

4. Эшмуродов З.О., Рахимов А, Регулируемые электроприводы в машинах и механизмах горных комплексов. *Материалы международной научно-технической конференции "Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития"*. Навои, 12-14 мая 2010 г. – 505 с.

5. Bose B.K. *Modern power electronics and AC drives / Bimal Bose*. – Knoxville: The University of Tennessee, 2002. –738 p.

6. Эшмуродов З.О., Сатторов О.У, Сайфулин Р.Р. Система автоматического управления конвейерным оборудованием. *Материалы республиканской научно-технической конференции «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и перспективы инновационного развития»*. Навои 15-16 ноября 2016 года – 460 с.

7. L. Zhang. "Modeling and Control of VSC – HVDC Links connected to Weak AC Systems", Doctor of Philosophy, School of Electrical Engineering Electrical Machines and Power Electronics, Royal Institute of Technology, Stockholm, 2010.

УДК 621.313

## **СИСТЕМНО-ИНДИВИДУАЛИЗИРОВАННЫЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ГОРНЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ**

**Эшмуродов З. О., Арзиев Э. И., Исмоилов М. Т.**  
*Навоийский государственный горный институт*

*Системно-организованные, локально-индивидуализированные технологии предусматривают на горнорудных комплексах, разделение на приоритетные зоны, одновременное параллельное и взаимосвязанное выполнение комплекса технологических операций по производству продукции: операций по подготовке и дроблению горных пород, транспортирование, отгрузки и.т.д. Взаимодействие между выполняемыми процессами осуществляется в режиме реального времени с возможностью необходимых корректировок процессов в ходе их выполнения.*

Основа современной теории проектирования оптимального управления горнодобывающих производством – общесистемный динамический адаптивный подход, необходимый для описания природных и техногенных процессов обмена и преобразования энергии, вещества, информации в составе горнотехноценозов (ГТЦ), как единый управляемый процесс. Протекающие

самоорганизующиеся природные и не самоорганизующиеся (осознанно организованные) техногенные процессы в ГТЦ взаимозависимы, при масштабном приоритете первых 1.

Техноценозы устойчивы в развитии, их построение подчинено объективно существующим закономерностям формирования технических систем 3. Элементы ТЦ, как правило, самостоятельные динамические системы, рассредоточены в пространстве. Их функционирование распределено во времени и происходит в среде неуправляемых стохастических параметров, в условиях неполного использования информационно-интеллектуальных ресурсов.

Общим недостатком реализуемых сегодня горнодобывающих технологий является слабая взаимосвязь между отдельными технологическими операциями процессов. Выполняемые в ТЦ операции, хотя и взаимосвязаны общей технологией, отображаются в технологических картах, как самостоятельные или влияющие друг на друга опосредованно и незначительно. При этом реализуются они многочисленными специальными рабочими машинами через самостоятельные управляющие воздействия.

Ощутимо отсутствие обратной связи между группами (этапами) технологических операций (подготовка горных пород и транспортировки, дробление, отгрузки и др.), затруднены мероприятия по оборудованию (видов, гибридов) на более совершенные, растягиваются во времени.

Высокоэффективным техноценозам должны быть присущи искусственные технико-технологические адаптивные функции опережающего отражения действительности, формирования алгоритмов достижения требуемых потребительских целей в заданном целелогическом направлении. В этих условиях важна роль превентивно опережающего приспособляющегося управления элементов техногенной части ГТЦ, прогноза развития самоорганизующихся процессов в структурах биоценозов. Приспособительные способности техногенного оборудования к горнодобывающим технологиям отражают логические соотношения адаптивных актов сохранения наследуемости выполняемых операций и эволюции конкретных видов операций. Повторяемость процедур в циклах технологических операций усиливает качество адаптации приобретаемого на практике технологических знаний и опыта к системно-организованной базе знаний, реальной производственной базе [4 – 6].

