

ISSN 1999-4125 (Print)

ISSN 2949-0642 (Online)

**ГЕОМЕХАНИКА, РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД, РУДНИЧНАЯ  
АЭРОГАЗОДИНАМИКА И ГОРНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА  
GEOMECHANICS, DESTRUCTION OF ROCKS BY EXPLOSION,  
MINE AEROGASDYNAMICS AND MINING THERMOPHYSICS**

Научная статья

УДК 622.831

DOI: 10.26730/1999-4125-2023-5-81-91

**ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОРЯДКА ОТРАБОТКИ ПЛАСТА 16  
ШАХТЫ «ЮБИЛЕЙНАЯ» С УЧЕТОМ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ  
СЕЙСМОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**Волошин Владимир Анатольевич<sup>1</sup>, Ермаков Анатолий Юрьевич<sup>1</sup>,  
Разумов Евгений Анатольевич<sup>2</sup>, Кузин Евгений Геннадьевич<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Сибирский государственный индустриальный университет

<sup>2</sup>Сибирский филиал АО «ВНИМИ

<sup>3</sup>Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,  
филиал в г. Прокопьевске

\*для корреспонденции: voloshinva1966@gmail.com



**Информация о статье**

Поступила:

18 октября 2023 г.

Одобрена после

рецензирования:

20 ноября 2023 г.

Принята к публикации:

22 ноября 2023 г.

Опубликована:

05 декабря 2023 г.

**Ключевые слова:**

геодинамическое районирование, методы геодинамического анализа, георадиолокация, зоны повышенной сейсмической активности, глубинные разломы, безопасность горных работ, снижение рисков, сейсмические процессы, горные удары, суфлярные выделения метана, космоснимки

**Аннотация.**

Приведена актуальность исследований сейсמודинамических процессов природного и техногенного характера. Представлены динамические и газодинамические проявления горного давления в период отработки лавы по пласту 16 шахты «Юбилейная». Показывается, что приобретаемая на практике информация об интенсивности горного давления в опасных зонах не заносится в отдельные документы и не анализируется научными специалистами, а существует только в виде отдельного опыта шахтных специалистов. Изложены особенности ведения горных работ в зонах повышенной сейсмической активности при ведении эксплуатационных работ на угольной шахте «Юбилейная» с определением повышенных напряжений массива на основе геодинамического районирования месторождения. Проведен анализ методов оценки интенсивности прогнозируемого воздействия геодинамической опасности. Доказано, что в зонах геологических нарушений сейсмический потенциал реализуется в виде горных ударов или внезапных выбросов пород, осложняющих ведение горных работ, при этом сами горные работы оказывают провоцирующее воздействие на напряженное состояние массива. Рассмотрены риски опасности ведения работ в зонах пересечения глубинных разломов. Определена степень влияния геодинамической активности в пределах шахтного поля. Установлено, что рациональная и наиболее полная отработка запасов, обеспечивающая безопасное ведение подготовительных и очистных работ, должна учитывать взаимное влияние смежных выемочных блоков при проектировании и ориентации выемочного поля. Предложена к рассмотрению шкала распределения рисков по зонам влияния геологических разломов и нарушений на горные работы в пределах шахты «Юбилейная». Отмечено преобладающее влияние природных напряжений на

*процессы ведения горных работ. Представлены рекомендации и технические мероприятия по предотвращению негативного влияния сейсмической активности в пределах Западного блока шахты «Юбилейная».*

**Для цитирования:** Волошин В.А., Ермаков А.Ю., Разумов Е.А., Кузин Е.Г. Геомеханическое обоснование порядка отработки пласта 16 шахты «Юбилейная» с учетом природных и техногенных сейсмодинамических процессов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2023. № 5 (159). С. 81-91. DOI: 10.26730/1999-4125-2023-5-81-91, EDN: KLYJVF

### Введение

В условиях высокоинтенсивной отработки угольных месторождений Кузбасса подземным способом геомеханические проблемы освоения глубоких горизонтов становятся весьма актуальными и выходят на первый план исследований. Природные и техногенные сейсмодинамические процессы негативно сказываются на отработке угольных пластов, повышая риски их проявлений и соответственно повышающие опасность ведения горных работ. Перед современным угольным предприятием стоит насущная проблема – своевременное прогнозирование ожидаемого проявления горного давления в подготовительных и очистных забоях не только при эксплуатации, но и при проектировании горных работ, в том числе в зонах геологических нарушений и опорного давления от оставленных ленточных угольных целиков сближенных пластов.

