

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <https://naukovedenie.ru/>

Том 9, №6 (2017) <https://naukovedenie.ru/vol9-6.php>

URL статьи: <https://naukovedenie.ru/PDF/154TVN617.pdf>

Статья опубликована 02.02.2018

Ссылка для цитирования этой статьи:

Анянов Е.В., Воронов М.П., Кох Е.В. Системный анализ и компьютерное моделирование процесса восстановления земель при угледобыче // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №6 (2017) <https://naukovedenie.ru/PDF/154TVN617.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 004.65

Анянова Евгения Васильевна

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Россия, Екатеринбург¹
Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
E-mail: anyanova2010@yandex.ru

Воронов Михаил Петрович

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Россия, Екатеринбург
Зав. кафедры «Информационных технологий и моделирования»
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: mstrk@yandex.ru

Кох Елена Викторовна

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Россия, Екатеринбург
Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
E-mail: elenakox@mail.ru

**Системный анализ
и компьютерное моделирование процесса
восстановления земель при угледобыче**

Аннотация. Статья направлена на совершенствование информационно-аналитического анализа обработки информации, с помощью технологий IDEF0 и IDEF3. Предлагается авторами моделирование технологического процесса восстановления земель при угледобыче, в виде функциональных диаграмм. Определены: входная информация, которая обрабатывается, преобразуется для исследования; управляющие, регламентирующие данные, чем руководствуется работа; механизмы или ресурсы обслуживания процесса; результаты исследования, а именно разработка практических рекомендаций по ускорению восстановительных процессов нарушенных земель при угледобыче. Представлены декомпозиции функциональной модели IDEF0, позволяющие более детально представить процесс рекультивации. Сформирована модель IDEF3, описывающая определенную логическую последовательность изучения естественного зарастания терриконов. Данная модель позволяет определить дальнейшие действия исследователя, что является неким алгоритмом, описывающего последовательность выявления лучших условий для зарастания терриконов. Представлена детализация модели IDEF3. Модели строятся с учетом особенностей зонально-климатических условий, географического положения исследуемых объектов, накопления и перераспределения снега, состава почв терриконов. Методологии позволили

¹ 620100, Россия, Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37

разработать методические подходы, основанные на информационно-аналитическом анализе, позволяющие подойти к решению фундаментальной проблемы восстановления земель. Разработана новая информационная технология, которая позволяет повысить эффективность исследования естественного зарастания отвалов.

Ключевые слова: функциональное моделирование; функциональные диаграммы IDEF0 и IDEF3; декомпозиция диаграммы; детализация модели; информационно-аналитический анализ; восстановление земель, нарушенных при угледобыче; естественное зарастание терриконов

Введение

Рекультивационные работы всегда требуют значительных финансовых и трудовых затрат, поэтому необходимо иметь объективные, смоделированные данные о ходе естественного зарастания нарушенных земель. Моделирование процесса исследования позволяет максимально сократить затраты на восстановление нарушенных земель. В связи с большим объемом анализируемой информации целесообразно применять функциональное моделирование, информационные модели, позволяющие в совокупности формализовать разработку новых технологий, что значительно облегчает проведение аналитических работ [9]. В данном исследовании совершенствуется информационно-аналитический анализ, с помощью CASE-технологии, для построения различных функциональных диаграмм, исследуемой области, которые описывают весь необходимый алгоритм с точностью, достаточной для конструктивного моделирования [1] процесса восстановления земель при угледобыче. Для этой задачи были использованы стандартные методики функционального проектирования IDEF0 и IDEF3.

Цель заключается в повышении эффективности процесса оценки естественного зарастания терриконов, посредством создания и использования информационно-аналитического алгоритма обработки информации.

В связи с разноплановым характером исследования для решения поставленных задач применялись основные методологии: географического положения объектов исследования (рационального природопользования); аналитического и минералогического исследования почвогрунтов; практических принципов лучших доступных технологий; управление жизненным циклом.

