимное влияние осуществляется через ПС более низких уровней. Установление закономерностей указанного влияния одних факторов на другие зачастую является сложной научной задачей, которая не всегда поддается решению современными методами исследований.

Влияние ПС «биосферные ресурсы» на социотехносферу» осуществляется как через факторы I_n , так и Z_n . Например, склонность пласта к внезапным выбросам предопределяет применение специальных мероприятий при добыче угля и проведении пластовых выработок. Причем выбор этих мероприятий зависит, во-первых, от степени выбросоопасности пласта, а, во-вторых, от горно-геологических условий залегания (наличия смежных пластов, которые могут быть использованы как защитные, угла падения, газопроницаемости пород и т.д.). В свою очередь опасность внезапных выбросов может быть снижена через факторы L_n , T_n и K_n путем специальной подготовки работников, применения соответствующих ресурсосберегающих технологий добычи при вложении соответствующих средств.

То есть, в данном случае снижение экологического риска при функционировании ПС «биосферные сбросы» должно регулироваться государственным управлением, системами налогообложения и штрафования путем установления финансовых льгот предприятиям, добывающимся установленных нормативов воздействия на компоненты биосферы.

Выводы. Шахта представляет собой техногенно-природную экологическую систему, состоящую из подсистем различных уровней. Подсистемы высшего порядка (I уровня) взаимосвязаны между собой, а их взаимное влияние осуществляется через подсистемы более низких уровней. Подсистемами I уровня являются биосферные ресурсы, социотехносфера и биосферные сбросы, для каждой из которых, как и для всей экосистемы шахты, характерно прохождение через три фазы существования: становления, равновесия и перехода в другое качество. Подготовка перехода от одной фазы к другой не должна осуществляться в течение более ранних фаз.

MINE AS TECHNO-NATURAL ECOLOGICAL SYSTEM

B.I. Mashkovtsev, E.V. Stanis

*Ecological Faculty, Russian Peoples' Friendship University
Podolskoye shosse, 8/5, 113093, Moscow, Russia*

The colliery is rather independent complex consisting of several subsystems of a various level. As any ecological system it passes three stages in the development: foundation, steady development and transition into other quality. The mine can be considered as techno-natural ecological system.