

# Графическая программа перехода геологических нарушений механизированными комплексами

## Graphics software for crossing of geological disturbances by powered mining complexes

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-7-48-51>

### МИРОШНИКОВ Г.П.

Канд. техн. наук, доцент,  
филиал КузГТУ в г. Междуреченске,  
652881, г. Междуреченск, Россия,  
e-mail: 41151@rambler.ru

### САМОЙЛЕНКО Л.В.

Программист,  
филиал КузГТУ в г. Междуреченске,  
652881, г. Междуреченск, Россия,  
e-mail: samoilenkolev@gmail.com

Ведение очистных работ в зонах геологических нарушений связано с необходимостью маневрирования комплексом в вертикальной плоскости и осложняется присечением боковых пород и вывалообразованием в кровле. В нормативных документах траектория перехода рассматривается только в разрезе по простиранию пласта и на плане (виде сверху) горных работ. Поэтому остается неясным, как вести работу в плоскости очистного забоя (в разрезе по падению пласта), чтобы осуществить переход по заданной траектории. В филиале КузГТУ г. Междуреченска разработана графическая компьютерная программа, которая позволит не только рассчитывать рациональную траекторию перехода нарушений в трех плоскостях, но и корректировать движение комплекса в зависимости от изменяющихся геометрических параметров нарушения в процессе подвигания очистного забоя. Аналогов разработанной программы в настоящее время не имеется.

**Ключевые слова:** механизированный комплекс, переход дизъюнктивных нарушений, расчеты траектории, графическая программа.

**Для цитирования:** Мирошников Г.П., Самойленко Л.В. Графическая программа перехода геологических нарушений механизированными комплексами // Уголь. 2024;(7):48-51. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-7-48-51.

### Abstract

Stoping operation in zones of geological disturbances is associated with the need to maneuver the mining complex in the vertical plane and is complicated by cutting of the enclosing roof-and-floor rocks and roof falls. In the normative documents, the crossing path is considered only in the section along the bed strike and on the plan (top) view of the mining operations. Therefore, it remains unclear how to operate in the mining face plane, i.e. in the section along the bed dip, to accomplish the crossing along the specified path. A graphics software has been developed at the Kuznetsk State Technical University's Mezhdurechensk branch, which will allow not only to calculate the rational path for disturbance crossing in three planes, but also to correct the movement of the mining complex depending on the changing geometric parameters of the disturbance

during the mining face advancement. Currently no analogues of the developed software are available.

### Keywords

Powered mining complex, crossing of disjunctive dislocations, path calculations, graphics software.

### For citation

Miroshnikov G.P., Samojlenko L.V. Graphics software for crossing of geological disturbances by powered mining complexes. *Ugol'*. 2024;(7):48-51. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-7-48-51.

## ВВЕДЕНИЕ

Ведение очистных работ в зонах геологических нарушений связано с необходимостью маневрирования комплексом в вертикальной плоскости и осложняется присечением боковых пород и вывалообразованием в кровле. Последние исследования и региональные нормативные документы по вопросу рациональной траектории перехода нарушений выпущены более 25 лет тому назад и не учитывают технические характеристики современных механизированных комплексов [1, 2, 3]. Кроме этого, в данных документах траектория перехода рассматривается только в разрезе по простиранию пласта и на плане (вид сверху) горных работ. Поэтому остается неясным, как вести работу в плоскости очистного забоя (в разрезе по падению пласта), чтобы осуществить переход по заданной траектории [4].