При проведении информационных и расчетных исследований применялся синтез методов: информационно-аналитический, физический, функциональный, с помощью методологий IDEF0 и IDEF3.

Методы

В связи с большим объемом анализируемой информации целесообразно применить методы функционального моделирования, позволяющие формализовать разработку новых технологий, что значительно облегчает проведение аналитических работ [2]. Для этой задачи была использована стандартная методика функционального проектирования IDEF0. Методология IDEF0 обеспечивает построение иерархической системы диаграмм – описание блоков модели. IDEF0 является моделируемой системой и представляется как совокупность взаимосвязанных работ [8]. Она позволит разработать функциональную модель процедуры разработки практических рекомендаций по ускорению восстановительных процессов с учетом естественного зарастания техногенно нарушенных при угледобыче земель.

В общем виде функциональная модель процедуры рекультивации земель в условиях Свердловской области представлена на рис. 1. Начальный этап формализованного описания

процедуры разработки практических рекомендаций по рекультивации терриконов представлен общей схемой на рис. 2 (диаграмма верхнего уровня модели – A0).

Диаграмма верхнего уровня A0 позволяет детализировать этапы последующей разработки технологии восстановления терриконов методов декомпозиции входящих в нее отдельных процессов и процедур.

На рисунках представлены: входная информация, которая обрабатывается, преобразуется для дальнейшего исследования (информация о локальных флорах, растительности, живом напочвенном покрове, об агрохимии терриконов); управляющие, регламентирующие данные (требования, обзор научной литературы, методики исследования, определители), чем руководствуется работа; механизмы или ресурсы обслуживания процесса (исследователь, лаборант, лабораторное оборудование); результаты исследования, а именно разработка практических рекомендаций по ускорению восстановительных процессов нарушенных земель при угледобыче и табличные и графические формы отчетов.

Каждая сущность подвергается декомпозиции – диаграмма (Child Diagram). Каждая диаграмма следующего уровня определяет более подробное строение сущности на диаграмме высшего уровня (Parent Diagram). Каждая из декомпозиций может быть детализирована [3]. В каждом случае декомпозиции функционального блока все стрелки, обозначающие вход или выход в блок, переходят на дочернюю диаграмму. Этим и достигается целостность IDEF0-модели [4, 6].

С помощью моделирования IDEF0 процесс разработки технологии можно представить в виде четырех главных функциональных блоков A1, A2, A3, A4.

Процесс разработки технологии включает в себя четыре этапа:

- подбор участков для закладки временных и постоянных пробных площадей;
- установление видового состава, и наземной фитомассы;
- анализ почвогрунтов;
- анализ опытных работ по рекультивации терриконов. Анализ результативной информации, оценка концентраций полезных компонентов и оценочный прогноз запасов. Для оценивания полезных компонентов использую все накопленные аналитические материалы. Декомпозиции функциональной модели IDEF0, позволяют более детально представить процесс рекультивации нарушенных земель.

Работы по этим этапам ведутся по методическим схемам декомпозиции первого уровня, представленные на рис. 3.

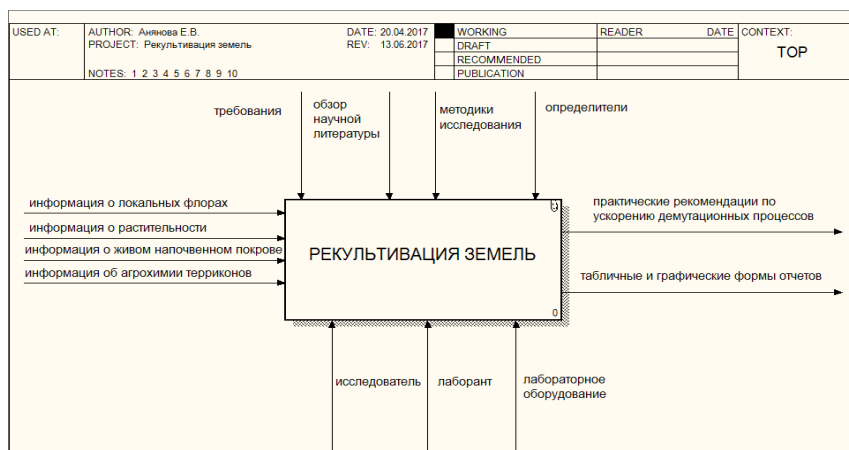


Рисунок 1. Функциональная модель разработки практических рекомендаций при рекультивации земель (разработано автором)

