

УДК 622.272

А.М. Павлов

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОДЗЕМНОЙ ГЕОТЕХНОЛОГИИ ЖИЛЬНЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВЫЯВЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВОЙСТВ ФРАКТАЛЬНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

Предложена технология позволяющая при выемке запасов в сложных условиях геологической среды осуществить кратковременный перевод вмещающих пород из неустойчивого состояния в устойчивое.

Ключевые слова: подземная геотехнология, вмещающие породы, концентрации золота.

Распределение золота в рудных телах и на Зун-Холбинском месторождении в целом имеет сложный закономерно-прерывистый характер. Структурная организация всего поля концентрации золота в

пространстве месторождения показана на обобщённых материалах (рис.1).

Как видно, на различных масштабных уровнях распределение скопленений или аномальных концентраций золота имеет **дискретный и упоря-**

- а) положение крупных рудных столбов (3) и их ансамблей (2) в неоднородном концентрационном поле золота рудной зоны (1). Вертикальная проекция.
- б) положение средних (2) и малых (1) (показаны их эпицентры) рудных столбов в пределах среднего столба (вертикальная проекция эксплуатационного блока по данным эксплоопробования).
- в) положение скоплений агрегатов золотин (1) и ансамблей этих скоплений или рудных гнёзд (2) в пределах малых рудных столбов или наиболее крупных рудных гнёзд (плоский поперечный срез рудного тела по данным специального непрерывного опробования).

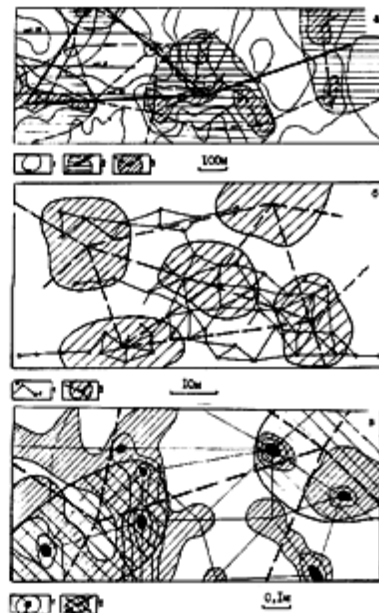


Рис. 1. Структурная организация поля концентрации золота на Зун-Холбинском месторождении