Информационные технологии применяются при решении отдельных задач, например при обосновании проектных решений, по рациональной отработке запасов выемочных участков угольных шахт в зонах геологических нарушений [5]. При определении влияния изменений горно-геологических условий на отработку запасов угля использовалась графическая программа [6, 7], которая основана на зависимости переменной «Ресурс работоспособности очистного механизированного комплекса» от переменной «Амплитуда геологического нарушения». Однако данная программа не предусматривает оценку технических возможностей применяемых механизированных комплексов и выдачу рекомендаций по преодолению нарушения.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В работе [8] предлагается выемку полезного ископаемого производить в автоматическом режиме АСУ комбайна по контрольным точкам 3D-математической модели пласта полезного ископаемого [9], при котором происходят распознавание кромки уголь/порода и приспособление АСУ комбайна к изменяющейся гипсометрии пласта непосредственно в момент работы комбайна в лаве, а также для преодоления горно-геологических нарушений [10, 11]. В работе [12] приведены блок-схема алгоритма выбора варианта технологии перехода геологического нарушения, а также пример принятия решения при работе программного обеспечения по данному алгоритму. Однако в этих работах не учитывается способность элементов комплекса изгибаться в разных плоскостях и занимать спиралевидную форму. Необходимо отметить, что в пода-

вляющем числе случаев основные параметры нарушения: амплитуда, угол падения сместителя и угол встречи с забоем – это изменяющиеся величины, требующие постоянной корректировки траектории движения комплекса. Ни одна графическая или вычислительная программа не дает рекомендаций, как в каждом выемочном цикле производить работы в плоскости очистного забоя по переходу геологического нарушения.

Поэтому разработка технологии ведения горных работ в зонах геологических нарушений с постоянной корректировкой принимаемых решений в зависимости от изменяющихся геометрических параметров нарушения в глубине выемочного столба является актуальной задачей. В качестве критерия оценки траектории движения комплекса через нарушения, как правило, принимается объем присекаемых боковых пород. Движение комплекса не по рациональной траектории предопределяет либо увеличение присекаемых пород, либо деформацию элементов комплекса.

В филиале КузГТУ г. Междуреченска была разработана графическая программа, которая отражает решение поставленных задач по рациональному переходу геологических нарушений механизированными комплексами. Расчет рациональной траектории учитывает следующие факторы:

### «Параметры комплекса» (вводятся технологом):

- угол поперечной (по длине лавы) устойчивости крепи;
- угол продольной устойчивости крепи (по простиранию);
- угол изгиба конвейера по длине лавы в поперечной плоскости;
- угол изгиба конвейера по простиранию (продольная плоскость);
- длина секций конвейера;
- ширина захвата комбайна;
- длина лавы.

### «Параметры нарушения»

#### (вводятся геологом и отдельно для штреков):

- амплитуда нарушения;
- угол встречи нарушения (угол между линией забоя и простиранием нарушения);
- угол падения сместителя;
- мощность пласта;
- угол падения пласта.

После ввода параметров программа производит расчеты и на графической части, в разрезе по простиранию. Расчеты преобразованы в траектории движения комплекса. Расчеты и построение траектории производятся отдельно для конвейерного и вентиляционного штреков, так как в большинстве случаев параметры нарушения изменяются по простиранию нарушения. На *рис. 1, А* представлен пример построения расчетной траектории на вентиляционном штреке, на *рис. 1, Б* – на конвейерном штреке.

При наведении курсора на красную линию траектории перехода нарушения можно передвинуть ее в положение, которое определяют технологическая и геологическая службы шахты с целью выбора вариантов присечки боковых пород: почвы или кровли. Параметры нарушения, а также участки формирования ступеней соединены