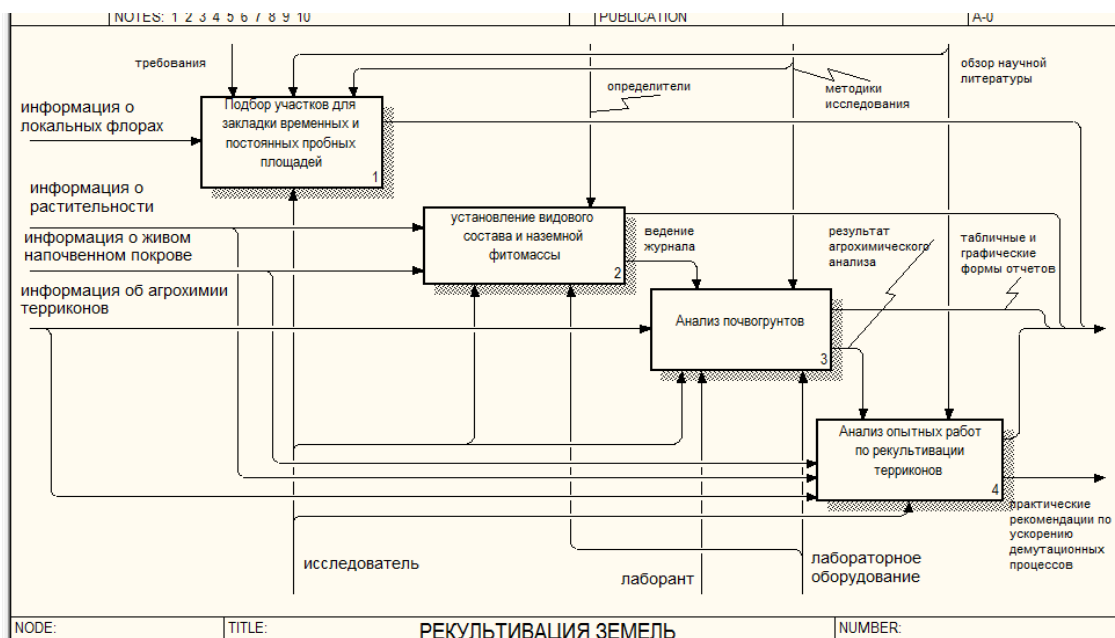


Рисунок 2. Диаграмма верхнего уровня модели рекультивации земель, А0 (разработано автором)

