

Лекция 7

Эколого-геодинамический мониторинг

Он имеет ряд разновидностей, изучающий как природные, так и техногенные процессы, эндогенные и экзогенные. Объекты изучения могут быть разными и по своему масштабу. Оценка экологической опасности в рамках государственного мониторинга проводится в соответствии с

ГОСТ Р 22.1.06-99 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, где они рассматриваются в едином ранге опасных геологических позиций.

Общая модель и основные требования к системе мониторинга и прогнозирования опасных геологических явлений и процессов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Опасное геологическое явление	Мониторинг					Прогнозирование		
	Объект, предмет мониторинга	Фактор, обуславливающий активность опасного геологического явления	Наблюдаемый, контролируемый параметр, показатель (база данных)	Метод наблюдения, контроля	Частота наблюдений	Прогнозируемый показатель, параметр	Метод, способ прогноза	Критерий принятия экспертного решения об опасности геологического явления
Эндогенные процессы								
1 Землетрясение	Территории с активной сейсмогеодинамической обстановкой в последние 100000 лет; районы проявления возбужденной сейсмичности; литосферные поля: сейсмическое, упругих деформаций и напряжений, современных движений земной коры, геоакустическое, электромагнитное, геоэлектрическое, геотермическое, гидродинамическое, гидрохимическое, гравитационное, геомагнитное, поля внешних геосфер	Активизация тектонических движений в литосфере и мантии земли, сопровождаемая возникновением аномальных напряжений в земной коре; активные разломы, растущие антиклиналы, тектонические узлы, петрофизические неоднородности литосферы и мантии земли с высокими градиентами физических свойств пород и тектонических	Сейсмический режим: Время возникновения землетрясения; координаты эпицентра; глубина очага; магнитуда с уровнем предствительности $M = 1,0-2,0, 3,0-3,5, 4,0-4,5$ соответственно для сейсмических сетей локального, регионального, федерального уровней; эпицентральное расстояние; азимут; макросейсмические факторы (для сильных землетрясений); интенсив-	Сейсмологическое, сейсмическое просвечивания, геодезический, морфоструктурный, сейсмоакустический; электромагнитный, геоэлектрический, гидродинамический, гидрохимический, тектонофизический, геотермический, геомагнитный, гравитометрический, аэрокосмический, ионосферный	Регулярные наблюдения с представительным опросом не реже одного раза в год для долгосрочного прогноза; в месяц для среднесрочного прогноза; в день, в час, непрерывно (в зависимости от критичности ситуации) для краткосрочного прогноза; по регламенту, установленному уполномоченным органом	Аномальные и критические значения контролируемых параметров временного ряда, превышающие безопасный уровень фоновых значений и отвечающие существующим моделям процесса подготовки землетрясения (ППЗ); координаты территории опасного проявления ожидаемого сейсмического события; время события; до-	Долгосрочный и среднесрочный прогнозы: Регионального и детального сейсмического районирования, сейсмического цикла (стадий цикла), анализ параметров сейсмической активности, графиков повторяемости землетрясений, аномалий короткопериодных вертикальных и горизонтальных движений земной коры; сеймотектоническое моделирование; комплексный анализ пространственно-временного распределения аномалий кон-	Для долгосрочного прогноза экспертная оценка должна содержать обоснование места, времени и магнитуды ожидаемого землетрясения при интенсивности сотрясения 7 и более баллов. Для среднесрочного и краткосрочного прогноза дополнительно к долго-