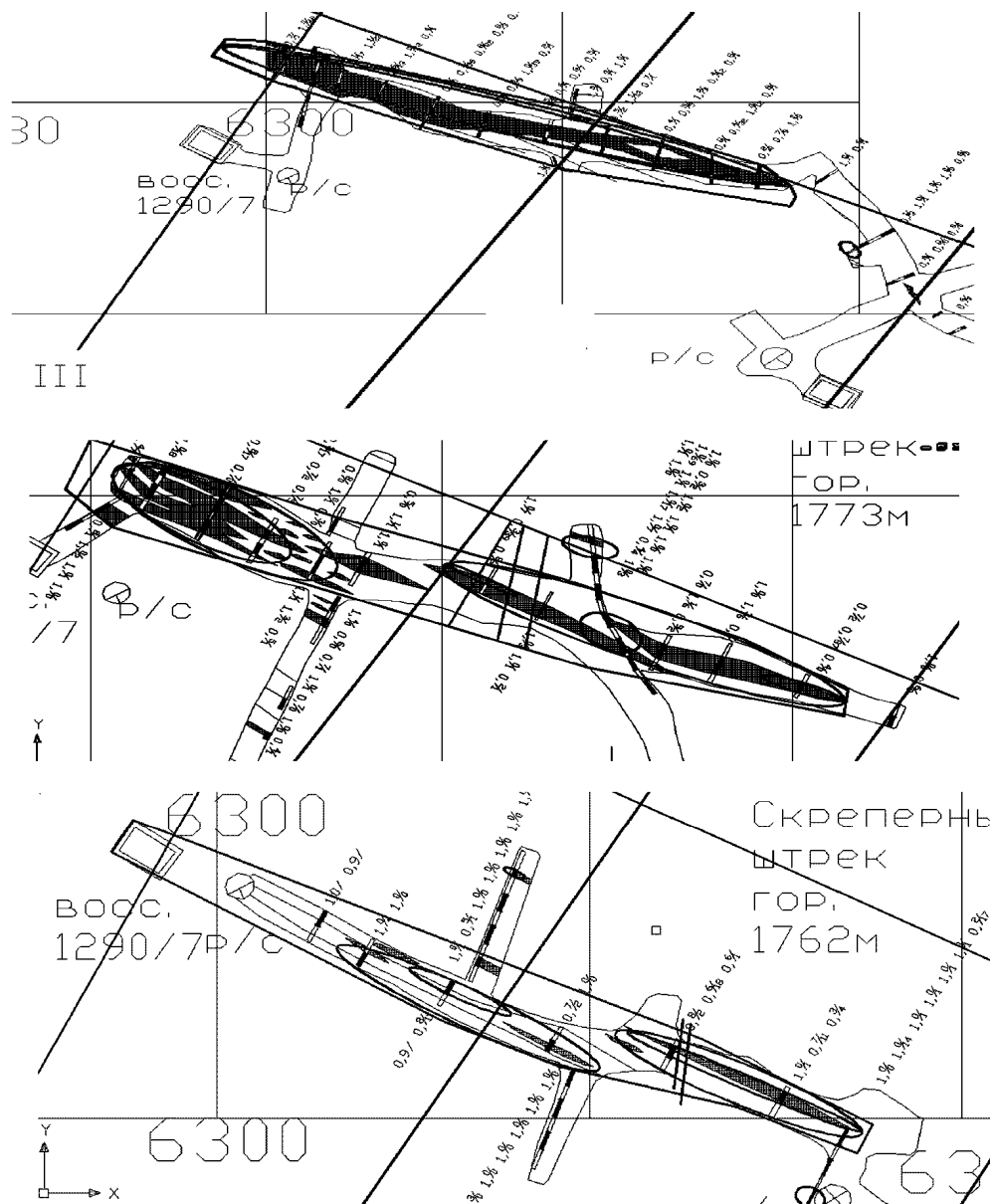


Рис. 2. Пример построения технологического контура

доченный характер. Мотив дискретности (прерывистости) **идентичен или самоподобен (свойство фрактальности)**. Учет фрактальных свойств геологической среды путем

выделения последовательно входящих в друг друга элементов неоднородностей с повышенными концентрациями золота (таксонов), определяет технологический контур балансовых запасов. Методикой определено, что вы-

деленные таксоны в интервалах: до 1 г/т; 1-10 г/т; 10-100 г/т и более 100 г/т можно объединять последовательно друг с другом, выстраивая технологический контур (рис. 2), который позволяет представить рудное тело при проектировании системы разработки.

Естественное поле напряжений в горном массиве имеет также прерывистый характер и сложную иерархическую структуру (т.е. также обладает свойством фрактальности). Оно связано с последовательно вхо-

дящими друг в друга дискретно сосредоточенными в пространстве участками повышенной удельной концентрации тектонических нарушений и трещин (участки разгрузки напряжений) (рис. 3).

Для месторождения установлены области средненапряженных и высоконапряженных зон, на основе которых составлены карты устойчивости массива горных пород.

Величины первоначальных напряжений на средненапряженных участках аппроксимируются формулами:

