

*Е.В. Врагова***Методика декомпозиции комплекса рекультивационных мероприятий в местах нефтеразлива в элементарные фрагменты представления информации***E.V. Vragova***Decomposition Methods for the Soil Re-cultivation in Oil Spread Places to Elementary Information Fragments**

Предложена методика декомпозиции сведений, составляющих данные о рекультивационных работах в местах нефтеразлива и оценки информационной емкости полученных данных.

Ключевые слова: рекультивация, нефтеразлив, декомпозиция.

The article describes technique to decompose data containing information about soil re-cultivation of spill sites and evaluating the information capacity of these data.

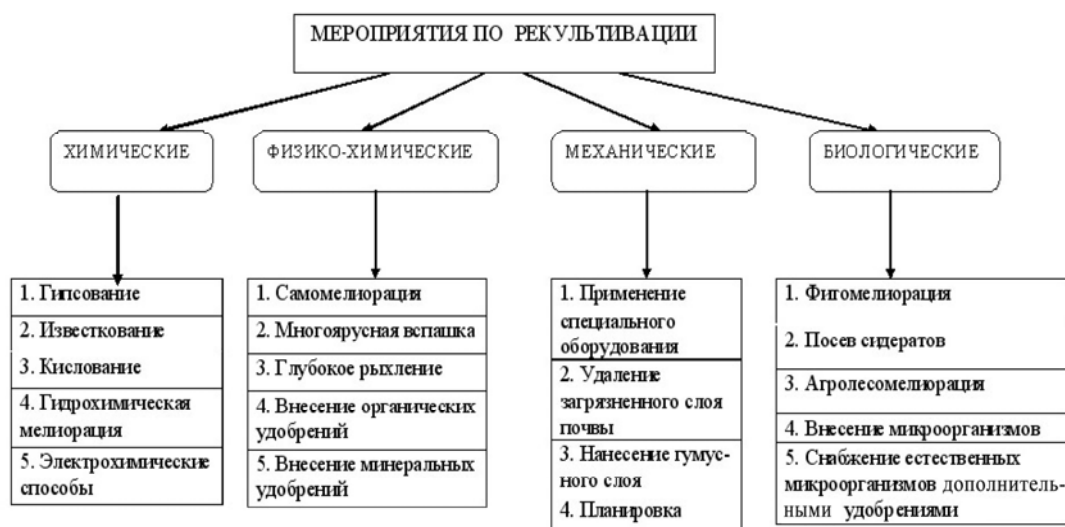
Key words: re-cultivation, oil spill, decomposition.

Под рекультивацией понимается комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народно-хозяйственной ценности нарушенных земель, а также улучшения условий окружающей среды в соответствии с интересами общества (ГОСТ 17.5.01-83).

Рекультивация нефтезагрязненных земель всегда связана с изучением конкретного объекта, который, как правило, имеет сложную логическую структуру. Информацию, характеризующую объект изучения, или сведения, составляющие предметную область рекультивационных работ, декомпозируют, т.е. расчленяют по уровням на части, выделяя мероприятия по рекультивации, методы, способы и т.д. Отдельные части, на которые расчленяется информация, имеют неодинаковое семантическое значение. Например, общие закономерности изучаемого процесса – это наиболее важная часть объекта рекультивационных

мероприятий, формулы, описывающие процесс, – наименее важная, какой-то отдельный случай (проявление) изучаемого объекта – еще менее важная часть. Признаки (основания декомпозиции), по которым производится расчленение информации, могут быть самыми разными. Они зависят от содержания и от принятой методики. Количество уровней декомпозиции и число элементов на каждом уровне также определяются этими условиями [1, 3].

Таким образом, при формальном описании процессов организации информации, образующей рекультивационные работы (рис.), мы сталкиваемся с необходимостью структурирования всех ее фрагментов в некоторую иерархически организованную систему, общая характеристика которой будет включать количество уровней разложения, числом элементов на каждом уровне и числом ветвей разложения.



Комплекс рекультивационных работ

Идея теоретико-множественного моделирования заключается в том, что вся подлежащая изучению информация представится в виде иерархии множеств [2, 3]. Множество подразумевает определенную совокупность объектов природы: предметов, явлений, символов, знаний, сведений и пр.

В качестве универсального множества принимаем множество P , обозначающее сведения, составляющие содержание изучаемого объекта:

$$P = A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_i \cup \dots \cup A_k,$$

где $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_k$ – подмножества, обозначающие сведения, описывающие соответственно 1, 2, ..., i , ..., k -ую (конечную) часть предметной области знаний.

По своему составу и структуре сведения, содержащиеся в множествах $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_k$, представляют собой законченную логическую конструкцию, которая может быть использована в качестве конкретного файла, соответствующего определенному нефтеразливу. Это позволяет считать, что организованные таким образом множества сведений составляют элементарную или общую задачу рекультивации.