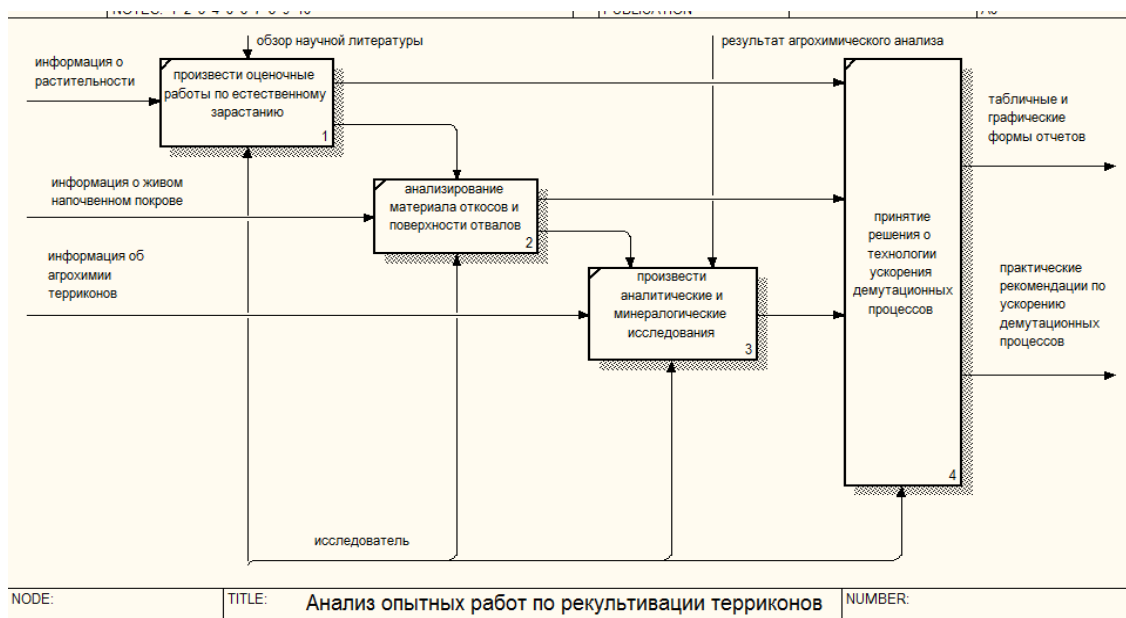


Рисунок 3. Декомпозиция первого уровня процесса анализ опытных работ, А4 (разработано автором)

Представленные на диаграммах связи между блоками устанавливают взаимосвязь между процессами и оптимизацию ресурсных, временных и финансовых затрат при разработке технологии по ускорению демутационных процессов, используя различные методики, инструкции, определители. Проведение функционального моделирования позволяет получить информацию, с помощью которой можно определить направления использования ресурсного потенциала использования терриконов, соответствующим целевым показателям и разработать практические рекомендации для восстановления отвалов, в соответствии с климатическими условиями, исследуемых объектов.

Внедрение моделирования процесса восстановления земель позволяет сформировать некоторую методику данного процесса исследования.

Результаты

Методология IDEF3 является стандартом технологического процесса, и предоставляет инструментарий для наглядного исследования и моделирования сценария процесса [5, 10].

Модель IDEF3 технологического процесса «Естественного зарастания терриконов» строится с учетом особенностей зонально-климатических условий на исследуемых терриконах. Накопление и перераспределение снега, от этого зависит промерзание грунтов и в последствии естественное зарастание терриконов травянистой и древесной растительностью [7], состава почв (присутствуют аргиллиты, алевролиты, песчаники и известняк с включениями угля) и возможность использовать их ресурсный потенциал для достижения приемлемого уровня экологической нагрузки и максимального возврата ресурсного цикла.

С позиций функционального подхода и методологии ресурсного управления при разработке стратегии обращения с ранее накопленными материалами необходима их комплексная оценка как алгоритма действий, в которых зарастание отвалов, является предметом исследования при определенных условиях экспозиции, крутизны склона, плодородия почв, накопления снега.

Терриконы в силу заложенного в них ресурсного потенциала являются источником сырья, в частности берется грунт для отсыпки дорог, а также для использования в производстве шлакоблоков.

Механизмы формирования модели IDEF3 и ее уровни сценария определяются условиями описания последовательности изменений свойств объекта исследования, их качественными и количественными характеристиками, условиями их географического положения. На выбор стратегии алгоритма обработки с ранее накопленными материалами влияют различные факторы – социально-экономические, экологические, технико-технологические, климатогеографические и другие, которые определяют возможность реализации, разработанной на основе выбранной алгоритмической стратегии, управления естественного зарастания и ее использования в комплексе социально-экономического развития территории. Формируемая модель IDEF3, описывает определенную логическую последовательность изучения естественного зарастания терриконов. Данная модель позволяет определить дальнейшие действия исследователя, что является неким алгоритмом, описывающего последовательность выявления лучших условий для зарастания терриконов.