		<p>напряжений; экстремальные циклические и эпизодические процессы во внешних геосферах; антропогенное (техногенное) воздействие на геологическую среду</p>	<p>ность сотрясения (баллы) по шкале MSK-64; пространственно-временное распределение слабых землетрясений (уровень сейсмического фона) и микросейсм; график выделения энергии землетрясений во времени; сейсмическая активность, $M = 3,3$ на ед. площади за ед. времени; график повторяемости землетрясений; форшоки, автершоки, рои.</p> <p>Геодинамический режим:</p> <p>Вертикальные и горизонтальные движения земной коры, мм/год; энергетические показатели упругого волнового поля, Дж/м³; компоненты геофизических полей; физические свойства пород; компоненты полей напряжений и деформаций в единицах смещения,</p>			<p>полнительно для среднесрочного и краткосрочного прогноза: глубина очага, значение ожидаемого риска (ущерба)</p>	<p>тролируемых параметров на региональном уровне.</p> <p>Среднесрочный и краткосрочный прогнозы:</p> <p>Интегрированный анализ пространственно-временного распределения аномалий контролируемых параметров на зональном и локальном уровнях (с использованием экспертных оценок и формализованных критериев): сейсмической активности, форшоков, микросейсм, роев, невязки времен вступления скоростей сейсмических волн, криповых смещений, акустической эмиссии, электромагнитного излучения, гидрогеодеформационного поля, гидрогеохимического поля, геоэлектрических деформаций и наклонов, гравитационного, геомагнитного и ионосферного полей, компонентов дешифрирования АКС; моделирование ППЗ; иден-</p>	<p>срочному прогнозу в экспертную оценку включается прогноз глубины очага, обоснование необратимости (критичности) ППЗ, оценка сейсмического риска, соблюдение принципа прогноза по комплексу параметров, оценка вероятности ожидаемого события должна превышать для долгосрочного прогноза – 0,3, для среднесрочного – 0,5, для краткосрочного – 0,7 для прогнозируемого интервала времени (соответственно год, месяц, день или час)</p>
--	--	--	---	--	--	--	--	---

			<p>скорости, ускорения, напряженности поля, град; уровень подземных вод, мм; температура подземных вод, °С; содержание, концентрация микро- и макрокомпонент газодляидного поля; значение t °С, и градиент геотермического поля, мВт/м²</p>				<p>тификация предвестников</p>	
<p>2 Вулканическое извержение</p>	<p>Территории действующих вулканов; фумарольная и газовая активность, вулканофизические явления; литосферные поля: упругих деформаций и напряжений, сейсмическое, геоэлектрическое, геотермическое, электромагнитное, геоакустическое, гидродинамическое, гидрохимическое</p>	<p>Активизация тектонических движений в литосфере и мантии земли; экстремальные циклические и эпизодические процессы во внешних геосферах</p>	<p>Уровень фоновой вулканофизической и сейсмической активности (число событий на единицу площади в единицу времени); интенсивность фумарольной деятельности и газовыделений, температура подземных вод и газов, °С; вертикальные и горизонтальные движения земной коры, мм в год и за более короткий период; физические свойства пород в глубинной зоне вулканическо-</p>	<p>Маршрутно-визуальное и аэровизуальное обследование, аэрофотосъемка, вулканофизический, геологический, геохимический, теплофизический, сейсмологический, сейсмического просвечивания, сейсмоакустический, геодезический, электромагнитный, геоэлектрический, гидродинамический</p>	<p>Регулярные наблюдения с опросом не реже одного раза: в год, для долгосрочного прогноза; в месяц, для среднесрочного прогноза; в день, для краткосрочного прогноза</p>	<p>Аномальные и критические значения контролируемых параметров, превышающие безопасный уровень фоновых значений и отвечающим моделям процесса развития вулканического извержения</p>	<p>Долгосрочный прогноз:</p> <p>Вулканофизической активности, вулканического цикла, сейсмологический, геофизический, геотермический, аэрокосмический; комплексного анализа пространственно-временного распределения аномалий контролируемых параметров на региональном уровне</p> <p>Среднесрочный и краткосрочный прогнозы:</p> <p>Вулканофизической и сейсмической актив-</p>	<p>Решение принимается при условии: количественного обоснования места, времени, интенсивности ожидаемого извержения, комплексности прогнозной оценки, риска для охраняемой территории, обоснования критичности вулканической обстановки или оценки вероятности ожи-</p>

			го канала (скоростные, плотностные, электрические); динамические характеристики микросейсмического и геофизических полей; компоненты полей напряжений и деформаций, в единицах смещения, скорости, ускорения, напряженности поля; электрическое поле обменных волн от далеких землетрясений; содержание, концентрация микро- и макрокомпонентов газофлюидного поля				ности; аномалий короткопериодных вертикальных и горизонтальных движений земной коры; интегрированный анализ пространственно-временного распределения аномалий контролируемых параметров на локальном уровне и на уровне отдельных форм проявления процесса	даемого события, когда интегральная оценка вероятности превышает для долгосрочного прогноза – 0,3, для среднесрочного – 0,5, для краткосрочного – 0,7 для прогнозируемого интервала времени (соответственно год, месяц, день или час)
--	--	--	--	--	--	--	--	---