Части сведений, описывающие соответственно 1, 2, ..., i , ..., k -ую части рекультивационной задачи, назовем порцией. Каждое из множеств $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_k$ в общем случае представляет собой сложную логическую конструкцию, которая представится как объединение множества элементарных сведений, составляющих подмножества $B_1, B_2, \dots, B_j, \dots, B_l$:

$$A_i = B_{i,1} \cup B_{i,2} \cup \dots \cup B_{i,j} \cup \dots B_{i,l},$$

где i – индекс, который указывает, что данные множества являются подмножествами A_i , т.е. $B_{i,j} \in A_i$.

Условимся называть любое из множеств $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_k$ множеством типа A , любое из множеств $B_{i,1}, B_{i,2}, \dots, B_{i,j}, \dots, B_{i,l}$ – множеством типа B . При необходимости указать более конкретно класс множеств будем называть их множествами типа A или типа B с указанием соответствующего индекса. Например, множествами типа $B_1, B_2, \dots, B_j, \dots, B_l$ являются те множества, у которых $i = 1, 2, \dots, l$. Аналогичные значения будут применяться по отношению к другим множествам, например, типа C, D, E, F . Условимся также последовательностью знаков латинского алфавита обозначать иерархию разложения: $A \in B \in C \in D \in E \in F$, т.е. множество типа C всегда является подмножеством множеств типа B , которые в свою очередь входят в состав множеств типа A . Таким образом, множество A определяет общее, наиболее полное знание, а все включаемые в него подмножества определяют некоторые его фрагменты до самого элементарного действия по рекультивации, как совокупности порций представляемых специалисту-экологу сведений из описанной предметной области. Понятно, что количество ступеней разложения представляемого знания может быть неограниченным.

Продолжая исследование множества типа B , заметим, что по своему содержанию и структуре эти множества составляют соответственно 1, 2, ..., j , ..., l -ую части тех сведений, которые содержатся в множествах типа A . Будем считать, что объединение множеств типа B_i исчерпывающе характеризует тот объект, полная информация о котором содержится в множестве A_i .

Подобным же образом каждое из множеств типа B_i можно представить объединением подмножеств типа C :

$$B_{i,j} = C_{ij1} \cup C_{ij2} \cup \dots \cup C_{ija} \cup \dots \cup C_{ijm},$$

где i, j – индексы, указывающие тип множества B , в состав которого входят данные подмножества типа C . Например, C_{ija} является a подмножеством множества B_{ij} или $C_{ija} \in B_{ij}$. Следовательно, приведенную выше схему декомпозиции можно развивать сколь угодно долго, а количество слоев иерархии сведений, предлагаемых для рекультивационных работ, будет определяться степенью разнообразия, изученности системы и степенью детализации описания рекультивационных модулей-этапов, которые составят все рекультивационные работы. Элементы последнего уровня иерархии будем считать элементарными логическими посылками, которые условимся обозначать малыми буквами латинского алфавита.

Таким образом, декомпозиция рекультивационных работ по уровням представления – мероприятия по рекультивации, методы, способы, подходы, подразделы, файлы, элементарные сведения и т.д. – может быть осуществлена по схеме:

$$P = A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_i \cup \dots \cup A_k;$$

$$A_i = B_{i,1} \cup B_{i,2} \cup \dots \cup B_{i,j} \cup \dots B_{i,l};$$

$$B_{i,j} = C_{ij1} \cup C_{ij2} \cup \dots \cup C_{ija} \cup \dots \cup C_{ijm};$$

$$\dots \dots \dots$$

$$E_{ija\dots z1} = l_{ija\dots z1} \cup l_{ija\dots z2} \cup l_{ija\dots zq} \cup \dots \cup l_{ija\dots zn},$$

где k, l, m, n – количество элементарных логических посылок (отношений) или конструкций.

Если моделируется ограниченное количество информации, то количество порций сведений, логических конструкций и элементарных логических посылок можно считать конечным, т.е. k, l, m, n – суть конечные числа.

В качестве примера рассмотрим мероприятия по рекультивации нефтезагрязненных земель – биологические методы. Сведения, составляющие всю предметную область, обозначим через P , а сведения, составляющие отдельные разделы, скажем, агролесомелиорация, фитомелиорация, внесение микроорганизмов и т.д., – через $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_k$, тогда $B_1, B_2, \dots, B_j, \dots, B_l$ будут содержать сведения самостоятельных разделов, составляющих описанные выше блоки, т.е. B_{ij} – множество, содержащее

сведения j -го блока, входящего в i -ую предметную область рекультивации.