В период отработки запасов шахты «Юбилейная» на пласте 16 имели место динамические и газодинамические проявления горного давления, включая горные удары, микроудары, внезапный выброс и ряд газодинамических явлений, проявляющихся в основном при проведении оконтуривающих выемочные участки выработок (выдавливание с повышенным газовыделением, суфлярное выделение метана):

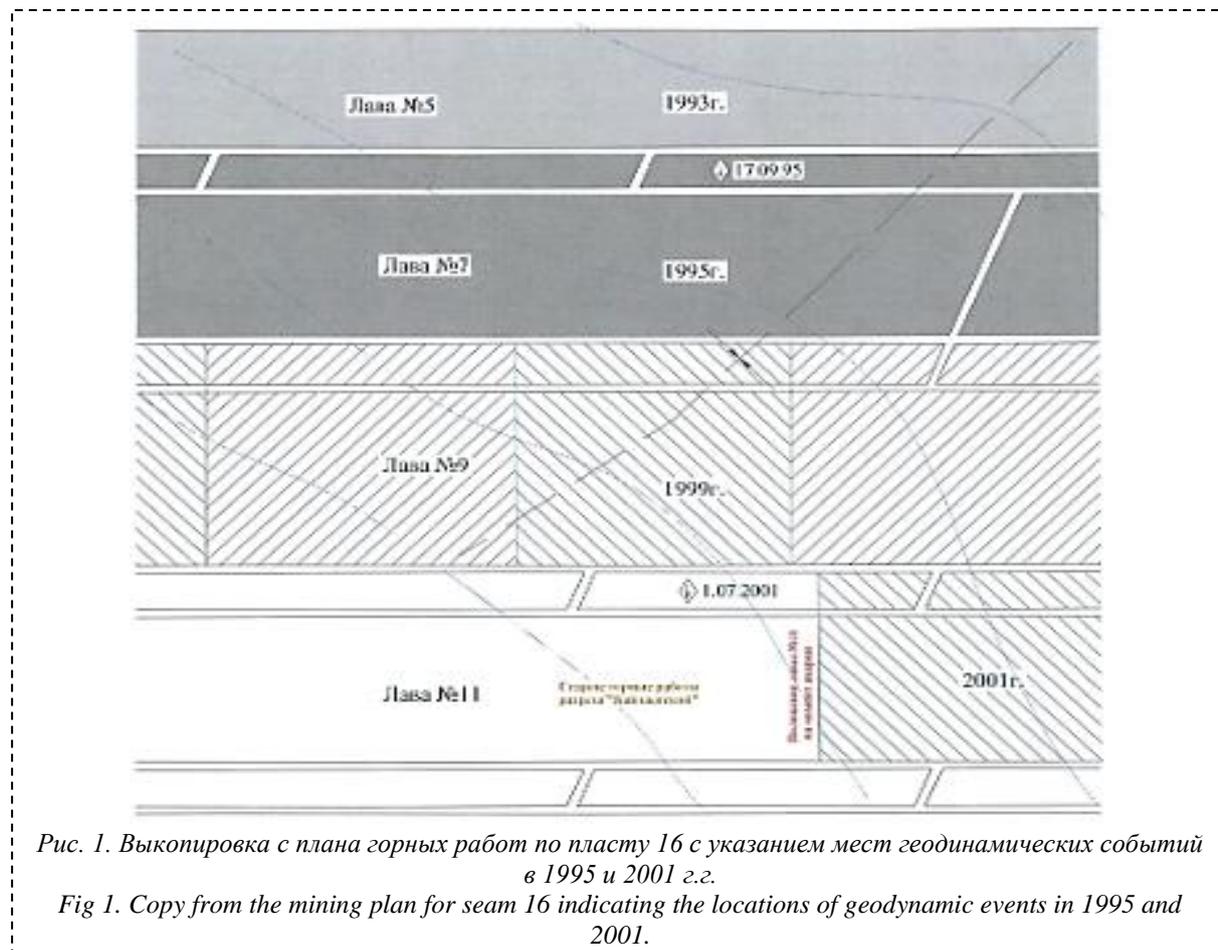


Рис. 1. Выкопировка с плана горных работ по пласту 16 с указанием мест геодинамических событий в 1995 и 2001 г.г.