## Методика

Принципиально важно при управлении системно-интегрированными технологиями применять адекватные удобные в применении математические модели. Расчётные горно-техно-энергетические модели ГТЦ при реализации конкретных задач производства должны:

- генерировать множества значений контрольных характеристик объекта горного производства (ОГП), а также параметров элементов ТЦ, всех стадий вегетации растений и этапов технологических процессов с учётом действия случайных возмущений макроразрушения (климатических и почвенных условий и т.п.) и реализуемой стратегии формирования продукции;
- отражать взаимосвязи и предысторию, перспективу всех составляющих процессов;
- прогнозировать производительность и качество продукции, зависимость их от управляемых процессов;
- предлагать превентивно-упреждающие команды управления;
- обеспечивать максимальное использование природных источников энергии (эксергии солнечного излучения, водного потенциала и т.д.), оценивать расход энергетических, сырьевых и материальных ресурсов с учётом технологических и технических реализаций ГТЦ.

Сложные динамические образования, подобные горно-экологическим природным системам, при моделировании идеализируют: в условиях решаемой системной задачи выделяют определяющие и отбрасывают второстепенные свойства явлений, процессов, устройств. Практически не снижая точности результатов, описывая системы, их разбивают на взаимодействующие друг с другом и обменивающиеся ресурсами, энергией и информацией упорядоченные множества, функционально ориентированных элементов. Если использовать этот принцип для ГТЦ, можно допустить следующее:

- при разделении выполняемых технологических процессов и устройств ГТЦ на относительно независимые процессы и компоненты следует повышать степень детализации отдельных элементов его технической части и соответствующих им процессов;
- изменение, преобразование и развитие процессов в ТЦ подчиняются объективным закономерностям, подобным по структуре, изменениям и взаимодействиям в БЦ;
- инерционные во времени изменения характеристик ОГП, внешних управлений, функциональных параметров элементов

ГТЦ описываются стандартными математическими функциями (линейной, экспоненциальной, гармонической, технического оптимума) или могут быть скомпонованы из отрезков этих функций.

В результате структуризации определены элементы и подсистемы ГТЦ, связанные с технологическими процессами, между собой, а также с окружающей средой.

Наиболее сложный элемент в структуре ГТЦ и их моделей – модуль продуктивности (МП), объединяющий ОГП и среду его обитания (вход и выход технологических процессов, восприятие воздействий окружающей среды, процессы авторегулирования). Для МП, являющегося сложной системой, существует принципиальная возможность создания формальной содержательной модели, однако её структура и состав чрезвычайно разнообразны (большое число операций, технологий, условий их обработки) и сложны, а точность из-за недостатка достоверной информации о процессах и реальных условиях функционирования не высока. Целесообразно отказаться от применения формальной модели МП для конкретных технологий и строить абстрактную феноменологическую модель общего класса. Эта модель создаётся на принципах, которые обеспечат при эксплуатации ГТЦ восполнение недостатка априорной информации на этапе проектирования апостериорной информацией в адаптивном режиме. Одним из таких принципов является принцип энергетической экстремальности самоорганизации и прогрессивной эволюции [1, 2].

Контролирует и анализирует состояние ОГП, вырабатывает и реализует команды управления горно-технологическими процессами и группами используемых рабочих машин (РМ) в ГТЦ управляющий модуль (УМ), непосредственно связанный с МП, блоком сенсоров, базами данных и знаний, внешними воздействиями. Этот модуль функционирует согласно жесткому регламенту технологических карт при реализации типового управления и гибкому адаптивному управлению для оперативного воздействия на состояние ОГП.

Большие объёмы работ технологических операций горнодобывающего производства вынуждают использовать при их выполнении значительное количество РМ одного типа одновременно. Многочисленные РМ нижнего уровня в модели ГТЦ целесообразно объединить в  $N$ -групп однотипных машин и условно заменить одной  $i$ -й РМ ( $i=1, \dots, N$ ) по назначению, с одной  $j$ -й ( $j=1, \dots, M$ ) из  $M$  систем управления [7 – 9].

