

УДК 622.363.2:658.562.4

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОДЗЕМНОГО ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Гец А.К., Бокшиц В.Н.**

Белорусский национальный технический университет  
Минск, ООО «Неруд-проект»

Из множества методов моделирования для системного анализа эффективности сложных технологических систем, к которым относятся технологические комплексы горного производства, в последние годы получило широкое распространение *имитационное моделирование*, позволяющее наиболее полно учесть все существенные факторы технологических процессов. Изучение моделей дает представление о внутренней структуре исследуемой системы, процессах, протекающих в ней, позволяет выделить наиболее значимые элементы системы, предсказать их поведение. Рост потребностей человечества и, как следствие, все большее вмешательство в естественное протекание процессов в окружающей среде, приводит к необходимости контролировать большее количество процессов и параметров каждого процесса, следовательно, используемые модели усложняются.

Исследователь сталкивается при этом с одной из серьезных, не решенных пока проблем. Исследование сложных систем, повышение точности их описания сопряжено с увеличением объемов вычислений. Поэтому при моделировании сложных систем зачастую прибегают к среднестатистическим оценкам, либо используют специализированные вычислительные средства и оптимизационные методы моделирования.

Сфера горного производства отличается от большинства других сфер хозяйственной деятельности, во-первых, общими чертами функционирования природно-технологических комплексов, во-вторых, индивидуальными особенностями в том числе особенностями добычи полезных ископаемых.

В отношении первой группы особенностей отметим протекание процессов в неоднородной природной среде, информация о характеристиках которой не отличается высокой точностью. Отсюда следует, что линейные модели, вполне адекватные для других приложений теории управления, для процессов горного производства заведомо вносят высокую ошибку и могут совершенно не соответствовать существу моделируемых процессов. В то же время, нелинейные зависимости в задачах управления в силу грубости исходной информации должны быть основаны на сравнительно простых формах аппроксимации рядов данных. Следует подчеркнуть, что зачастую наиболее важным вопросом является представление качественной неоднородности и нестационарности природной среды. Отсюда вытекает, что управляемые процессы в природно-технологических комплексах наиболее естественно рассматривать как гибридные системы.

Особенности горного производства состоят, прежде всего, в их привязке к необратимо изменяющейся в результате производственных процессов среде. В этом смысле в подавляющем большинстве случаев задачи планирования горного производства должны быть динамическими, учитывающими не только количественную, но и качественную характеристику динамики горных работ. Кроме того, нужно принять во внимание иерархичность, многоуровневость производственных процессов и управления ими.

Характер решений, принимаемых в процессе ведения горных работ, имеет смешанный дискретно-непрерывный характер. Все перечисленные особенности делают актуальным развитие специализированных подходов к построению и расчету моделей управления процессами горного производства.

Разработка и внедрение в практику методов исследования технологических процессов, в том числе процессов горного производства, является одной из проблем современной науки. Постоянный технический прогресс приводит к появлению новых, все более сложных технологических процессов, требующих качественного анализа и соответствующих методов управления. Увеличение сложности применяемых комплексов неизбежно ведет к созданию новых методов построения подобных систем.

Под технологическим процессом понимается определенным образом упорядоченный в пространстве и во времени комплекс трудовых и естественных процессов, направленных на получение продукции необходимого назначения, в определенном количестве и качестве, в заданные сроки. Технологический процесс по своей структуре неоднороден, он состоит из множества взаимосвязанных подпроцессов и операций и включает в себя подпроцессы:

1. *основные* — это совокупность операций, в ходе которых происходят изменения геометрической формы, размеров и физико-механических свойств продукции;

2. *вспомогательные* — это совокупность операций, которые обеспечивают бесперебойное протекание основных процессов (ремонт оборудования, обеспечение всеми видами энергии и т.д.);

3. *обслуживающие* — это совокупность операций, связанных с обслуживанием как основных, так и

вспомогательных процессов и не создающие продукцию (складирование, транспортировка, контроль и так далее).