Fig 1. Copy from the mining plan for seam 16 indicating the locations of geodynamic events in 1995 and 2001.

– два горных удара в межлавных целиках, разделяющих выемочные участки 16-05 и 16-07 (17.09.1995), а также выемочные участки 16-11 и 16-09 (01.07.2001), произошедшие на пласте 16;

– пять случаев суфлярных выделений метана и проявлений повышенных газовыделений на пласте 16 при подготовке выемочных участков 16-12, 16-14 р [1].

На Рис. 1 условными значками-ромбами обозначены проекции очагов проявления горных ударов, произошедших на пласте 16 в период его отработки.

По данным горно-геологического прогноза в пределах шахтного поля шахты «Юбилейная» существует несколько крупноамплитудных дизъюнктивных нарушений:

- 1) в восточном крыле Байдаевской брахисинклинали геологический разрыв В;
- 2) у северо-восточной границы района – геологические разрывы А, Д, слагающие антиклинальный перегиб между Есаульской и Кушеяковской брахискладками [2].

С учетом высокой геодинамической активности недр шахты «Юбилейная» проведен анализ наличия активных зон в границах горного отвода с использованием космоснимков и топографических данных. В границах Западного блока пласта 16 шахты «Юбилейная» планируется к отработке три выемочных участка 16-20, 16-22 и 16-24.

Геологическое обеспечение горных работ в пределах Западного блока не выделило сформированных геодинамически опасных зон (далее ГОЗ). На конфигурацию выемочных участков, определение порядка отработки в границах блока существенное влияние оказывает изменчивость свойств геомассива в пределах месторождения. На топографических картах можно выделить наиболее активные структуры, которые определяются по ориентировке по азимуту следов геологических структур. Основываясь на данных топографического анализа поверхности шахты, рекомендуется проведение тектонофизических исследований на шахтном поле «Юбилейная». Целесообразно проведение дополнительных исследований по изменению свойств горных пород в зонах тектонических нарушений и определению потенциально опасных блоков по горным ударам и внезапным выбросам угля и газа. Анализ проектных документов показывает, что приобретаемая на практике информация о размерах интенсивности горного давления в опасных зонах не заносится в отдельные документы и не анализируется научными специалистами, а существует только в виде отдельного опыта шахтных специалистов. Таким образом, отсутствует система принятия решений по предотвращению опасных геодинамических проявлений. Специалисты каждый раз сталкиваются с проблемой внезапно, пытаются решить ее в «лоб» по предыдущему личному опыту. Мало того, что такие действия приводят к снижению производительности работ, но и еще и не способствуют повышению безопасности.

В проектной документации предусмотрены дополнительные натурные исследования в зонах влияния дизъюнктивных и пликативных нарушений с целью выделения тектонически напряженных зон (далее ТНЗ) [3]. Целью работы является определение степени влияния ГОЗ на технологические решения по подготовке и отработке выемочных участков в пределах Западного бока пласта 16 шахты «Юбилейная». Необходимо решить несколько задач для достижения поставленной цели, а именно:

1. Выделить в пределах Западного блока наиболее активные ТНЗ.
2. Определить степень влияния ГОЗ на технологические решения по подготовке и отработке выемочных участков Западного блока пласта 16.
3. Установить зависимость интенсивности аномально активных зон на ведение горных работ по расположению глубинных разломов в пределах и вне шахтного поля «Юбилейная».
4. Обосновать критерии определения границ опасных зон и адаптировать мероприятия работы в опасных геодинамических зонах в условиях пласта 16 шахты «Юбилейная».