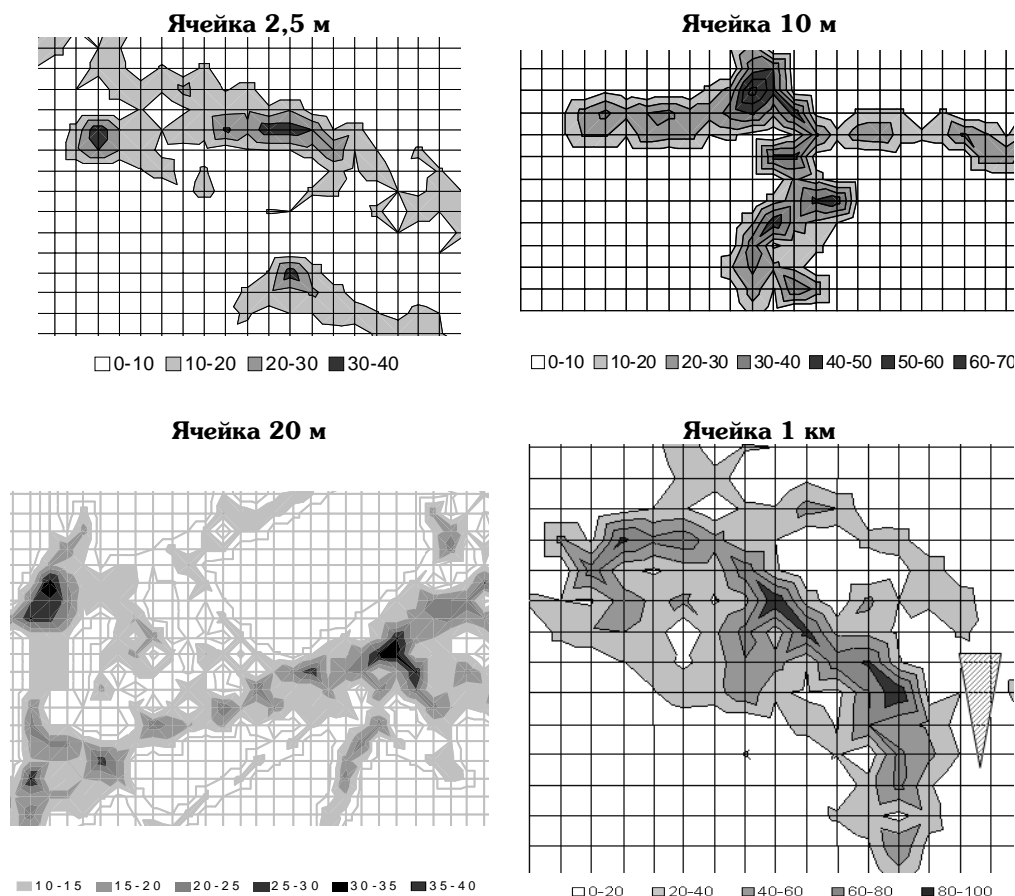


Рис.3 Эмпирические модели разномасштабного дискретного пространственного распределения участков с максимальной интенсивностью проявления трещиноватости и тектонических нарушений. Зун-Холбинское золоторудное месторождение

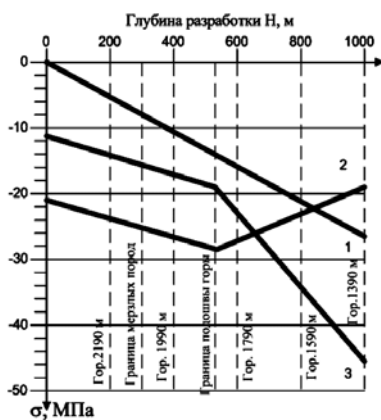


Рис. 4. Зависимости распределения первоначальных напряжений массива горных пород в средненапряженных зонах: 1 - вертикальное напряжение, 2 - продольное; 3 - поперечное

$$\sigma_B = \gamma H; \quad \sigma_{np} = \frac{\mu}{1-\mu} \cdot \gamma H - 21,1;$$

$$\sigma_n = \frac{\mu}{1-\mu} \cdot \gamma H - 11,6 \quad (1)$$

где $\sigma_B, \sigma_{np}, \sigma_n$ - соответственно вертикальные, горизонтальные продольные и поперечные напряжения горного массива, МПа; γ - плотность пород, МН/м³; H - глубина разработки, м; μ - коэффициент Пуассона.

Величины первоначальных напряжений для высоконапряженных участков аппроксимируются формулами:

$$\sigma_B = \gamma H; \quad \sigma_{np} = \frac{\mu}{1-\mu} \cdot \gamma H - 21,2;$$

$$\sigma_n = \frac{\mu}{1-\mu} \cdot \gamma H - 20,9. \quad (2)$$

Установлено, что в средненапряженном горном массиве до глубины 530 м (граница подошвы горы) максимальные напряжения действуют по простиранию рудных тел, ниже этой глубины (под горой) максимальные напряжения изменяют свое направление и действуют в крест простирания рудных структур (рис.4). В высоконапряженных зонах ориентировка