Технологический процесс должен удовлетворять нескольким, зачастую противоречивым, требованиям к объёму и качеству продукции и производительности оборудования. Современный технологический процесс невозможно представить без элементов обслуживания, осуществляющих операции обслуживания и управления системой. Таким элементом является человек, влияющий на протекающие в системе процессы, или некоторый управляющий контур, реализующий заранее заданный алгоритм. Такие элементы обслуживания широко распространены в существующих технических системах, однако их исследование затруднено отсутствием полноценного математического аппарата. Элементы обслуживания непосредственно входят в состав технологического процесса. В отличие от обслуживающих процессов они влияют на сам технологический процесс, принимая в нем непосредственное участие. Образованная таким образом система состоит из разнородных компонент, в общем случае представленных сложной комбинацией дискретных и непрерывных составляющих. Такие системы демонстрируют как непрерывные, так и дискретные аспекты поведения и носят название гибридных систем. Под технологическим процессом нами будут рассматриваться дискретно-непрерывные технологические процессы с элементами обслуживания, поскольку характер решений, применяемых в процессе горного производства, имеет смешанный дискретно-непрерывный характер.

Например, очистная выемка характеризуется чередованием основных и вспомогательных процессов, поэтому процесс очистной выемки следует рассматривать с точки зрения гибридного поведения,

поскольку в системе взаимодействуют дискретные и непрерывные компоненты.

Проектирование, внедрение, эксплуатация и эволюция технологических процессов невозможны без использования различных видов моделирования. На всех этапах необходимо учитывать такие особенности как сложность структуры и стохастичность связей между элементами, неоднозначность алгоритмов поведения при различных условиях, большое количество параметров и переменных; неполноту и недетерминированность исходной информации, разнообразие и вероятностный характер воздействий внешней среды и так далее. Ограниченность возможностей экспериментального исследования таких систем делает актуальной разработку методики их моделирования, которая бы позволила описать процессы функционирования с помощью математических моделей, получить результаты экспериментов с моделями на основе анализа характеристик исследуемых объектов.

#### Список использованных источников

1. Авдулов П.В. Использование вентильных моделей для определения оптимальной производственной структуры и заявок на координацию действий исполнительных блоков // П.В. Авдулов, А.Б. Баскаков, И.И. Крыжановский // Автоматизированная система управления угольной промышленностью. – 1975. – Сб. 18.
2. Скородумов П.В. Моделирование сложных динамических систем на базе расширений сетей Петри // Имитационное моделирование теория и практика (ИММОД 2007): Третья всероссийская научно - практическая конференция - Санкт - Петербург, 2007. - с.230-233.

3.Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. - М.: Высшая школа, 1985-272с.

4.Цвиркун А.Д., Акинфиев В.К. Имитационное моделирование в задачах синтеза структуры сложных систем -М.: Наука, 1985. - 176с.

5.Гец А.К. Имитационное моделирование процессов горного производства/Гец А.К., Оника С.Г., Халявкин Ф.Г.// Горная механика и машиностроение, 2016, №3, с.22-25

УДК 622.331

## **TOPICAL ISSUES OF TORFS PRODUCTION IN THE REPUBLIC OF BELARUS**

**Fiadotava S.A.**

Belarusian National Technical University

Stable and sustainable development of society is impossible without the rational use of local natural resources. At present, the leadership of the Republic of Belarus has set the task of replacing at least 25% of imported energy resources with local raw materials. Peat is one of the important fuel and energy resources in ensuring the solution of the task. In the bowels of the Republic of Belarus there are significant resources of peat: the total area of the peat fund is 2.4 million hectares with geological reserves of peat 4 billion tons. Peat reserves in the Republic of Belarus are distributed throughout the country. The state program "Peat" provides for an increase in its production for fuel purposes by 2020 to 4.38 million tons. However, all peat resources in the country are allocated to trust funds: land, environmental, developed, spare, unused. Over 40% of the total