#### **Методы исследования геомеханических параметров для обоснования технологии отработки пласта**

По данным горно-геологической информации по Байдаевскому месторождению определяется система складчатости пластов и природная трещиноватость массива, определяется зависимость от дизъюнктивной нарушенности месторождения. Нанесение на карту поверхности линий глубинных разломов по данным космоснимков, основных направлений пликативных и дизъюнктивных нарушений позволяет определить зоны аномально высоких природных напряжений в нетронутым массиве и определить критерии планирования

безопасной подготовки и отработки выемочных участков Западного блока пласта 16. При ведении подготовительных работ дополнительно рекомендуется проводить шахтный мониторинг зон повышенной трещиноватости вмещающих пород, наносить их на планы горных работ для принятия дополнительных организационно технических мероприятий для безопасного ведения очистных работ.

Одним из способов оценки состояния горных пород на предмет их трещиноватости и склонности к геодинамическим проявлениям по результатам исследования авторов [4 – 6] является георадиолокация. Практическое применение георадиолокации для выявления тектонически напряженных зон требует проведения дополнительных исследований и сопоставлений с другими методами.

Для оценки геодинамического риска целесообразно использовать опыт ведения горных работ, показывающий эффективность в аналогичных ситуациях – анализ вероятных схем активных геодинамических нагрузок, учет степени газодинамической проницаемости активных сейсмических структур, распространение газонасыщенных флюидов.

Практика показывает, что в зонах геологических нарушений сейсмический потенциал реализуется в виде горных ударов или внезапных выбросов пород, что осложняет ведение горных работ. При этом сами горные работы оказывают провоцирующее воздействие на напряженное состояние массива. Зоны повышенных напряжений образуются не по техногенным причинам, а являются природными факторами, которые требуют к себе повышенного внимания для предотвращения спонтанной реализации накопленной энергии в виде газодинамических процессов [7]. Выделение блоков активных геодинамических зон проводится в несколько этапов.

На первом этапе проводится трассировка активных разломов по методу ландшафтных признаков, к которым относятся нанесение на карту поверхности зоны повышенной обводненности, заболоченные участки местности, образование оползней и наличие признаков активизации овражной эрозии. На карту наносятся высотные отметки местности и углы подъема или падения оврагов и т.п.