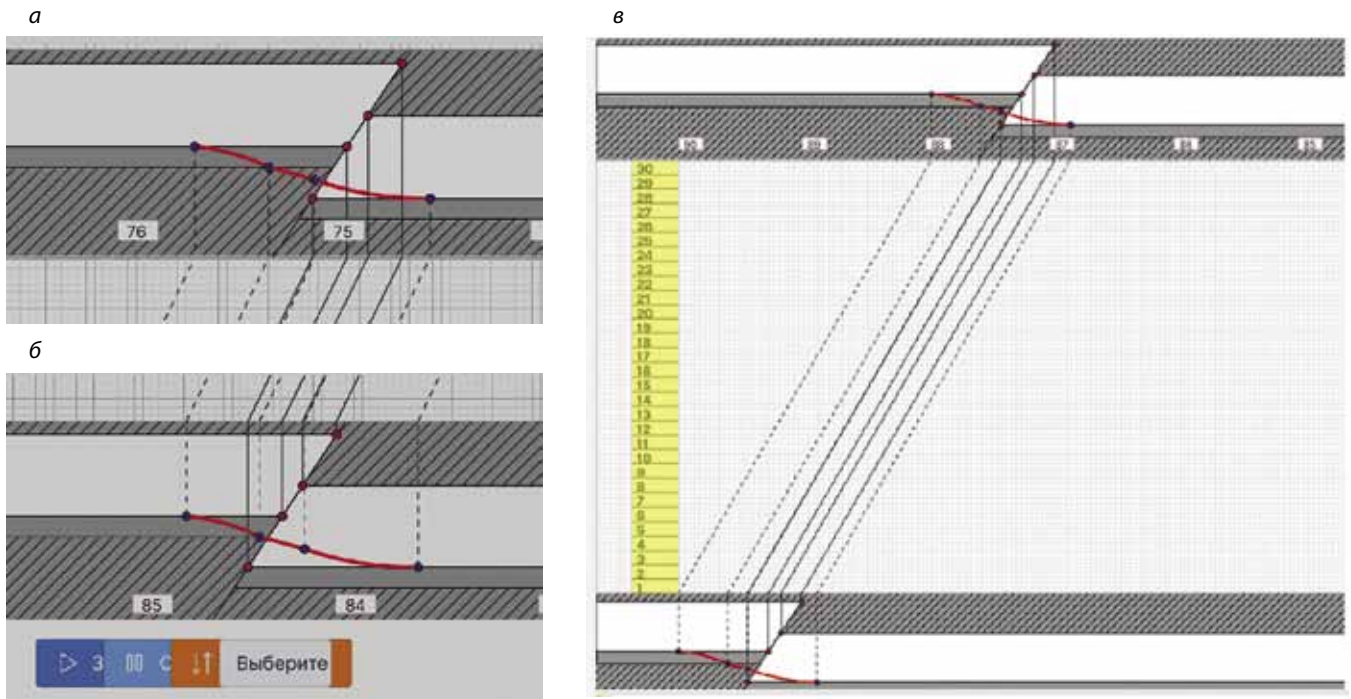


Рис. 1. Траектория перехода нарушения в продольной плоскости и в плане выемочного столба  
 Fig. 1. The disturbance transition path in the longitudinal plane and in the plan view of the extraction pillar

между собой линиями на плане (вид сверху) выемочного столба (рис 1, B). Также показана линия очистного забоя с секциями крепи.

При запуске команды «запустить» очистной забой начнет двигаться с интервалом 0,8 м, то есть каждую стружку. Одновременно в нижней графической части показывается процесс перехода нарушения в плоскости очистного забоя. Этот процесс можно остановить командой «остановить». Если курсор навести на секции крепи, то очистной забой можно передвинуть вперед на любой участок выемочного столба в пределах зоны геологического нарушения. На рис. 2 показывается процесс перехода нарушения в плоскости забоя.

В плоскости очистного забоя красной линией показывается траектория перехода нарушения. Синяя полоса,

снизу красной линии, показывает участок, где ступени формируются ниже плоскости дна конвейера. Синяя полоса, выше красной линии, показывает участок, где ступени формируются выше плоскости дна конвейера. На участке, где синяя полоса отсутствует, ступени не формируются, так как здесь траектория имеет максимальный наклон в какой-либо плоскости.

