

парка "УГЛЕМАШ".

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Antypov I., Jarembash I. The peculiarities of interaction between powered support and immediate roof // International Scientific Conference of moving Technical University from Pribram to Ostrava. – 1996. - P. 74-80.
2. Sapitsky K., Antypov I. The present state and the prospects of the development of mechanised wall lining constructions // VI Sympozjum "Wybrane problemy eksploatacji zloz na duzych glebokosciach".- Gliwice, 1994.- P. 95 - 110.
3. Звягильский Е.Л., Филимонов П.Е., Антипов И.В., Щербинин Д.В. Ускорение конвергенции вмещающих пород в очистных забоях // Уголь Украины.- 2002.- N 8.- С. 33-36
4. Филимонов П.Е., Антипов В.И. Методы моделирования объектов горной геомеханики // Совершенствование технологии строительства шахт и подземных сооружений. Сб. научн. тр.– Донецк: ООО "Норд Компьютер", 2002. – С. 20–21.
5. Antypov I., Filimonov P., Shcherbinin D. Finite Element Method in geomechanics // DonNTU.- Donetsk, 2001.- P. 86-88.
6. Филимонов П.Е. Моделирование взаимодействия механизированных крепей с вмещающими породами методом конечных элементов // Фізико-технічні проблеми гірничого виробництва / Під. загальною редакцією А.Д.Алексеева.– Донецьк: ДУНВГО, 2001.– С. 149–157.

УДК 622.742.001.57:621

В.П. Надутый, В.Ф. Ягнюков

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВАЛКОВОГО КЛАССИФИКАТОРА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Моделювання впливу параметрів валкового вібраційного класифікатору виконано на основі експериментальних досліджень та їх апроксимації за допомогою регресивних залежностей лінійного та нелінійного типів. Встановлено залежність продуктивності від трьох різних факторів.

### MODELING OF INFLUENCE OF SHAFTING QUALIFIER PARAMETERS ON PRODUCTIVITY

The modeling of influence of the shafting vibrating qualifier parameters executed on the basis of experimental researches and their approximation with help recourse dependences of linear and nonlinear types. The dependence of productivity on three various factors is established.

Экспериментальные исследования зависимости производительности валкового вибрационного классификатора от его режимных, конструктивных параметров, влажности и плотности сыпучей горной массы показали существенное влияние каждого из варьируемых факторов [1, 2]. Графический анализ экспериментальных результатов показал различную степень нелинейности установленной зависимости. В промышленных условиях эксплуатация классификатора производится под влиянием нескольких факторов одновременно, поэтому в процессе исследований устанавливался характер изменения зависимости производительности не только от одного из варьируемых факторов, но и влияние других параметров, что позволило получить более полную базу данных для аналитической аппроксимации полученных графиков. Так, на рис. 1 а, б, в показаны результаты экспериментальных исследований производительности классификатора от частоты вращения валков  $\omega$  (400-1320 об/мин), влажности сыпучей среды  $\theta$  (2-20%) и угла наклона грохота  $\alpha$  (1-15 град). При этом была