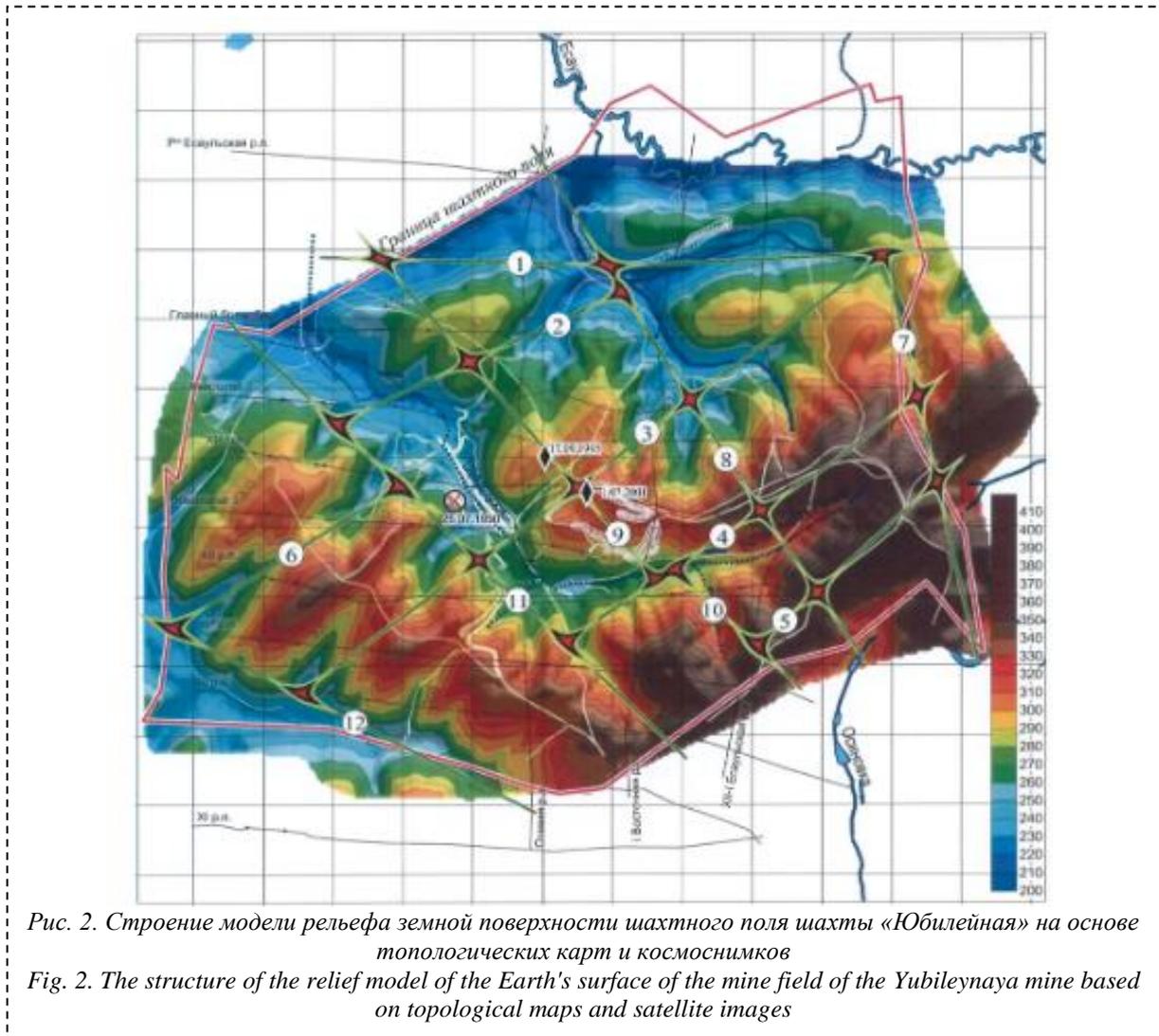
На втором этапе устанавливается тип выявленных активных разломов и аномальных участков, наличие основных признаков геодинамически активных структур, осуществляется построение прогнозных форм геодинамически активных зон, определяются риски и вероятный характер геодинамической опасности при подготовке и отработке выемочных участков [8].

Оценка степени риска геодинамической опасности при подготовке и отработке выемочных участков производится на заключительном этапе. По описанию вероятной формы и степени риска геодинамической опасности определяются мероприятия на стадиях развития подготовительных и очистных работ при работе в зонах геодинамически активных структур.

Существует несколько общепринятых методов анализа интенсивности прогнозируемого воздействия геодинамической опасности:

- Метод морфоструктурного анализа геологической среды по данным геологической службы предприятия и дополнительных исследований [9, 10];
- Метод проведения анализа космоснимков с выявлением признаков систем глубинных разломов;
- Метод построения сети сейсмогенных разломов в пределах месторождения на основе базы данных сейсмологической сети Кузбасса и локальных сетей ВНИМИ;
- Метод анализа геодинамической активности крупнейших геологических нарушений района месторождения и сопряженных с ними структур шахтного поля;
- Метод типизации установленных геодинамически активных структур и степени геодинамического риска при подготовке и отработке выемочных участков.

Основными признаками геодинамической активности отдельных участков недр в районе Байдаевского месторождения можно отнести регулярную сеть построения речных долин, оврагов и урочищ в окрестности горного отвода, отсутствие разветвлений речных русел и водотоков, резкую расчлененность рельефа, отсутствие крупных геологических нарушений в пределах шахтного поля «Юбилейная». Развитие современных блоковых движений земной коры в наибольшей степени свойственно активно развивающимся и относительно молодым платформенным системам [11].



Поле шахты «Юбилейная» располагается по правому берегу реки Томь в лесостепной ландшафтной зоне. Основными водотоками территории являются речка Есаулка, Щедруха, ручьи Ботаничева и Паринова. Высота рельефа в границах шахтного поля составляет от 220 до 400 м. Земная поверхность имеет резко выдержанный увалистый характер. Ландшафт территории шахтного поля сопочный. Более 70% площади шахтного поля занимают водораздельные пространства с резко расчлененным рельефом, глубокими ассиметричными логами, перемежающимся с гривками повышенной крутизны склонов. На Рис. 2 показана модель рельефа земной поверхности шахтного поля «Юбилейная» на основе топологических карт и космоснимков с указанием расположения глубинных разломов и их пересечений.