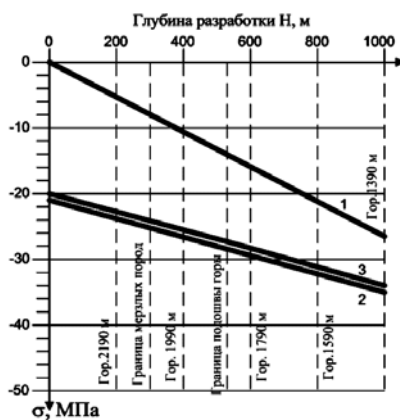


Рис. 5. Зависимости распределения первоначальных напряжений массива горных пород в высоконапряженных зонах: 1 - вертикальное напряжение, 2 - продольное; 3 - поперечное

направлений напряжений не изменяется (рис.5).

На основе установленных зависимостей первоначальных напряжений были промоделированы изменения их при различных параметрах очистной камеры.

В результате моделирования установлено, что в средненапряженных зонах напряжения в кровле и стенках камер и буровых штреков значительно уменьшаются при ширине ленты в пределах 20 м. Расчетные напряжения не превышают допустимых значений, равных:

$$\sigma_{сж.дон}^M = -32,6 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{p.дон}^M = 6 \text{ МПа}$$

В высоконапряженных зонах кровля и стенка камер будут неустойчивы. Расчетные напряжения имеют величины больше допустимых значений. Следовательно, в высоконапряженных зонах стенки и кровля очистных камер будут разрушаться (рис.6).

Обеспечить устойчивость очистных камер возможно применением анкерного и анкерно-тросового крепления стенок камер из буровых штреков.

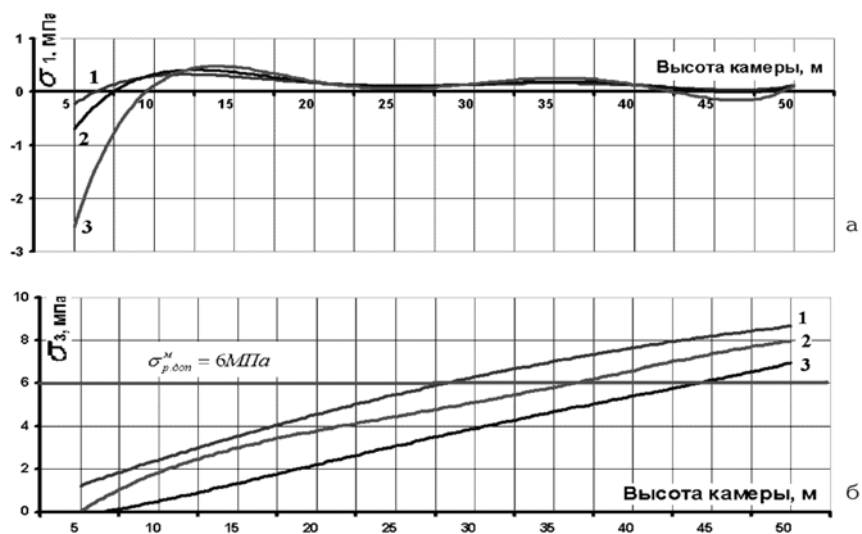


Рис. 6. Графики напряжений в стенках очистной камеры от ее высоты в высоконапряженных зонах при решении геомеханической задачи (объемной) при длине ленты 20 м

На основе комплекса выполненных исследований строения геологической среды отработку крутопадающих жил в пределах технологического контура эксплуатационных запасов предлагается вести более эффективным способом, применяя конструктивно меняющееся расположение буровых штреков по восстанию с учетом изменчивости угла падения жилы (рис.6). Создается шарнирно-подвижная система расположения буровых штреков, выполняющих роль поясов крепления. По восстанию буровые штреки целесообразно располагать через 5-10 м, что вписывается в параметры построения технологического контура и позволяет учесть варьирование угла падения рудного тела. Закрепленные буровые штрека обеспечивают устойчивость пород бортов на время отбойки ($t_{отб}$) и выпуска руды ($t_{вып}$) из блока. Расчет параметров поясов крепления, их количество определяется с учетом фактора времени устойчивого стояния вмещающих пород ($t_{ст}$) на период отбойки и выпуска руды.