Как правило, относительно слабо взаимосвязанные друг с

другом технологией РМ отдельных фаз и конкретных процессов, системы управления ими разрабатывают без оценки (или с минимальной оценкой) эффективности в составе ГТЦ. Достижение требуемых значений производственных показателей ГТЦ (объёмы производства, качество продукции и др.) обеспечивается использованием рациональных приёмов и также связано с выбором типа, характеристик и конструкции РМ, обеспечением их оптимальной работы согласно предъявляемым локальным техническим требованиям за счёт управления процессами.

Необходимые режимы работы РМ реализуются через их энергетические машины (силовые приводы). В частности, в состав РМ горнорудных комплексов (ГРК) входят регулируемые или нерегулируемые приводы на базе асинхронного двигателя, синхронного, вентильного, постоянного тока и т.п. В структурах ГТЦ и МА для каждого из перечисленных, а также других типов привода, предусмотрен отдельный модуль. Количество групп РМ соответствует количеству типов используемых машин, а в работающей системе и при моделировании функционирующих РМ определяет УМ.

Модульный принцип организации ГТЦ даёт возможность строить математический аппарат (МА), программы расчётов также по модульному принципу. Структуры ГТЦ и её МА при этом во многом совпадают. Конкретизация элементов, законов изменения воздействий окружающей среды позволяет описать любой процесс в ГТЦ [9, 10].

### **Результаты**

*Инновационные информационно и интеллектуально насыщенные горнодобывающих технологии.* Условием реализации горно-эко-техно- интеллектуально насыщенных горнодобывающих технологий является непрерывный и тотальный мониторинг экологических условий, горнорудных комплексов, параметров всех технологических процессов в режиме реального времени. Горнорудные комплексы разделяют на приоритетные зоны добычи, транспортировки, дробление и отгрузки горных пород.

На горнорудных комплексах приоритетных зонах одновременно параллельно и взаимосвязано выполняют полный комплекс технологических операций по производству добычи, а именно, операции по подготовке вскрывания пород, копания породы, подъём, её развития. Энергоёмкие операции осуществляют с использованием наземных технологических ра-

бочих агрегатов, функционирующих в зоне добычи и транспортировки горных пород.

Технологические операции получения горных пород выполняются в зоне добычи. Затем горная масса поступает в зону транспортировки для дробления с использованием дробильного агрегата. Дробленная горная порода с помощью ленточных конвейеров перемещается в зону отгрузки и складирования.

Таким образом, взаимодействие между выполняемыми процессами полного комплекса технологических операций по добыче горных пород выполняется в режиме реального времени с возможностью выполнения необходимых корректировок процессов в ходе их выполнения. Оперативное выполнение значительной части технологических операций без оказания негативных воздействий на почву и окружающую среду, с малыми затратами энергии.

*Методология проектирования системно-организованных и локально-индивидуализированных горнодобывающих технологий.*

Основной методологии проектирования системно-организованных, локально-индивидуализированных горнодобывающих технологий является включение в производство новой, ранее не применяемой техники и интеллектуального ресурса, накопленного в современной науке.

Ядро новой области горных знаний составляют три главных направления: СО – системно-организованный иерархически выстроенный горнодобывающий объект, состав которого определяет уровни управления (порода, твердость, крупность, механизмы добычи, регионы); СЗ – информационно-интеллектуальные системы и ресурсы знаний (непрерывный, тотальный, последовательно-параллельный мониторинг на всех уровнях иерархически организованного горнодобывающего объекта); СД – исполнительные иерархически организованные системы, взаимоподчинённые роботы и распределённые поточные линии (высококвалифицированные специалисты, компьютеры, подземная и наземная техника).

Связанные вместе итеративными и интерактивными связями системы образуют сложную функционирующую самоорганизующуюся систему систем горного производства. На рис. 1 показано трёхмерное пространство научно-технических инновационных решений, подтверждённых патентами Российской Федерации.

Ближе к осям (действие, объект, знание) и к центру координат располагаются более простые и менее совершенные техни-

ческие устройства технологии). По мере удаления от осей и центра координат устройства и технологии усложняются, превращаются в более сложные, совершенные и интеллектуальные. Здесь же можно спрогнозировать как произойдет процесс совершенствования и интеллектуализации технических устройств и технологий горнорудного производства.