Интенсивность развития денудационных процессов, характеризующих скорость сдвижений земной поверхности, достаточно полно отражает разветвление овражной сети, наблюдаемой на космоснимках.

Широко распространенная для угольных месторождений Кузбасса практика определения геодинамически активных зон – считают превышение вершин поверхности шахтного поля +300 м. Считается, что в этих зонах шахтного поля прогнозируется зона повышенных геодинамических напряжений, внутри блоковые напряжения массива за счет сжимающих напряжений «выдавливают» горные породы [11]. В процессе ведения горных работ в напряженных массивах требуется соблюдение мероприятий по предотвращению геодинамических явлений.

### Результаты и обсуждение

В соответствии с методикой геодинамического районирования произведена маркировка признаков геодинамической активности разломов методом морфологического анализа с учетом широкого комплекса геоинформационных показателей, позволяющих определить по признакам дискретного строения недр разновекторное распределение горизонтальных и вертикальных напряжений на смежных участках геологической среды при планировании горных работ.

В ходе морфологического анализа данных в пределах горного отвода шахты «Юбилейная» использовались практически апробированные методы анализа:

- вершинно-базисный анализ;
- построение каркасной и сетевой моделей рельефа;
- оценка склоновой эрозии, маркировка пересечений активных зон по следам излома рельефа;
- анализ распределения флексурных форм, сопутствующих геодинамически активным структурам;
- анализ распространения систем «сателлитных» разрывов и искривления пластов, характеризующих неотектонические процессы;
- анализ пространственного распределения сейсмоактивных зон с построением их азимутальной ориентацией вдоль сейсмогенных разломов районированной территории.

На Рис. 3 показано влияние зон глубинных разломов на выемочные участки при планировании горных работ по пласту 16.

Предотвращение динамического развития опасных процессов достигается следующими мероприятиями. Барьерные целики оставляются у крупных разрывных структур [12].