В процессе перехода нарушения возможны изменения параметров нарушения, ошибки в маневрировании комплексом и т.д., поэтому периодически может появляться необходимость внесения изменений в расчеты рациональной траектории движения комплекса. Поэтому имеется команда «коррекция», при подаче которой появляются таблицы, заполняемые участковым геологом при посещении очистного забоя. Заполнение таблицы «нарушение»

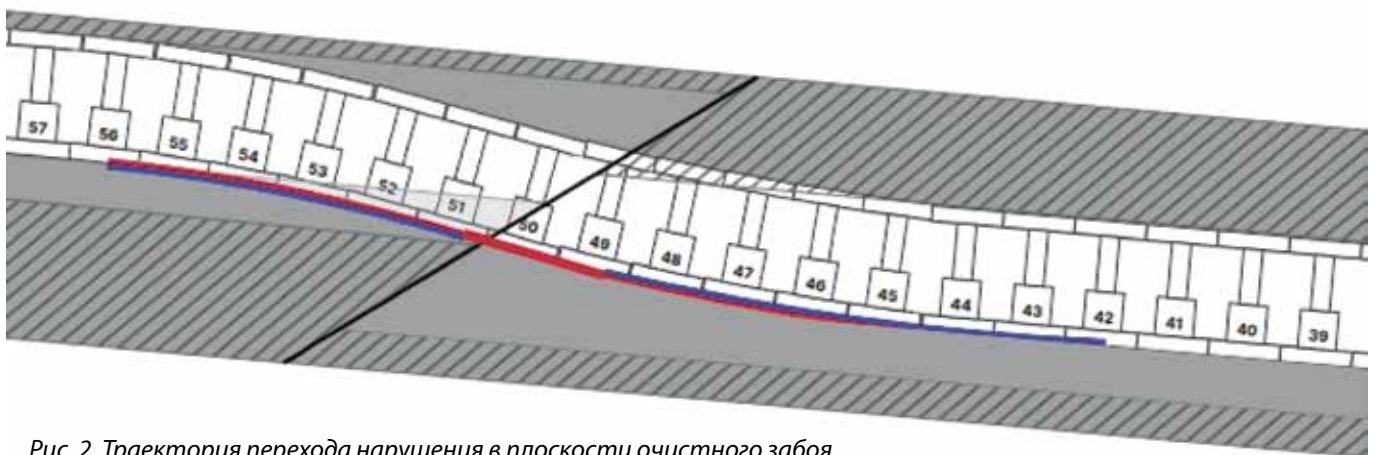


Рис. 2. Траектория перехода нарушения в плоскости очистного забоя  
 Fig. 2. The disturbance transition path in the mining face plane

позволяет геологу корректировать фактическое положение и параметры геологического нарушения в конкретном месте перехода нарушения. После заполнения таблиц «коррекция» выполняется команда «сохранить», и траектория перехода нарушения пересчитывается. В плоскости очистного забоя появляются скорректированная красная и синие линии, показывающие участки, где формируются ступени ниже и выше плоскости дна конвейера, позволяющие преодолеть зону нарушения.

В настоящее время на многих шахтах геологическая служба отказалась от табличной формы фиксации положения крепи и нарушения в очистном забое, а выполняет зарисовки с помощью программы «Автокад». Поэтому графическую программу адаптировали к чертежам в «Автокаде», что упростило понимание горняками отличия в фактической и рациональной траектории перехода комплексом нарушения.

Практическое применение результатов программы заключается в следующем. После ввода геологом новых данных о параметрах нарушения в программу на участковом компьютере распечатываются разрезы рационального положение крепи в лаве на каждый выемочный цикл с участками маневрирования с учетом суточного плана добычи угля.

Представленная программа разработана для шахт России, но без поддержки горных предприятий, на собственные средства небольшого филиала КузГТУ г. Междуреченска. В настоящее время программа позволяет рассчитывать рациональную траекторию перехода нарушений в трех плоскостях и корректировать движение комплекса в зависимости от изменяющихся геометрических параметров нарушения в процессе подвигания очистного забоя. Однако данная программа требует дальнейшего совершенствования, а для лучшей визуализации необходимо ее исполнение в технологии трехмерной 3D-графики, что при отсутствии финансирования сделать достаточно проблематично.