Нами предложен алгоритм обработки ранее накопленной информации, основанный на методологии IDEF3, с учетом местных климатогеографических условий, накопления снега, состава почв отвалов, крутизны склонов, с возможностью социально-экономического развития восстанавливаемых территорий.

Предлагаемая методология выбора алгоритма действий, описывающая определенный порядок оценивания лучшего зарастания террикона, и в определении рекомендаций для естественного зарастания терриконов угольной промышленности, представлена на рис. 4.

Диаграмма IDEF3 изображенная на рис. 4 показывает алгоритм действий. С помощью данной диаграммы наглядно описываются действия обозначения лучшего зарастания террикона.

Данную диаграмму читаем следующим образом: на терриконе определяем экспозицию, крутизну склона, по требованиям, затем перекресток с префиксом (J1), обозначающий тип «асинхронное соединение ИЛИ», это значит, что предшествующий процесс завершен, а одно или несколько следующих действий должны быть запущены. Если северная или восточная экспозиция склона, то перекресток J2 «асинхронное соединение ИЛИ», или подъем к плато, или нижняя часть отвала. На подъеме к плато снижено естественное возобновление, за счет сильных ветров, происходит выдувание снега, в связи с этим минимальное увлажнение грунта, занижено плодородие почв.

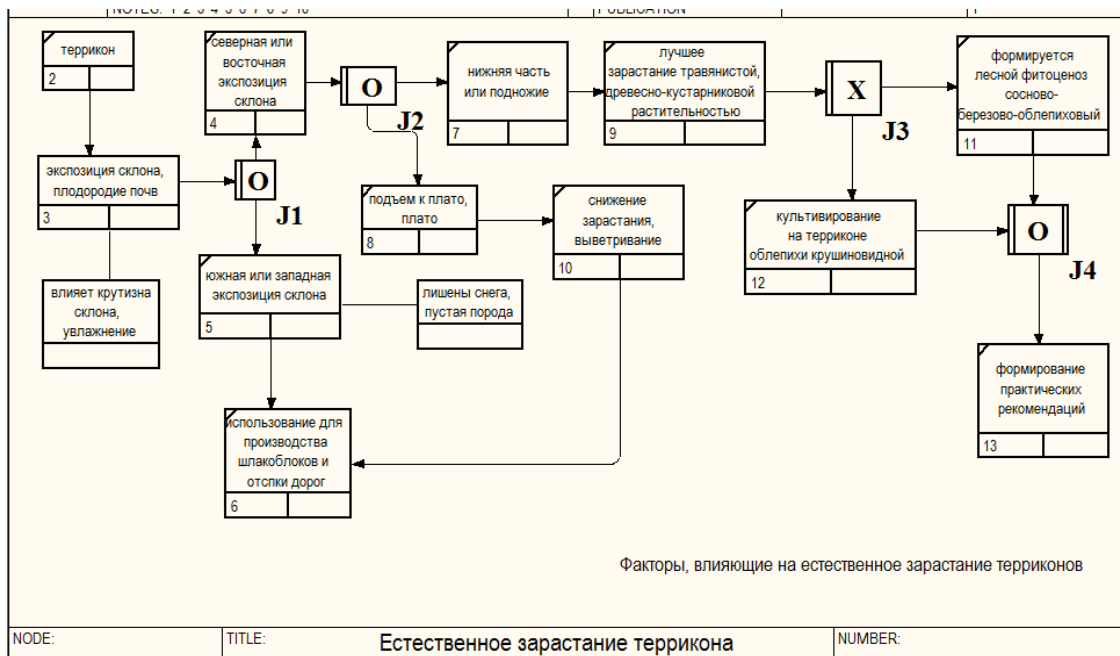


Рисунок 4. Диаграмма IDEF3 (разработано автором)

В нижней части и у подножия отвала образуется древостой, где устанавливаются лучшие экологические и эдафические условия для приживания и роста древесной растительности. Происходит лучшее естественное зарастание травянистой и древесно-кустарниковой растительностью. Перекресток J3 тип «эксклюзивное соединение ИЛИ», обозначает, что только одна предшествующая работа должна быть завершена, прежде чем сможет начаться только одна следующая работа.