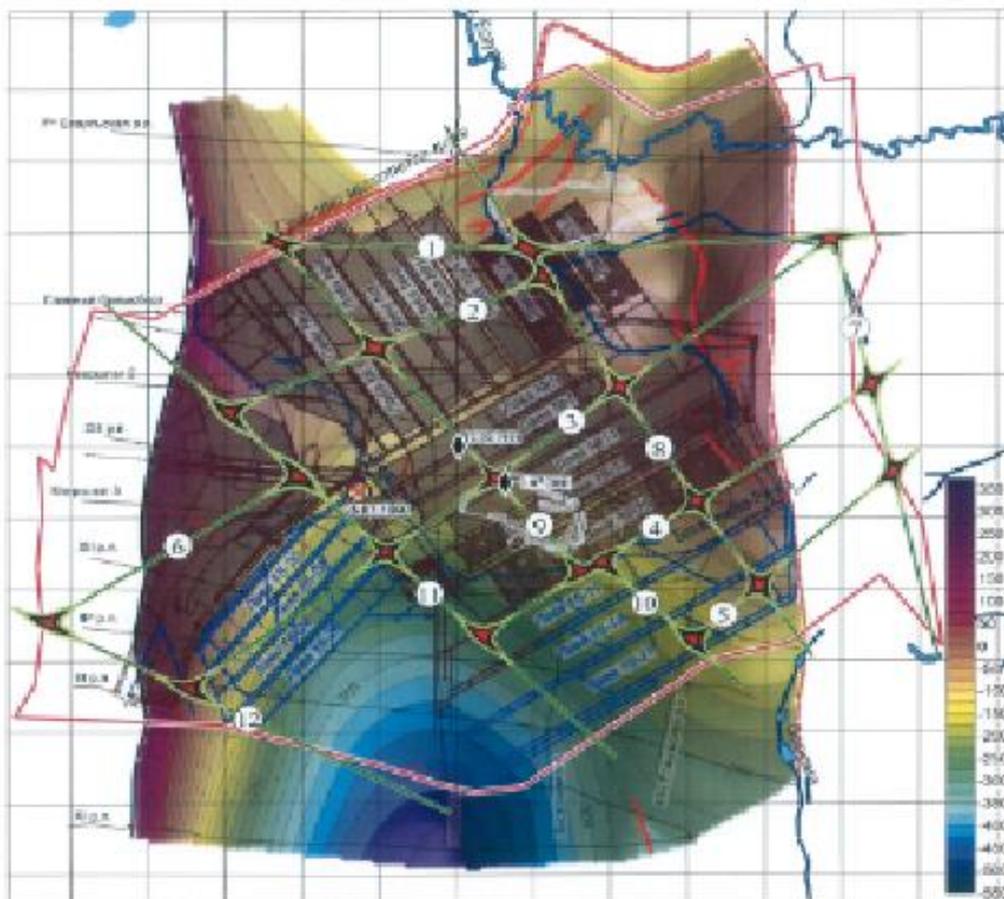


Рис. 3. Гипсометрия планирования развития горных работ по пласту 16 в границах шахты «Юбилейная»

Fig. 3. Hypsometry of planning the development of mining operations on reservoir 16 within the boundaries of the Yubileynaya mine

Предварительное моделирование напряженно-деформируемого состояния массива горных пород, учитывающее динамику развития опасных процессов, позволяет выбрать наилучшую технологическую схему и порядок отработки выемочных участков. Анализ и оценка риска развития геодинамических проявлений позволяет установить сопредельные выемочные блоки с наиболее возможным однородным геодинамическим состоянием [13, 14].

Рациональная и наиболее полная отработка запасов, обеспечивающая безопасное ведение подготовительных и очистных работ, должна учитывать взаимное влияние смежных выемочных блоков при проектировании и ориентации выемочного поля.

В соответствии с Федеральными нормами «Инструкция по прогнозу динамических явлений...» при проектировании горных работ на разных этапах освоения месторождения существует три уровня исследований: региональный (I уровень) – в пределах всего месторождения; шахтный (II уровень) – в границах шахтных полей или блоков; локальный (III уровень) – в границах выемочных участков [15].

Повешение информативности параметров структуры вмещающих пород возможно на основании всестороннего комплексного анализа данных, получаемых в различные периоды с использованием предлагаемых методов [16 - 18].

### **Выводы**

Геодинамическое районирование массива горных пород в пределах выемочных участков Западного блока по пласту 16 шахты «Юбилейная» выполнено с использованием анализа вероятных рисков геодинамических событий при подготовке и отработке выемочных участков. Установлено, что негативное влияние проекций глубинных разломов геодинамически активных структур представляет собой границы тектонических блоков с резко изменяющимися показателями напряженности. Подготовительные и очистные выработки испытывают повышенные напряжения с переходом от сжимающих напряжений при работе в точках пересечения линий глубинных разломов до растягивающих напряжений – при расположении выработки по линии параллельной направлению протекания глубинного разлома. По данным шахтного мониторинга по итогам отработки выемочного участка 16-22 установлены зоны повышенной трещиноватости вмещающих пород кровли подготовительных выработок, а также монтажной камеры и флангового уклона. Устойчивость пород кровли в выработках, близких параллельному направлению протекания глубинных разломов (разрезная печь, монтажная камера, фланговый уклон пласта 16), существенно ниже штрековых выработок. В указанных зонах принималось оперативное решение об усилении крепи.

При разработке проекта отработки запасов шахтного поля целесообразно выделить раздел со сведениями о выявленных сейсмически опасных зонах с описанием конкретных мероприятий по управлению геодинамическим и геомеханическим состоянием массива горных пород, включающих технологические схемы опережающей отработки защитных пластов по бесцеликовой технологии или с оставлением податливых целиков, а также предварительную дегазацию, мониторинг состояния выработок и пр.

Необходимость использования дополнительных мер безопасности с дополнительной защитой от неблагоприятных факторов определяется в особо сложных условиях ведения горных работ в пределах выявленных опасных территорий (участков) по результатам горно-геологического прогноза, на основе геомеханического и геодинамического мониторинга на этапе проектирования, строительства и разработки горнодобывающих предприятий.