КузГТУ обращается к горным предприятиям, которые планируют отработку выемочных столбов с наличием крупных дизъюнктивных нарушений, принять участие в апробации программы и ее усовершенствовании.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная графическая программа решает задачи по рациональному переходу геологических нарушений механизированными комплексами. Алгоритм программы учитывает технические возможности крепи по устойчивости и изгибу конвейера в двух плоскостях, а также параметры дизъюнктивного нарушения. Это позволяет снизить объем присекаемых боковых пород и деформации элементов комплекса. Аналогов разработанной программы в настоящее время не имеется, и требуется опытная проверка ее на горных предприятиях Кузбасса.

## Список литературы • References

1. Руководство по переходу геологических нарушений механизированными комплексами. Прокопьевск, 1982. 80 с.
2. Худин Ю.Л., Ходжаев Р.Ш. Применение механизированных комплексов при разработке нарушенных пластов Карагандинского бассейна. М. ЦНИЭИуголь, 1975. 25 с.
3. Переход геологических нарушений механизированными комплексами в Донбассе / Е.А. Бидзинашвили, И.Т. Бутенко, В.В. Кара и др. М.: ЦНИЭИуголь, 1977. 25 с.
4. Худин Ю.Л., Глазов Д.Д., Мамонтов С.В. Комплексно механизированная выемка нарушенных угольных пластов. М.: Недра, 1985. 198 с.
5. Киселев А.М. Обоснование проектных решений по рациональной отработке запасов выемочных участков угольных шахт в зонах геологических нарушений: автореферат ... канд. техн. наук. М., 2012. 24 с.
6. Sin-Jun Kang, Chun-Hee Woo, Hee-Soo Hwang, Kwang B. Woo. Evolutionary Design of Fuzzy Rule Base for Nonlinear System Modeling and Control. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. 2010;8(1):37-45.
7. Carlos A. Gama, Alexandre G. Evsukoff, Philippe Weber, Nelson F. Ebecken. Parameter Identification of Recurrent Fuzzy Systems With Fuzzy Finite-State Automata Representation. *IEEE Transactions On Fuzzy Systems*. 2008;16(1):213-224.
8. Лукьяненко В.А. Способ безлюдной выемки полезных ископаемых // Уголь. 2019. № 2. С. 37-39. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-2-37-39.  
Lukyanenko V.A. The method of unpopulated extraction of minerals. *Ugol'*. 2019;(2):37-39. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-2-37-39.
9. Interconnection of Landmark Compliant Longwall Mining Equipment – Shearer Communication and Functional Specification for Enhanced Horizon Control. CSIRO Exploration & Mining Report, No. P2004/6.
10. Lukyanenko V.A. Adaptive methods of mineral resources production. *Mining Journal of Kazakhstan*. 2017;(5): 40-43.
11. Nienhouse K. Shearer automation and communication is a path to independent equipment. *Coal International*. 2010;(4):22-25.
12. Кузнецов Ю.Н., Киселев А.М. К вопросу автоматизированного проектирования технологических схем перехода геологических нарушений в границах выемочных участков. // Горный информационно аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № 10. С. 341-347.  
Kuznetsov Yu.N., Kiselev A.M. Regarding the issue of automated design of technological schemes for crossing geological disturbances within the boundaries of mining blocks. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'*. 2012;(10):341-347. (In Russ.).

### Authors Information

**Miroshnikov G.P.** – PhD (Engineering), Associate Professor, KuzSTU, Branch in Mezhdurechensk, Mezhdurechensk, 652881, Russian Federation, e-mail: 41151@rambler.ru

**Samojlenko L.V.** – Programmer KuzSTU Branch in Mezhdurechensk, Mezhdurechensk, 652881, Russian Federation, e-mail: samoilenkolev@gmail.com

### Информация о статье

Поступила в редакцию: 20.03.2024

Поступила после рецензирования: 16.06.2024

Принята к публикации: 25.06.2024

### Paper info

Received March 20, 2024

Reviewed June 16, 2024

Accepted June 25, 2024