Время стояния ($t_{ст}$) на основе методики А.И.Арсентьева вычисляется по формуле

$$t_{ст} = t_{отб} + t_{вып} = \frac{K_{эмп} \cdot h_p}{\gamma \cdot L_3^2} \cdot \sqrt{n} \quad (3)$$

где $K_{эмп}$ – эмпирический коэффициент, h_p – глубина разрушающегося слоя пород, м; γ – объемный вес пород, Мн/м^3 ; L_3 – величина эквивалентного пролета камеры, м, n – количество поясов крепления.

Значение L_3 вычисляется по формуле

$$L_3 = \frac{l_k \cdot h_k}{\sqrt{l_k^2 + h_k^2}} \quad (4)$$

где l_k – ширина камеры по простиранию жилы, м; h_k – высота камеры, м.

По данным исследований для условий Зун-Холбинского месторождения $K_{эмп}=150$. Глубина разрушающегося слоя h_p принимается по установленным зависимостям пространственного положения растягивающих напряжений в бортах камер на различной глубине разработки. Установлено,

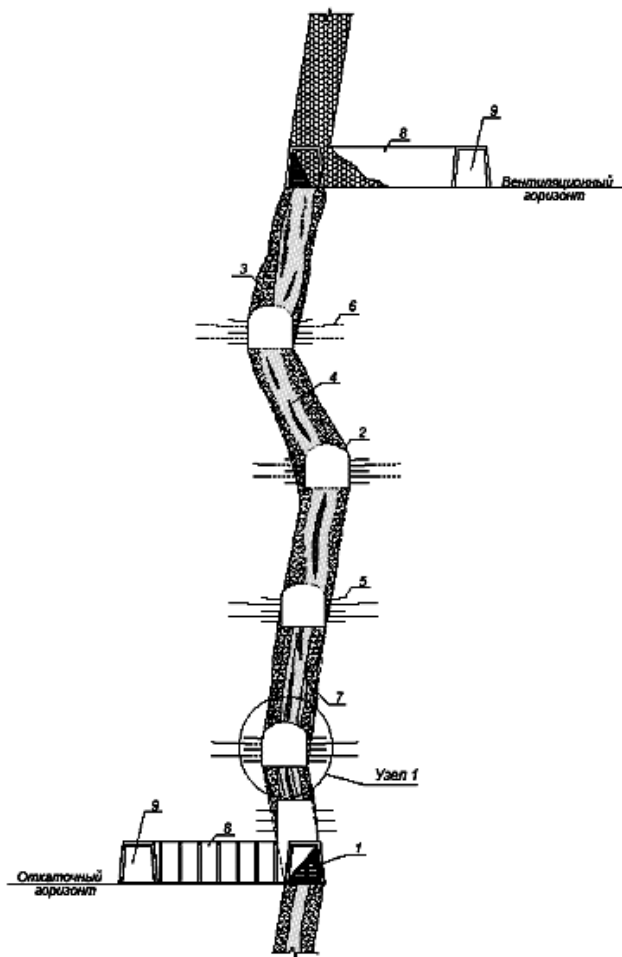


Рис. 7. Комбинированная система отработки с маг­зинированием руды и отбойкой с подэтажей - поясов крепления в выделенном технологическом контуре запасов: 1 - днище блока; 2 - буровой штрек; 3 - выемочный контур; 4 - рудное тело; 5 - СПАК; 6 - тросовой анкер; 7 - скважина; 8 - орт-заезд; 9 - полевой штрек

что h_p зависит от мощности рудных тел и глубины горных работ (рис. 8).

На основе формулы (3) составлены номограммы определения времени устойчивого состояния камер с учетом длины закрепляемой ленты, глубины закрепляемого слоя и количества закрепляемых участков (поясов крепления) (рис. 9).

Пояс крепления представляет собой прошитые вмещающие породы в бортах бурового штрека сталеполимерной крепью (СПАК) на глубину 1,5-2 м. Прошитый слой притягивается через штрипсы тросовыми анкерами к нетронутому массиву на 3-5 м (рис. 6).

Предлагаемая комбинированная система отработки с magazинированием руды и отбойкой с подэтажей - поясов крепления в выделенном технологическом контуре запасов универсальна в части применения оборудования и подготовки днищ выпуска руды. Для выявленных нами условий сложной геологической среды ширина блока не должна превышать 20 м с учетом выявленных закономерностей времени стояния камеры, ее ширины (ширины ленты) в зависимости от расчетной глубины закрепляемого слоя.

