

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ГОРНЫХ НАУКАХ  
И УМЕНЬШЕНИИ ПРИРОДНОГО УЩЕРБА  
(SYSTEM ANALYSIS IN MINING SCIENCES  
AND DECREASING ENVIRONMENT DAMAGE)\*

**А. Д. Гвишиани (A. D. Gvishiani)<sup>а,б</sup>,  
Л. А. Вайсберг (L. A. Vaisberg)<sup>в</sup>,  
В. Н. Татаринов (V. N. Tatarinov)<sup>а,б</sup>,  
А. И. Маневич (A. I. Manevich)<sup>а</sup>**

<sup>а</sup>*Геофизический центр РАН, Москва, Россия*

<sup>б</sup>*Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия*

<sup>в</sup>*НПК “Механобр-техника”, Санкт-Петербург, Россия*

**a.gvishiani@gcras.ru, gornyi@mtspsb.com, victat@gcras.ru,  
ai.manevich@yandex.ru**

История системного анализа берет свое начало в 1963 г., когда известные американские математики М. Месарович и Я. Такахара начинают заниматься теорией систем. В 1978 г. в свет выходит книга М. Месаровича и Я. Такахары “Общая теория систем. Математические основы”, которая вместе с их более ранними монографиями “Теория иерархических многоуровневых систем” и “Общая теория систем” подводит итог пятнадцатилетнему развитию системного анализа. В этот период рассматриваются проблемы, связанные с введением понятий состояния системы, с управляемостью и реализуемостью системы, с возможностями ее структурной декомпозиции. Обсуждаются проблемы устойчивости линейности и возможности использования аппарата теории категорий.

Таким образом, эволюционно формируется новое направление в общей теории систем — теоретический и прикладной системный анализ. Предметом исследований теоретического системного анализа являются описание общих закономерностей, присущих изучаемым системам в различных областях знаний и явлениях, а также изучение единых свойств систем, относящихся к отдельным наукам, научным дисциплинам и видам теоретической и практической деятельности.

---

\*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект 18-17-00241).

Логическая структура теоретического системного анализа формируется двумя основными направлениями — математическим обоснованием и аксиоматикой системного анализа (система, подсистема, элементы, их связи и т.д.) и философским обоснованием. Математическое обоснование системного анализа включает в себя создание общих методов изучения явлений и процессов, удовлетворяющих построенной аксиоматике. Философское обоснование теоретического системного анализа включает в себя общие методы трансформации явления и его математическую модель. Логическая структура прикладного системного анализа сводится к изучению определенной системы (или набора систем) и включает в себя исследование системы общими методами системного анализа и применение (и создание) специфических методов системного анализа. Оба эти направления сливаются в блок разработки принципов и методов принятия решений и далее в блок непосредственного принятия финальных или альтернативных решений.

В настоящий момент статус теоретического системного анализа можно определить следующими тезисами: существуют достаточно строгие математические модели, относящиеся к отдельным явлениям и научным дисциплинам; не существует общей строгой математической теории, аксиоматически связывающей системы, подсистемы и их элементы в различных областях знаний; не разработана логическая и философская база такой аксиоматики; методы трансформации явления в его математическую СА-модель разработаны только в отдельных примерах.

Предпосылками к возможности создания аксиоматики теоретического системного анализа является в первую очередь то, что изучаемая система однозначно выделяется в окружающей среде и в этом случае границы системы точно определены. Исследуемая система сопротивляется изменениям, в то же время адаптируясь к внешней среде. Систему возможно декомпозировать — она состоит из подсистем и элементов. Взаимодействующие системы взаимно влияют друг на друга, и их воздействия всегда обладают обратной связью. В функционировании и развитии систем происходят регулярные и экстремальные события.

Современные методы системного анализа обширны и относятся к математике, логике, философии, кибернетике и включают в себя: осмысленное погружение в задачу и разумно-логический анализ исходных данных; философские методы диалектики; методы исторических аналогий и прецедентов; детерминистские математические методы (математическое моделирование, вариационное исчисление, теория игр и т.д.); кибернетические методы распознавания знаний, образов, изображений

и сцен в больших и условно больших данных; вероятностные и статистические методы; методы нечеткой логики и математики.

В докладе будут представлены приложения системного анализа при исследовании объектов горно-обогатительной промышленности, природных стихийных бедствий (извержения вулканов, землетрясения, наводнения, оползни, цунами, магнитные бури) и уменьшении природного ущерба. Цель исследования — выработка решений по оптимальным действиям руководителей различного уровня для предотвращения и уменьшения ущерба стихийного бедствия.

### **Список литературы**

1. *Gvishiani A., Sidorov R., Lukianova R., Soloviev An.* Geomagnetic activity during St. Patrick's Day storm inferred from global and local indicators // *Russ. J. Earth Sci.* 2016. N 16. P. 1–8.
2. *Гетманов В.Г., Гвишиани А.Д., Камаев Д.А., Корнилов А.С.* Алгоритмическое обнаружение аномальных временных участков в наблюдениях за уровнем океана // *Физика Земли.* 2016. № 2. С. 114–126.
3. *Гвишиани А.Д., Дзедзоев Б.А., Агаян С.М.* Интеллектуальная система распознавания FCAZm в определении мест возможного возникновения сильных землетрясений горного пояса Анд и Кавказа // *Физика Земли.* 2016. № 4. С. 3–23.