Диаграмма IDEF3 верхнего уровня позволяет детализировать этапы последующей разработки технологии естественного зарастания терриконов методами декомпозиции входящих в нее отдельных процессов и процедур.

Исследования по этим этапам ведутся по методическим схемам декомпозиции верхнего уровня, некоторые из них представлены на рис. 5-7.

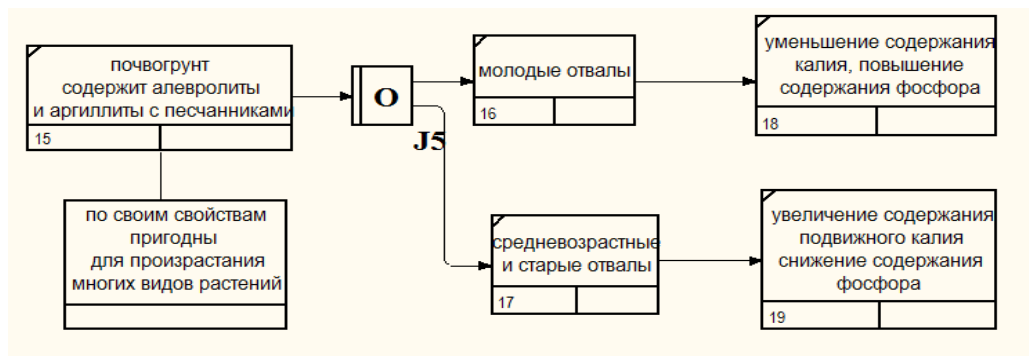


Рисунок 5. Декомпозиция верхнего уровня процесса определения экспозиции склона, плодородия почв (разработано автором)

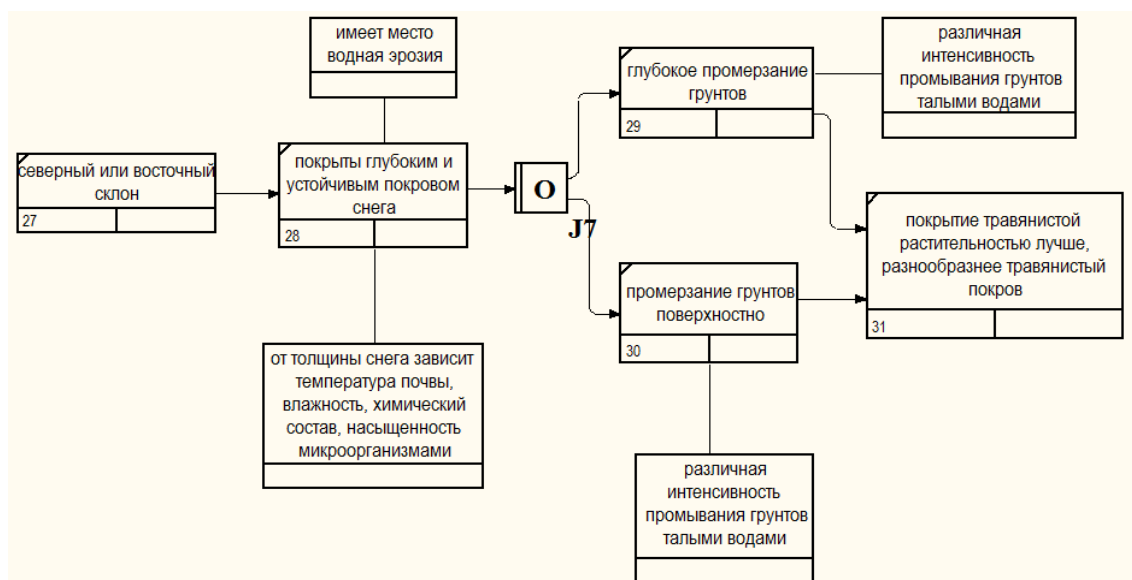


Рисунок 6. Декомпозиция верхнего уровня исследований на северной или восточной экспозиции склона (разработано автором)