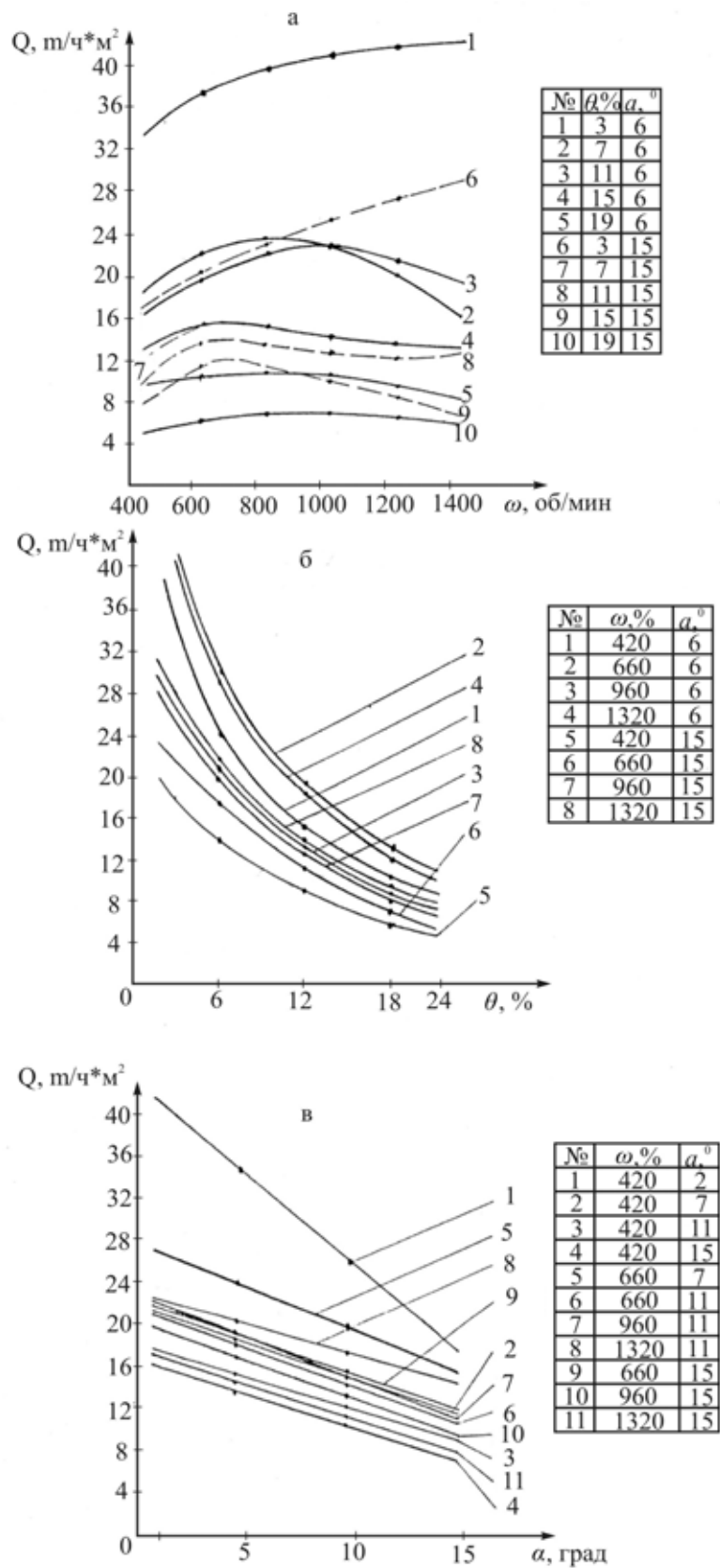


Рис. 1 - Результаты экспериментальных исследований зависимости производительности от частоты вращения валков (а), влажности массы (б) и угла наклона (в) классификатора при  $\gamma = 1,74 \text{ г/см}^3$

получена серия кривых, отражающих влияние одного из указанных факторов как основного, при влиянии двух других как сопутствующих. Остальные параметры классификатора зафиксированы на постоянном уровне и равны, соответственно: зазор между валками – 3 мм, плотность сыпучей массы  $\gamma = 1,74 \text{ г/см}^3$  (гранитный отсев), диаметр валков  $D = 80 \text{ мм}$ , эксцентриситет валков  $\Delta = 3,5 \text{ мм}$ .

Для идентификации принята многофакторная модель, включающая кроме линейного и квадратического членов произведение факторов в виде:

$$Q = a + b_1x_1 + b_2x_1^2 + c_1x_2 + c_2x_2^2 + dx_1x_2$$

На основании заданного уровня значимости 0,05 и критического значения статистики Стьюдента были определены коэффициенты надежности при каждой составляющей многочлена и на этом основании, при сравнении с критическим значением всех коэффициентов надежности, были исключены малозначащие факторные признаки. Адекватность модели проверялась с помощью критерия Фишера. Основываясь на полученных из экспериментов базе данных, экспериментальная зависимость имеет вид:

$$Q = 40,04 + 0,0092\omega - 2,41\theta - 1,37\alpha + 0,051\theta^2 - 0,00051\omega \cdot \theta + 0,056\theta \cdot \alpha$$