Экзогенные процессы

3 Оползень	Территории распространения склоновых процессов преимущественно в сейсмоактивных районах и береговых зонах; физико-механические и водно-физические свойства пород; геофизические поля, подзем-	Геологическое строение, рельеф, растительность, почвогрунты; активизация склоновых процессов, обусловленная переувлажнением горных пород при воздействии	Площадная пораженность территории, %; площадь проявления на одном участке, км ² ; объем сместившейся массы, тыс. м ³ ; скорость смещения, м/с; частота проявления, ед/год; уровни грунтовых	Маршрутно-визуальное обследование; аэрофотосъемка наклона и деформаций с использованием глубинных реперов; гидрогеологический с использованием режимных сква-	Регулярные наблюдения с опросом не реже одного раза: в год, для долгосрочного прогноза; в месяц, для среднесрочного прогноза; в день, в час, для краткосрочного	Аномальные и критические значения контролируемых параметров, превышающие безопасный уровень фоновых значений и отвечающие существующим моделям	Долгосрочный прогноз: Районирование территорий по степени опасности проявления оползневых процессов во времени; по характеру режима быстроменяющихся факторов; по степени сей-	Решения принимаются при условии: обозначения места, времени и степени риска ожидаемого оползневого события, комплексности прогнозной
------------	---	--	---	---	---	--	--	--

	ные и грунтовые воды оползневого массива	метеорологических, гидрологических факторов; сейсмический; геодинамический; антропогенный (техногенный); режим быстропеременных факторов	и подземных вод, фильтрационное поле; режим быстроменяющихся факторов; физические свойства пород, анизотропия физических свойств, компоненты полей напряжений и деформаций; коэффициент устойчивости склона; интегральные показатели глинистости, увлажненности, трещиноватости, уплотненности, контрастности; вероятностная оценка сейсмогенного, геодинамического и техногенного воздействий	жин; геодезический с использованием GPS и лазерных технологий; геофизический с использованием наземных, скважинных и межскважинных наблюдений; анализ временных рядов быстротеменяющихся факторов; анализ бюллетеней сейсмических, геодинамических и техногенных событий	(в зависимости от критичности ситуации)	развития оползневого массива	смогеодинамической активности на текущий период; по степени устойчивости склонов, берегов, откосов к оползневым явлениям; интегрированный анализ пространственно-временного распределения аномалий контролируемых параметров на региональном уровне. Среднесрочный и краткосрочный прогнозы: Детальное районирование по степени оползневой опасности; детерминированные расчеты устойчивости, объемов и дальности перемещения разрушенных пород; интегрированный анализ пространственно-временного распределения аномалий контролируемых параметров на локальном уровне и на уровне отдельных форм проявления процесса	оценки, обоснования необратимости или оценки вероятности ожидаемого события, когда интегральная оценка вероятности превышает для долгосрочного прогноза – 0,3, для среднесрочного – 0,5, для краткосрочного – 0,7 для прогнозируемого интервала времени (соответственно год, месяц, день или час)
4 Обвал	Территории с крутыми неустойчивыми	Геологическое строение, рельеф,	Площадная пораженность террито-	Маршрутно-визуальное обслед-	Регулярные наблюдения с	Неустойчивость склона, валунов,	Районирование территорий по степени про-	Решение принимается в