Соответственно содержание каждой подсистемы предметной области как целого, состоящего из отдельных блоков, может быть представлено следующим образом:

$$\begin{aligned} A_1 &= B_{1,1} \cup B_{1,2} \cup \dots \cup B_{1,j} \cup \dots B_{1,l,1}; \\ A_2 &= B_{2,1} \cup B_{2,2} \cup \dots \cup B_{2,j} \cup \dots B_{2,l,2}; \\ &\dots \dots \dots \\ A_i &= B_{i,1} \cup B_{i,2} \cup \dots \cup B_{i,j} \cup \dots B_{i,l,i}; \\ A_k &= B_{k,1} \cup B_{k,2} \cup \dots \cup B_{k,j} \cup \dots B_{k,l,k}. \end{aligned}$$

Обозначим через $C_{ij1}, C_{ij2}, \dots, C_{ija}, \dots, C_{ijm}$ информацию, описывающую отдельные сведения, составляющие блок знаний, запишем состав каждого блока в виде:

$$\begin{aligned} B_{11} &= C_{111} \cup C_{112} \cup \dots \cup C_{11a} \cup \dots \cup C_{11m(11)}; \\ B_{12} &= C_{121} \cup C_{122} \cup \dots \cup C_{12a} \cup \dots \cup C_{12m(12)}; \\ &\dots \dots \dots \\ B_{1j} &= C_{1j1} \cup C_{1j2} \cup \dots \cup C_{1ja} \cup \dots \cup C_{1jm(1j)}; \\ &\dots \dots \dots \\ B_{1l1} &= C_{1l11} \cup C_{1l12} \cup \dots \cup C_{1l1a} \cup \dots \cup C_{1l1m(1l1)}; \\ B_{21} &= C_{211} \cup C_{212} \cup \dots \cup C_{21a} \cup \dots \cup C_{21m(21)}; \\ B_{22} &= C_{221} \cup C_{222} \cup \dots \cup C_{22a} \cup \dots \cup C_{22m(22)}; \\ &\dots \dots \dots \\ B_{2j} &= C_{2j1} \cup C_{2j2} \cup \dots \cup C_{2ja} \cup \dots \cup C_{2jm(2j)}; \\ B_{2l2} &= C_{2l21} \cup C_{2l22} \cup \dots \cup C_{2l2a} \cup \dots \cup C_{2l2m(2l2)}; \\ &\dots \dots \dots \\ B_{il1} &= C_{il11} \cup C_{il12} \cup \dots \cup C_{il1a} \cup \dots \cup C_{il1m(i1)}; \\ B_{il2} &= C_{il21} \cup C_{il22} \cup \dots \cup C_{il2a} \cup \dots \cup C_{il2m(i2)}; \\ &\dots \dots \dots \\ B_{ij} &= C_{ij1} \cup C_{ij2} \cup \dots \cup C_{ija} \cup \dots \cup C_{ijm(ij)}; \\ &\dots \dots \dots \\ B_{ili} &= C_{ili1} \cup C_{ili2} \cup \dots \cup C_{ilia} \cup \dots \cup C_{ilim(ili)}; \\ &\dots \dots \dots \\ B_{k1} &= C_{k11} \cup C_{k12} \cup \dots \cup C_{k1a} \cup \dots \cup C_{k1m(k1)}; \\ B_{k2} &= C_{k21} \cup C_{k22} \cup \dots \cup C_{k2a} \cup \dots \cup C_{k2m(k2)}; \\ &\dots \dots \dots \\ B_{kj} &= C_{kj1} \cup C_{kj2} \cup \dots \cup C_{kja} \cup \dots \cup C_{kjm(kj)}; \\ &\dots \dots \dots \\ B_{klk} &= C_{klk1} \cup C_{klk2} \cup \dots \cup C_{klka} \cup \dots \cup C_{klkm(klk)}; \end{aligned}$$

где $C_{1ja}, C_{2ja}, \dots, C_{ija}, \dots, C_{kja}$ – сведения, составляющие содержание информационных блоков $B_{11}, \dots, B_{il}, \dots, B_{k1}$.

Уровень детализации представления можно ограничить в зависимости от конечного процесса рекультивации как общих, так и частных. В самом тривиальном случае уровень детализации обучения устанавливается государственным стандартом ГОСТ 17.5.01-83. Однако уровень детализации может устанавливаться (и так часто делается) непосредственно потребителем рекультивационных работ. В этом случае рекультивационные работы упорядочены регламентом, который формируется непосредственно нефтяной компанией. Примером этому может быть более глубокое изучение разделов биологических методов рекультивации и пр. Сегодняшние оценки рекультивации для этих «отклонений» звучат как «научные исследования», «профессиональная необходимость», однако функциональная суть «отклонений» однозначна – это рекультивация на инновационной основе с более высокими конечными результатами и сокращением сроков проведения рекультивационных работ на выбранные направления. Рекультивация земель практически связана с элементами научного поиска, ибо знания, которые могут быть интересны экологу (сведения ему приходится собирать по разрозненным фрагментам, «крохам» из различных источников), – залог высоких результатов рекультивационных работ, так как они в данном случае определяются не только трансляцией сведений из источника знаний, но и опытом творческой деятельности исполнителей.