Число степеней свободы для критерия Стьюдента  $\nu = 80$ . Для принятого уровня значимости 0,05  $t_{кр} = 1,99$ . В модель включены только те факторы, для которых коэффициент надежности параметров  $t \geq 1,99$ . Вычисленные коэффициенты надежности параметров следующие:

$$t_\omega = 4,04; t_\theta = 8,23; t_\alpha = 9,27; t_\theta^2 = 4,24; t_{\omega\theta} = 2,77; t_{\theta\alpha} = 4,64/$$

Они значительно превышают критическое значение, следовательно, все факторы, включенные в модель, являются значительными и существенно влияют на производительность грохота. Коэффициент детерминации, отражающий полноту описания факторного признака, должен находиться в интервале от 0 до 1, а вычисленные его значение в нашем случае составляет  $R^2 = 0,882$  и критерий Фишера  $F = 99,49$ , в то время как при числе степеней свободы  $\nu = 6$ ;  $\nu_2 = 80$   $F_{кр} = 2,21$ . что значительно ниже расчетного. Все это свидетельствует о высоком уровне адекватности полученной зависимости. Ее анализ показывает, что с увеличением  $\alpha$  и  $\theta$  производительность снижается (так как коэффициенты уравнения отрицательны), а с увеличением  $\omega$  – возрастает. Однако наличие квадратичного слагаемого и слагаемых, содержащих произведение факторов, изменяет характер зависимости, т.е. не на всем пространстве значений факторов направленность изменений производительности определяется линейными членами. Так, например, по фактору влажности  $\theta$  зависимость имеет параболический характер, хотя минимум достигается за пределами области эксперимента:  $\theta_{min} = 24\%$ . Отклонение зависимости производительности классификатора  $Q$

от частоты вращения валков от линейной зоны объясняется сильным взаимодействием факторов  $\omega$  и  $\theta$ .

Выполненные исследования проводились с сыпучим материалом средней плотности  $\gamma = 1,74 \text{ г/см}^3$  (гранитный отсев). Практический интерес представляет аналогичные исследования для материалов большей и меньшей плотностей. С отсева железной руды при  $\gamma = 2,25 \text{ г/см}^3$  были выполнены экспериментальные исследования, аналогичные предыдущим. Результаты их представлены на рис 2 а, б, в и на их основе получена идентификационная модель

$$Q = 20,58 - 1,52\theta - 0,77\alpha + 0,00000195\omega^2 + 0,049\theta^2 + 0,0296\alpha^2 - 0,22\theta \cdot \alpha$$

Число степеней свободы для критерия Стьюдента  $\nu = 71$ , при уровне значимости  $\alpha_3 = 0,05$ ,  $t_{кр} = 2,0$  и при следующих коэффициентах надежности параметров полученной зависимости:

$$t_\theta = 5,11, \quad t_\alpha = 4,56, \quad t_\omega = 6,57, \quad t_{\theta^2} = 1,96, \quad t_{\alpha^2} = 3,32, \quad t_{\theta\alpha} = 1,96.$$

Поскольку коэффициенты надежности либо больше критического значения, либо достаточно близки к нему, то факторы, включенные в модель, являются значимыми. Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,908$ , а критерий Фишера  $F=117,52$ , в то время как при числе степеней свободы  $\nu_1 = 6$ ;  $\nu_2 = 71$ ;  $F_{кр} = 2,23$ . Это свидетельствует о высоком уровне адекватности идентификационной модели.

Полученная модель отражает такой же характер зависимости производительности валкового классификатора от параметров, что и предыдущая. Отличие состоит в том, что зависимость  $Q$  от  $\omega$  здесь не линейная, а квадратичная, что объясняется влиянием плотности материала, которая в этих моделях является фиксированным параметром.