	ми склонами преимущественно в горных сейсмоактивных районах и береговых зонах	растительность, почвогрунты; неустойчивость склона и активизация склоновых процессов, обусловленные экстремальным проявлением метеорологических и гидрологических факторов; сейсмический; геодинамический; антропогенный (техногенный)	рии, %; площадь проявления на одном участке, км ² ; объем обвальной массы, млн. м ³ ; скорость смещения, м/с; частота проявления, ед/год; режим быстротекущих факторов; вероятностная оценка сейсмического, геодинамического и техногенного воздействий	дование крутых склонов, берегов, откосов; искусственные обрушения обвалоопасных склонов, зачистка склонов, долговременные посты наблюдений на ответственных участках с использованием технических средств; анализ временных рядов быстродействующих факторов; анализ бюллетеней сейсмических, геодинамических и техногенных событий	периодичностью, определяемой состоянием склонов и интенсивностью воздействующих факторов (графа 3)	глыбовых отдельностей, породной массы, представляющих опасность для транспорта, запруживания рек, инженерных и гражданских сооружений человека	явления обвальных явлений во времени; по характеру режима быстроменяющихся факторов; по степени сейсмогеодинамической активности на текущий период; по степени устойчивости склонов, берегов, откосов, к обвальным явлениям; детерминированные расчеты устойчивости объемов и дальности перемещения разрушенных пород	зависимости от степени активизации и опасности обвалоопасных склонов и величины ожидаемого риска
5 Карст	Территории распространения карстообразующих массивов горных пород (известняков, доломитов, мела, мергелей, гипсов, ангидридов, каменной и калийной солей); физико-механические и водно-физические свойства пород; подземные воды, геофизические и геохимические поля карстовых	Геологическое строение, рельеф, почвогрунты; активизация гидродинамического режима (движения) подземных вод и процессов растворения горных пород, обусловленная воздействием метеорологических, гидрогеологических,	Площадная пораженность территории, %; площадь, м ² , и глубина, м, отдельной карстовой формы; скорость приращения размеров провалов, мм ² /сут; частота проявления карстовых деформаций, ед/год; скорость растворения пород, мм/год; общее оседание тер-	Маршрутно-визуальное обследование (наземное, дистанционное), аэрофото съемка; гидрогеологический с использованием режимных скважин; геодезический с использованием GPS и лазерных технологий; геофизический с использо-	Регулярные наблюдения с опросом не реже одного раза: в год для долгосрочного прогноза, в месяц для среднесрочного прогноза, в день, в час для краткосрочного прогноза (в зависимости от критичности	Аномальные и критические значения контролируемых параметров, превышающие безопасный уровень фоновых значений и отвечающим моделям развития карстового процесса	Долгосрочный прогноз: Районирование территории по степени активности и опасности карстовых процессов во времени; цикличности карстовой активизации; морфометрический; интегрированный анализ пространственно-временного распределения аномалий контролируемых	Решение принимается при условии: обоснования места, времени и риска ожидаемого события, комплексности прогнозной оценки, обоснования необратимости или оценки вероятности ожи-

	массивов	ских, геодинамических и техногенных факторов	ритории, мм/год, характеристики подземных вод; уровень, м; химический состав, моль/дм ³ ; температура, °С; скорость движения, м/с; коэффициент фильтрации, м/сут, интегральные величины трещиноватости, увлажненности, контрастности, физические свойства пород; геофизические поля	ванием наземных, скважинных межскважинных наблюдений	ситуации)		<p>параметров на региональном уровне.</p> <p>Среднесрочный и краткосрочный прогнозы:</p> <p>Детальное районирование по степени карстовой опасности; детерминированный расчет устойчивости карстовых массивов; интегрированный анализ пространственно-временного распределения аномалий контролируемых параметров на локальном уровне и на уровне отдельных форм проявления процесса</p>	<p>даемого события; когда интегральная оценка вероятности превышает для долгосрочного, среднего – 0,5, для краткосрочного – 0,7 для прогнозируемого интервала времени (соответственно год, месяц, день или час)</p>
--	----------	--	--	--	-----------	--	--	---