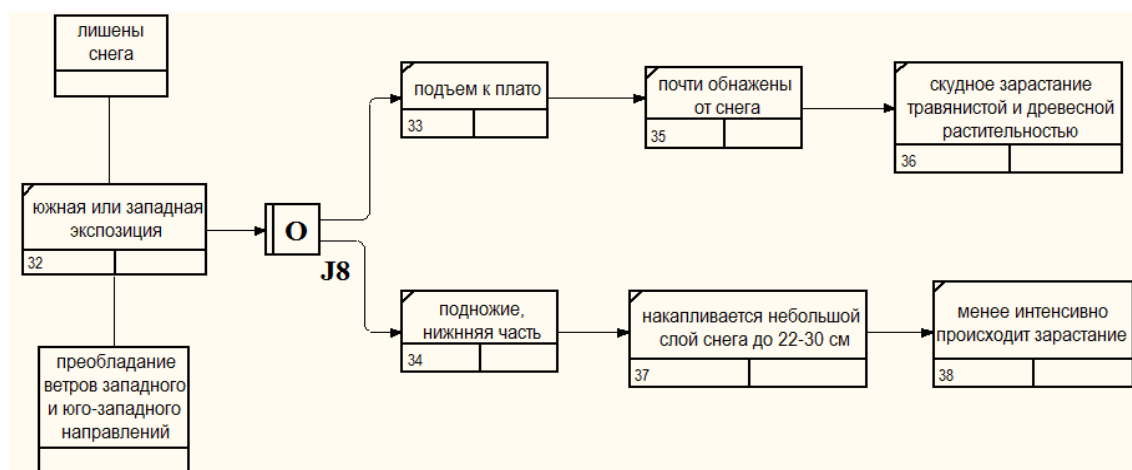


Рисунок 7. Декомпозиция верхнего уровня исследований на южной или западной экспозиции склона (разработано автором)

В функциональных блоках диаграммы алгоритма последовательно на основе визуальной оценки экспозиции, склонов, ресурсного потенциала производится с учетом ранее полученной информации, изложенной в диссертации Микрюковой, Е. В. «Динамика естественного зарастания отвалов угледобычи на Среднем Урале» [7], которая обеспечивает достижение целевых показателей:

- достичь некоторого уровня вовлечения в ресурсный цикл терриконов;
- обеспечить возврат в сельскохозяйственное использование территорий;
- достичь улучшение экологической обстановки и сформировать в будущем высокопроизводительные насаждения.

В настоящее время недостаточно полно разработаны методические подходы алгоритма, выявляющего лучшие факторы для естественного возобновления на терриконах Свердловской области. Выбор и разработка технологии выявления факторов основаны на конкретных эмпирических исследованиях или анализе и обобщении результатов практических действий, достаточных для решения фундаментальных задач.

Вместе с тем, до настоящего времени отсутствуют алгоритмы разработки процессов восстановления земель и естественного зарастания терриконов в целях извлечения заложенного в них ресурсного потенциала. Из сопутствующих областей науки и техники известно, что при правильном выборе направления восстановления земель возможно получение естественного возобновления, которое не является альтернативой лесной рекультивации, а способ более полного использования восстановительных природных возможностей.

Выводы

Предложена функциональная модель по управлению действиями восстановления земель, нарушенных угледобычей, основанная на информационно-аналитическом анализе ранее накопленных материалов.

Предложена IDEF3-модель, как алгоритм действий технологического процесса естественного зарастания терриконов, основанная на комплексной оценке определенных условий экспозиции, крутизны склона, плодородия почв, накопления снега, давности отсыпки.

Разработаны методические подходы, позволяющие подойти к решению фундаментальной проблемы восстановления земель.