Декомпозиция рекультивационных работ по приведенной схеме не может осуществляться до тех пор, пока не будут получены «элементарные фрагменты», например, «новый метод» (d_{ija1}), подход (d_{ija2}), микроорганизм (d_{ijan}) и пр., т.е. не будет выполнено разложение: $C_{ija1} = d_{ija1} \cup d_{ija2} \cup \dots \cup d_{ijab} \cup \dots d_{ijan}$ где: $d_{ija1}, d_{ija2}, \dots, d_{ijab}, \dots, d_{ijan}$ – соответственно 1, 2, ..., b , ..., n -ая характеристики (ija)-го элемента.

Если подробной информации о рекультивации не требуется, то декомпозиция предметной области завершается. В противном случае необходимо определить более низкий уровень представления знаний, например:

$$D_{ijab} = e_{ijab1} \cup e_{ijab2} \cup \dots \cup e_{ijabn}.$$

Разложение множества типа C осуществляется аналогично. Однако количество уровней разложения для каждого C одного типа будет значительно большим, чем в приведенной выше иерархии, ибо в данном случае мы описываем ветвящийся процесс, для которого справедливо следующее правило: «число строк каждого последующего разложения равно сумме элементов, содержащихся в каждой из строк предыдущего разложения» [1].

Анализируя построенную модель, отметим, что предложенная декомпозиция общих знаний рекультивационных работ в элементарные фрагменты основана лишь на формальных (структурных) основаниях. Логические связи между этими фрагментами, скорее, определяются условиями классификации, структуризации явлений и сведений о них, а также моделей, описывающих эти явления. Эта проблема объективно определяет необходимость распределения информации для эффективного исследования процессов, т.е. по сути формирования распределенной структуры представления методов рекультивации.

Возможным методологическим приемом декомпозиции рекультивационных работ является построение пирамиды знаний о процессах. Здесь мы отметим, что процедуры теоретико-множественной декомпозиции общего знания на элементарные его фрагменты должны базироваться и ограничиваться условиями построения пирамиды знаний, а временные ограничения представления знаний следуют из условий функционирования конкретного метода рекультивации и объекта рекультивации.

Как следует из приведенной модели, процесс формального распределения порций сведений из того или иного метода рекультивации в наиболее оптимальной для восприятия специалиста последовательности представления знаний достаточно сложен и, соответственно, трудоемок. Он включает формальные процедуры декомпозиции (как это описано выше) и трудно формализуемые (эвристические) алгоритмы обеспечения и планирования рекультивационных мероприятий.

В рамках предложенной модели остается не выясненным: каким образом должно быть сформирова-

но все множество методов, обеспечивающих достоверные результаты проведения работ, представленных в соответствии с программой P и (или) ее фрагментов A, B, C, D в случае, если элементарные знания $d_{ija1}, d_{ija2}, d_{ija3}, \dots, d_{ijan}$ (каждое или часть) состоят из некоторого множества. Решение этой проблемы не отличается от схемы обсуждаемой выше. Рассмотренная декомпозиционная схема дополняется уровнем подходов V_{ijabnz} полностью «покрывающих» предметную область, предъявляемую для оценки качества проведения работ. Подводя итоги обсуждению предложенной модели, отметим:

1. Матрица фактических знаний дает структурную количественную оценку рекультивационных работ.

2. Степень детализации структуры матрицы определяется известным уровнем представляемых методов и наличия техники, оборудования и средств и т.д. Модель не налагает ограничений ни на тот, ни на другой уровень, следовательно, позволяет оценить методы рекультивации со сколь угодно высокой степенью детализации.

3. Знания по каждой компоненте матрицы определяются, следовательно, их обработка легко программируется и автоматизируется.

4. Оценку проведения рекультивационных работ удобно использовать для определения текущего значения уровня рекультивации. Информационная матрица дает возможность критериально формулировать цель, оценивать степень достижения этого уровня (в любых ее разрезах, уровнях декомпозиции). Появляется уникальная возможность оперативного комплексного управления проведением рекультивационных работ.

Библиографический список

1. Непрерывное образование и инженерия знаний (междисциплинарные аспекты): монография / под ред. Ю.И. Титаренко. – Барнаул, 1998.
2. Марченко Е.К. Машины для обучения. – М., 1974.

3. Мамченко О.П., Оскорбин Н.М. Многоагентные системы принятия решений: декомпозиционный подход. – Барнаул, 2008.