6 Суффозия	Территории распространения горных пород с высокой растворимостью (карстовый процесс) и низкой водопрочностью (эрозионный процесс); физико-механические и водно-физические свойства пород; фильтрационный и динамический режим подземных вод; геофизические и геохимические поля суффозионных массивов	Геологическое строение, рельеф, растительность, почвогрунты; высокая растворимость и размываемость горных пород; активизация гидродинамического режима (движения) подземных вод, обусловленная воздействием метеорологических, гидрогеологических, геодинамических и техногенных факторов	Площадная пораженность территории, %; площадь, м ² , и глубина, м, отдельной суффозионной формы; объем подверженных суффозии горных пород, тыс. м ³ ; продолжительность проявления процесса, сут; скорость растворения и размыва пород, мм/год; частота проявления, ед/год; общее оседание территории, мм/год; характеристики подземных вод: уровень м, химический состав, моль/дм ³ , температура, °С, скорость движения, м/с, коэффициент фильтрации, м/сут; интегральные величины трещиноватости, увлажненности, контрастности; физические свойства пород; геофизические поля	Маршрутно-визуальное обследование (наземное, дистанционное); аэрофотосъемка гидрогеологический с использованием режимных скважин; геодезический с использованием GPS и лазерных технологий; геофизический с использованием наземных, скважинных и межскважинных наблюдений	Регулярные наблюдения с опросом не реже одного раза: в год для долгосрочного прогноза; в месяц для среднесрочного прогноза; в день, в час (в зависимости от критичности ситуации) для краткосрочного прогноза	Аномальные и критические значения контролируемых параметров, превышающие безопасный уровень фоновых значений и отвечающие существующим моделям развития суффозионного процесса	<p>Долгосрочный прогноз:</p> <p>Районирование территории по степени активности и опасности суффозионных процессов во времени; цикличности суффозионной активизации; морфометрический; интегрированный анализ пространственно-временного распределения аномалий контролируемых параметров на региональном уровне.</p> <p>Среднесрочный и краткосрочный прогнозы:</p> <p>Детальное районирование по степени суффозионной опасности; детерминированный расчет устойчивости суффозионных массивов; интегрированный анализ пространственно-временного распределения аномалий контролируемых параметров на локальном уровне и на уровне отдельных форм проявления процесса</p>	Решение принимается при условии: обоснования места, времени и риска ожидаемого события, комплексности прогнозной оценки, обоснования необратимости или оценки вероятности ожидаемого события; когда интегральная оценка вероятности превышает для долгосрочного прогноза – 0,3, для среднесрочного – 0,5, для краткосрочного – 0,7 для прогнозируемого интервала времени (соответственно год, месяц, день или час)
------------	---	---	---	--	---	--	--	--

7 Просадка в лессовых грунтах	Территории распространения лессовых пород: береговые зоны морей, рек, озер, водохранилищ, районы развития овражно-балочных явлений, лессовые ландшафты степей, лесостепей, горных и предгорных районов; физико-механические и водно-физические свойства пород; подземные и грунтовые воды лессовых массивов	Геологическое строение, растительность, почвы; изменение влажностного режима лессовых массивов, обусловленная воздействием метеорологических, гидрологических, геодинамических, антропогенных (техногенных) факторов	Площадная пораженность территории, %; площадь, км ² , и глубина, м, просадки на одном участке; объем деформируемых пород, тыс. м ³ ; скорость развития, см/сут; продолжительность проявления, сут; общее оседание территории, мм/год; водно-физические и физико-технические (прочностные) свойства грунтов; уровень грунтовых вод, м; коэффициент фильтрации, м/сут; интегральные показатели увлажненности, глинистости, уплотненности; компоненты упругого поля напряжений и деформаций; стационарные наблюдения локальных полей напряжений и деформаций на отдельных участках	Маршрутно-визуальное обследование (наземное, дистанционное); аэрофотосъемка; гидрологический; геологический; гидрогеологический; геодезический; геофизический	Регулярные наблюдения с периодичностью, определяемой состоянием грунтов и интенсивностью воздействующих факторов	Аномальные и критические значения контролируемых параметров, превышающие безопасный уровень фоновых значений и отвечающим моделям развития просадочного процесса	Районирование территории по степени активности и опасности просадочных явлений во времени, по степени устойчивости лессовых грунтов; интегрированный анализ пространственно-временного распределения аномалий контролируемых параметров на региональном, локальном уровнях и уровне отдельных форм проявления процесса	Решение принимается в зависимости от степени активности и опасности просадочного явления с учетом прогноза места, времени и величины ожидаемого риска; обоснования необратимости и критичности ситуации или оценки вероятности ожидаемого события
8 Эрозия	Территории распро-	Геологическое	Площадная пора-	Визуальное и ин-	Регулярные	Аномальные и	Районирование терри-	Решение при-