Предложенная функциональная модель может быть использована для технического этапа восстановления отвалов, ландшафтного дизайна с последующим проведением дополнительных агротехнических мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анянова, Е. В. Мировые информационные ресурсы [Текст]: учеб.-метод. пособие / Е. В. Анянова. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2015. – с. 3-18.
2. Бахтизин, В. В. Структурный анализ и моделирование в среде CASE-средства BPwin [Текст]: учеб. пособие по курсу технология проектирования программ / В. В. Бахтизин, Л. А. Глухова – М.: БГУИР, 2002, – 307 с.
3. Брезгин, В. И. Моделирование бизнес-процессов с AllFusion Process Modeler 4.1 [Текст]: Лабораторный практикум. Часть 2 / В. И. Брезгин. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 52 с.
4. Вендров, А. М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем [Текст]: учеб. пособие / А. М. Вендров – М.: Финансы и статистика, 1998. – 176 с.
5. Мараско Дж. IT-проекты: фронтальные очерки [Текст]. СПб: Символ-Плюс, 2007.
6. Маркин, А. В. Построение запросов и программирование на SQL [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов / А. В. Маркин – Рязань: РГРТУ, 2008. – 312 с.
7. Микрюкова, Е. В. Динамика естественного зарастания отвалов угледобычи на Среднем Урале: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03: защищена 26.05.06 / Е. В. Микрюкова; [рук. работы С. В. Залесов; оппоненты А. П. Кожевников, Л. А. Лысов]; Урал. гос. лесотехн. ун-т. – Екатеринбург: [Б. и.], 2006. – с. 48-69.
8. Овчинникова Е. В. Моделирование бизнес-процессов с помощью AllFusion Process Modeler [Текст]: учебно-методическое пособие по моделированию бизнес-процессов. – Екатеринбург: УрГУПС, 2007. – 101 с.
9. Часовских В. П., Информационные технологии управления [Текст]: учеб. пособие / В. П. Часовских, Г. А. Акчурина, А. В. Слободин, М. В. Азаренок, и др. – 4 изд. испр. и доп. – Екатеринбург: Уральский государственный университет. 2015, – с. 541-566.
10. Фаулер М. Основы UML, 3-е издание. – Пер. с англ. – СПб: Символ Плюс, 2004. – 192 с.

Anyanova Evgenia Vasilievna

Ural state forest engineering university, Russia, Yekaterinburg
E-mail: anyanova2010@yandex.ru

Voronov Mikhail Petrovich

Ural state forest engineering university, Russia, Yekaterinburg
E-mail: mstrk@yandex.ru

Kokh Elena Victorovna

Ural state forest engineering university, Russia, Yekaterinburg
E-mail: elenakox@mail.ru

System analysis and computer modeling of land restoration process in coal mining

Abstract. The article is aimed to improve the information-analytical analysis of information processing, using IDEF0 and IDEF3 technologies. The authors suggest the modeling of the technological process of land restoration in coal mining, in the form of functional diagrams. The following is defined: the input information that is processed is transformed for research; management, regulating data, what the work is guided by; process mechanisms or resources; the results of the study, namely the development of practical recommendations for accelerating the recovery processes of disturbed lands in coal mining. Decompositions of the functional model IDEF0 are presented, which allow more detailed description of the reclamation process. An IDEF3 model has been developed that describes a certain logical sequence for studying the natural overgrowth of waste heaps. This model allows to determine the further actions of the researcher, which is an algorithm that describes the sequence of the best conditions for the incrustation of waste heaps. The detailed description of the IDEF3 model is presented. The models are constructed taking into account the peculiarities of the zonal-climatic conditions, the geographic location of the objects under study, the accumulation and redistribution of snow, and the composition of soils of waste heaps. Methodologies allowed to develop methodical approaches based on information analysis, allowing to approach the solution of the fundamental problem of land restoration. A new information technology has been developed that makes it possible to increase the efficiency of research on the natural overgrowing of dumps.

Keywords: functional modeling; functional diagrams IDEF0 and IDEF3; decomposition of the diagram; model detailing; information analysis; restoration of lands disturbed by coal mining; waste heaps natural restoration