Результаты экспериментальных исследований с сыпучей массой более низкой плотности, чем предыдущие  $\gamma = 1,43$  (известняк), представлены на рис 3 а, б, в, где также изучалась зависимость производительности  $Q$  от частоты  $\omega$ . Угла наклона  $\alpha$  и влажности  $\theta$  при значениях остальных параметров, зафиксированных на прежнем уровне. Идентификационная модель получена при числе степеней свободы для критерия Стьюдента  $\nu = 92$  и  $t_{кр} = 1,99$  в следующем виде:

$$Q = 18,0 - 0,437\theta + 0,00001\omega^2 - 0,031\alpha^2 + 0,00055\omega \cdot \theta - 0,00051\omega \cdot \alpha + 0,0325\theta \cdot \alpha$$

В модель включены факторы. Для которых коэффициент надежности больше критического:

$$t_\theta = 4,25, \quad t_{\omega\alpha} = 5,28, \quad t_{\omega^2} = 13,92, \quad t_{\omega\theta} = 5,66, \quad t_{\alpha^2} = 5,15, \quad t_{\theta\alpha} = 5,37.$$

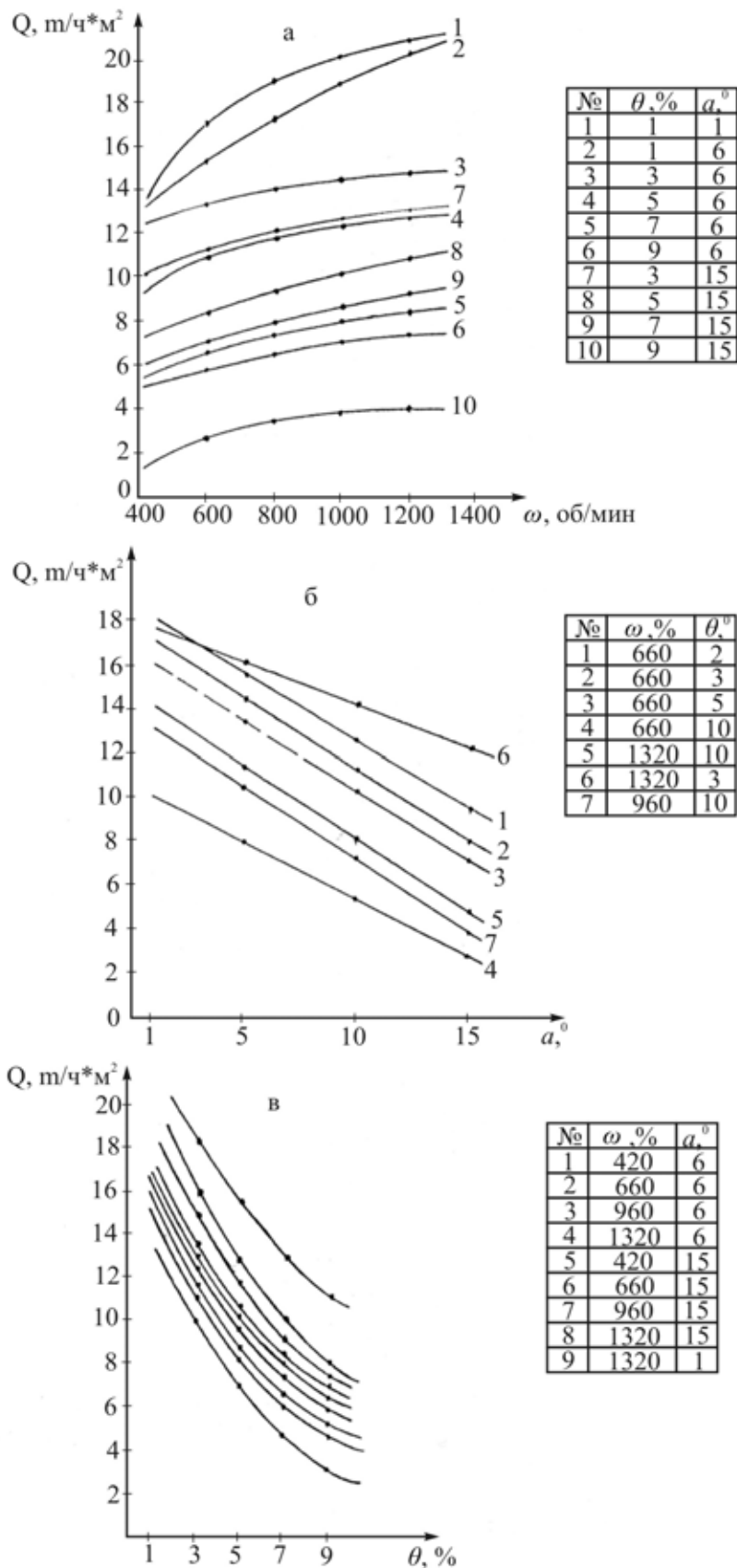


Рис. 2 – Результаты экспериментальных исследований зависимости производительности от частоты вращения валков (а), влажности массы (б) и угла наклона (в) классификатора при  $\gamma = 2,25 \text{ г/см}^3$ .

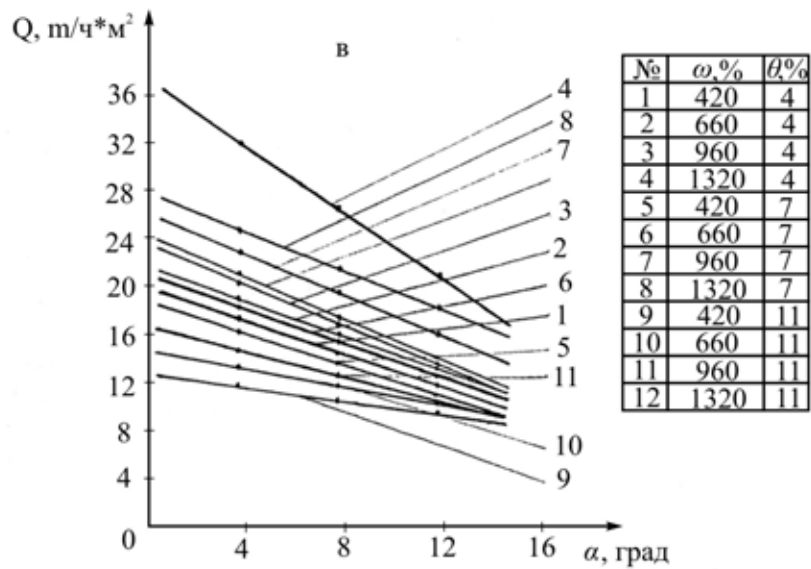
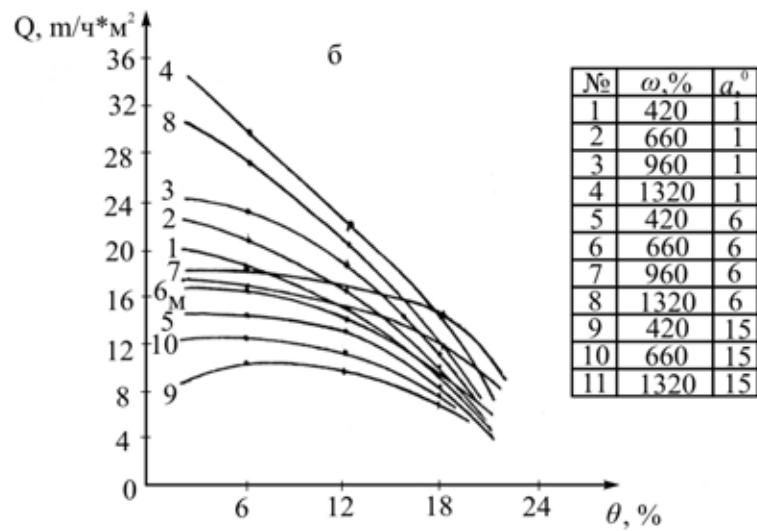
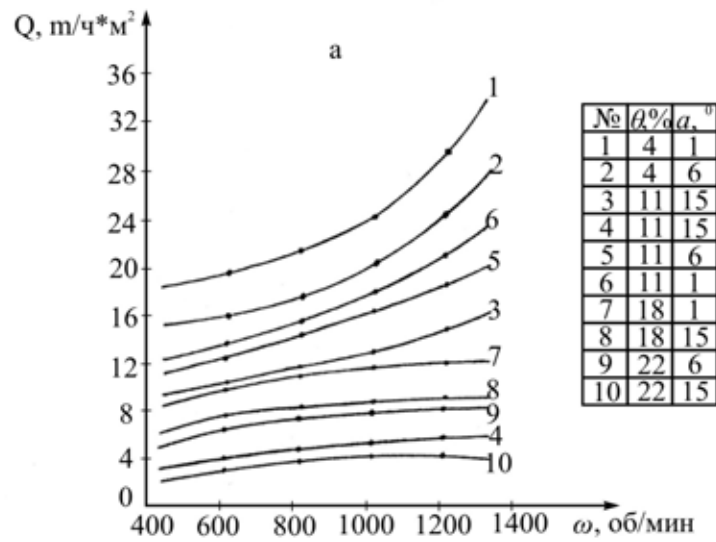