овражная	странения осадочных горных пород с низкой водопрочностью; районы с овражным обликом ландшафта; физико-механические и водно-физические свойства пород; подземные и грунтовые воды оврагообразующих массивов	строение, рельеф, растительность, почвогрунты; высокая размываемость пород; высокая степень выветривания поверхностного слоя; изменение влажностного режима массивов оврагообразования, обусловленное воздействием метеорологических, гидрологических, гидрогеологических, антропогенных (техногенных) факторов	женность территории, %; площадь, км ² , и глубина, м, просадки па одном участке; скорость развития эрозии, м/год; угол наклона тальвега, град; уровень грунтовых вод, м; коэффициент фильтрации, м/сут; продолжительность проявления, сут; водно-физические и физико-технические (прочностные) свойства грунтов; интегральные показатели увлажненности, глинистости, уплотненности	струментальное наблюдение за образованием и развитием продольного профиля оврага; аэрофотосъемка; гидрологический; геологический; гидрогеологический; морфометрический; геодезический; геофизический; ландшафтной индикации	наблюдения с периодичностью, определяемой активностью овражной эрозии и интенсивностью воздействия метеорологических, гидрологических и техногенных факторов	критические значения контролируемых параметров, превышающие безопасный уровень фоновых значений в 3 и более раза и отвечающим существующим моделям оврагообразования	тории по грунтовым условиям, ландшафтным индикаторам, по степени активности и опасности овражной эрозии во времени; детерминированные расчеты устойчивости объемов и линейных размеров эрозии; интегрированный анализ пространственно-временного распределения аномалий контролируемых параметров на региональном, локальном уровнях и уровне отдельных форм проявления процесса	нимается в зависимости от степени активности и опасности овражной эрозии с учетом прогноза места, времени и величины ожидаемого риска; обосновании неопределенности и критичности ситуации или оценки вероятности ожидаемого события
9 Переработка берегов, абразия	Береговые зоны морей, рек, озер, водохранилищ, сложенные горными породами повышенной размываемости; физико-механические и водно-физические свойства пород; геофизические поля; речной сток; современные тектонические движения берегов	Геологическое строение, рельеф, растительность, почвогрунты; гидрологические условия: высокая амплитуда приливно-отливных движений, штормовые ветры и волны, экстремальные колебания уровня воды водохранилищ,	Протяженность берегового уступа, подвергшегося размыву; средняя скорость отступления береговой линии, метр за шторм, месяц, год; объем размываемых пород берегового уступа, м ³ за шторм, месяц, год; скорость течения реки, м/с; колеба-	Визуальные и инструментальные наблюдения за перемещением береговой линии с использованием реперов; современных движений земной коры береговой зоны; гидрологический; гидрогеологический; геофизиче-	Регулярные наблюдения с периодичностью, определяемым безопасным состоянием береговой зоны и интенсивностью воздействия метеорологических, гидрологических, геодинамических и техноген-	Аномальные и критические значения контролируемых параметров, превышающие безопасный уровень фоновых значений и отвечающим существующим моделям абразивно-эрозионных про-	Районирование береговой зоны по инженерно-геологическим условиям и степени активности и опасности абразивно-эрозионных процессов; метод аналогий по морфометрическим показателям устойчивости берегов; детерминированные расчеты устойчивости, объема и дальности пере-	Решение принимается в зависимости от степени активности и опасности процессов эрозии и абразии с учетом прогноза времени, места и величины ожидаемого риска; обос-

	говой зоны	озер, рек, сезонные увеличения скорости течения рек; высокая размываемость пород; быстрое заполнение водохранилищ; активизация склоновых процессов в береговой зоне; геодинамический; сейсмический; антропогенный (техногенный)	ния уровня водной поверхности; скорость поднятия и опускания поверхности береговой зоны, мм/год; компоненты фильтрационного и упругого поля напряжений; уровень грунтовых вод, м; коэффициент фильтрации, м/сут; коэффициент устойчивости берегового склона, компоненты геофизических полей; режим быстротекущих факторов	ский; морфоструктурный, долговременные инструментальные наблюдения на ключевых участках	ных факторов	цессов	мещения разрушенных пород; интегрированный анализ пространственно-временного распределения аномалий контролируемых параметров на региональном, локальном уровнях и уровне отдельных форм проявления процесса	новании необратимости или оценки вероятности ожидаемого события
--	------------	---	---	---	--------------	--------	--	---

Как можно видеть, что в этом стандарте в разделе эндогенные процессы рассматриваются лишь землетрясения и вулканизм. Однако в настоящее время в крупных горнодобывающих районах проводится мониторинг так называемого ГГД-поля (гидрогеодинамического), который позволяет контролировать динамические процессы, связанные с ведением массовых горных работ.