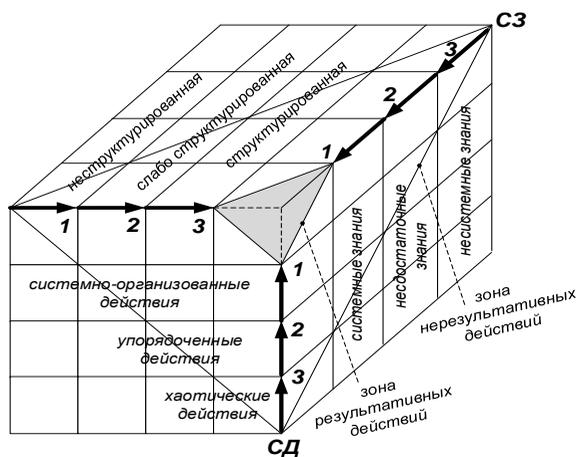


Рис. 1 – Кубическая метрика направлений совершенствования управления горно-производственными системами

Например, в ячейке С01СД1С31 - технические средства обработки горных пород, применяемых на заре человечества, в ячейке С03СД3С33 – технические решения нашего времени. Пространство решений демонстрирует эволюцию знаний и совершенствования техники в ходе развития горнодобывающих технологий.

### Выводы

1. Системно-организованные, локально-индивидуализированные горнодобывающие технологии повышают эффективность и оперативность процессов добычи и транспортировки горных пород на горнорудных комплексах, создают условия существенного увеличения эффективности управления процессами добычи и транспортировки горных пород с возможностью осуществлять управление полным комплексом технологических операций производства в режиме реального времени.

2. В реализациях предлагаемых инновационных горнодобывающих технологий значительная часть операций, например, на

участках, где происходят отклонения характеристик параметров процессов от заданных для получения оперативной информации и быстрого реагирования на возникшую ситуацию на этих участках используют технологические устройства, оказывающие минимум вредных воздействий на окружающую среду.

### **Библиографический список**

1. Свенцицкий И.И. *Энергосбережение в АПК и энергетическая экстремальность самоорганизации*. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2007.—468 с.
2. Свенцицкий И.И., Королев В.А. *Инновационные положения управления высокоэффективными (точными) агротехнологиями*. - В сб. «Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. Горячкина». – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2 (22)/2007, С. 22 – 23.
3. Кудрин Б.И. *Классика технических ценозов. Ценологические исследования*. Выпуск 31. – М., 2006. – 220 С.
4. Королев В.А. *Унификация управлений в агротехнологических системах*. – *Научные проблемы транспорта Дальнего Востока и Сибири*, 2013, №2, С. 72-75.
5. Башилов А.М. *Природосообразные, биоадекватные агротехнологии и системометрическое, целеадаптивное управление производством*. Вестник МГАУ «Агроинженерия», 2008, №1, С. 13-18.
6. Башилов А.М., Загинайлов В.И. *Системологическое моделирование синергетической организации агробиотехнических систем*. Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ им. В.П. Горячкина», выпуск №5(20)/2006, С. 6 – 12.
7. Башилов А.М. *Инновационные лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии в аграрном производстве*. – *Техника и оборудование для села*. № 2 (212), 2015, С. 4 – 8.
8. Бобожонов М.Қ. Эшмуродов З.О., *Динамические процессы в электроприводах горных машин*. «Проблемы информатики и энергетики» илмий-амалий журнал. 2016 й №4 с.83-86.
9. Эшмуродов З.О., Бобожонов М.Қ. *Способы снижения потерь энергии в электроприводах в переходных режимах* «Проблемы энерго и ресурсосбережение» илмий -амалий журнал. 2016 й №1-2. 24 – 27с.
10. Эшмуродов З.О. *Способ ограничения динамических нагрузок в электромеханических системах* Материалы международной научно-технической конференции «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно металлургического комплекса». Навои. – 12-14 июня 2017г. - 196 с.