Время выпуска из ма­газина составляет 0,5-2 месяца в зависимости от применяемой техники.

При использовании самоходной техники оно равно 0,5 месяца, а при использовании погрузмашины ППН- 1-2 месяца.

Днище выпуска руды из блока, во избежание потерь ее на гребнях и между ортами, готовится специальным способом: сооружается искусственное днище с откосами, где в середине межортных откосов располагается система подачи воды для гидросмыыва столбов руды. Такая особенность подготовки плоского днища позволяет

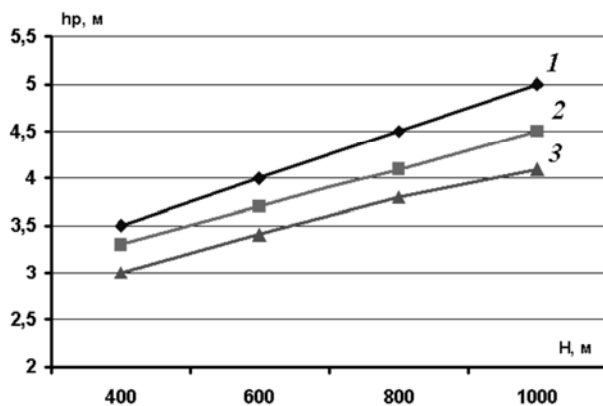


Рис. 8. Графики зависимости глубины разрушающегося слоя h_p от глубины разработки H , м: 1,2,3 – при мощности рудного тела соответственно 3, 10, 15 м

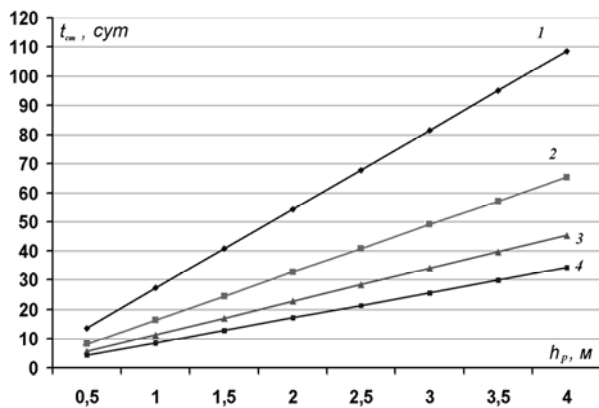


Рис.9. Графики зависимости времени ($t_{уст}$) устойчивого состояния очистной камеры от глубины разрушающегося слоя пород (h_p) при четырех поясах крепления: 1,2,3,4 – соответственно при ширине ленты 15 м, 20 м, 25 м, 30 м.

снизить потери руды и уменьшить время выпуска и количество поясов крепления и, в конечном итоге, снижает затраты на очистные работы. Отбойку предлагается производить

скважинами малого диаметра (65 мм), обеспечивающими шадящую отбойку запасов, в целях минимизации разрушения бортов камер. Длину скважин для условий рудника следует принимать 5-10 м. Скважины бурить параллельно, чтобы не подорвать борта технологического контура. При этом предусматривается оставление холостых скважин для создания более четкой отсечки бортов очистной камеры. Буровые станки могут применяться как передвижные типа БУ-80, УТ-28, СИМБА-ЮНИОР, с перфоратором ВВС-120, так и самоходные типа Симба. Отбойка ведется на отрезные щели с учетом создаваемого компенсационного пространства.

Предлагаемая технология при выемке запасов в сложных условиях геологической среды позволяет осуществить кратковременный перевод вмещающих пород из неустойчивого состояния в устойчивое. В этом случае производство горных работ будет более безопасно. Повышение уровня безопасности работ заключается в том, что все работы в неустойчивом массиве производятся из закрепленных выработок. Производственные испытания на руднике Холбинский показали, что применение данной системы позволило увеличить производительность добычи с $4 \text{ м}^3/\text{чел.см.}$ до 12. Потери руды снижены в два раза. **ГЛАВ**

Коротко об авторе

Павлов Александр Митрофанович – кандидат технических наук, докторант ИрГТУ, v10@istu.edu