Рис. 3 – Результаты экспериментальных исследований зависимости производительности от частоты вращения валков (а), влажности массы (б) и угла наклона (в) классификатора при  $\gamma = 1,45 \text{ г/см}^3$ .

Эти значения коэффициентов превышают критическое, следовательно, включенные в модель факторы являются значимыми и существенно влияют на производительность грохота. Коэффициент детерминации  $R^2 = 0,914$ . критерий Фишера  $F = 163,69$ , что значительно больше критического значения  $F_{кр} = 2,2$ , что свидетельствует о высоком уровне адекватности полученной зависимости. В этой модели существенными оказались квадратичные члены, а также все парные произведения факторов между собой.

Таким образом, установлены аппроксимирующие аналитические зависимости производительности валкового вибрационного классификатора от частоты вращения валков, влажности перерабатываемой сыпучей горной массы и угла наклона рабочего органа классификатора. Установлено существенное влияние плотности сыпучего материала на процесс, поэтому для количественного анализа работы классификатора возникает необходимость идентификации зависимости его производительности от плотности массы и геометрических параметров элементов рабочего органа.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Надутый В.П., Ягнюков В.Ф., Прокопишин Л.Н. Определение влияния конструктивных параметров вибрационного валкового классификатора на технологические показатели / Матер. Междунар. XI н. – т. конф. Теория и практика процессов дробления, разделения, смещения и уплотнения материалов. Одесса – Харьков, 2001.
2. Надутый В.П., Ягнюков В.Ф., Прокопишин Л.Н. Зависимость производительности валкового классификатора от динамических параметров и свойств горной массы / Всеукр. н.-т. Журнал Вибрация в технике и технологиях. Винница. – Вып. 1 (33). –2000. - с. 10-14.

**УДК 550.8. 07/518.54: 622.02**

Т.А. Паламарчук, Б.М. Усаченко, А.А. Яланский

**К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ В  
ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ  
СИСТЕМАХ**

Розглянуто деякі аспекти теоретичного дослідження структурно-фазових процесів в природно-техногенних системах, що самоорганізуються.

**TO QUESTION OF STRUCTURE AND PHASE'S PROCESSES  
INVESTIGATION IN SELF-ORGANIZING NATURAL AND  
TECHNOGENETIC SYSTEMS**

Certain aspects of the theoretical investigation of structure and phase's processes in self-organizing natural and technogenetic systems are considering.

При проведении исследований состояния геологической или геофизической среды возникает необходимость принятия той или иной модели. Для реализации модельно-целевого подхода к исследуемым системам в иерархию объектов исследования включены только те, которые представляют интерес при проведении геологоразведочных и горных работ как объектов геофизического мониторинга. При дифференциации можно выделить несколько масштабных уров-