Региональный уровень обеспечения геодинамической безопасности отработки месторождения рассматривается на этапе разработки технико-экономического обоснования с учетом перспективных схем планирования развития горных работ при варианте полной отработки балансовых запасов месторождения.

Концептуальные решения по раскройке поля и трасс проведения горных выработок, порядок и календарный план развития горных работ по шахте должны главным образом обеспечивать безопасность работ и экономическую целесообразность разработки геодинамически опасных объектов.

Для участка Западный пласта 16 шахты «Юбилейная» был рекомендован восстающий порядок отработки блока с целью разгрузки вышележащего выемочного участка 16-20, находящегося в наиболее опасной зоне геодинамических напряжений.

На третьем уровне геодинамической безопасности решение проблемы осуществляется при разработке паспортов выемочного участка, проведения и крепления выработок, а также составления мероприятий по своевременной разгрузке массива методом бурения разгрузочных скважин. Предварительная информации об аномальных зонах, своевременные мероприятия по разгрузке массива горных пород в подготовительных и очистных забоях позволили обеспечить безопасные условия отработки выемочных участков Западного блока пласта 16 шахты «Юбилейная», а также проводить работу в условиях экономической эффективности в заданных границах себестоимости продукта.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комплекс мер по борьбе с горными ударами на 2021 год ООО «Шахта «Юбилейная». Новокузнецк, 2020.
2. Угольная база России. Том II. Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири, Алтайского края и Республики Алтай. М. : ООО «Геоинформцентр», 2003. 604 с.
3. Батугина И. М., Батугин А. С., Петухов А. М. Горное дело и окружающая среда. Геодинамика недр: учебное пособие. М. : Горная книга, 2012.
4. Pudov E., Kuzin E., Efremkov A. Estimation of impact of rock conditions on the conveyor workings geometry by means of geophysical methods // IOP conference series: materials science and engineering : The conference proceedings ISPCIET'2020, Veliky Novgorod, 25–26 июня 2020 года. Vol. 939. Veliky Novgorod : IOP Publishing Ltd, 2020. P. 012063. DOI: 10.1088/1757-899X/939/1/012063. EDN: FWVJTS.
5. Бакин В. А., Кузин Е. Г. Обоснование рациональных технических решений при разработке и корректировке проектной документации по результатам мониторинга состояния горных выработок // Рациональное освоение недр. 2018. № 3. С. 53-55. EDN XZRLBZ.
6. Abramovich A., Pudov E., Kuzin E. Prerequisites for the Establishment of the Automated Monitoring System and Accounting of the Displacement of the Roof of Underground Mines for the Improvement of Safety of Mining Work // E3S Web of Conferences : The Second International Innovative Mining Symposium, Kemerovo, 20–22 ноября 2017 года. Vol. 21. Kemerovo: EDP Sciences, 2017. P. 01011. DOI: 10.1051/e3sconf/20172101011. EDN: ZRMGDL.
7. Лазаревич Т. И. [и др.] Геодинамическое районирование Южного Кузбасса / Кемерово: Научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела – Межотраслевой научный центр ВНИМИ. Кемеровское Представительство, 2006. 181 с.
8. Шабаров А. Н. [и др.] Концепция комплексного геодинамического мониторинга на подземных горных работах // Горный журнал. 2017. № 9. С. 59–64. DOI: 10.17580/gzh.2017.09.11. EDN: ZMJBLV.
9. Sedrette S. and Rebai N. A GIS Approach Using Morphometric Data Analysis for the Identification of Subsurface Recent Tectonic Activity. Case Study in Quaternary Outcrops—North West of Tunisia. Journal of Geographic Information System. 2022. 14. 94–112. DOI: 10.4236/jgis.2022.141006.
10. Sedrette S. and Rebai N. A GIS Approach Using Morphometric Data Analysis for the Identification of Subsurface Recent Tectonic Activity. Case Study in Quaternary Outcrops—North West of Tunisia. Journal of Geographic Information System. 2022. 14 94–112. DOI: 10.4236/jgis.2022.141006.
11. Геодинамическое районирование недр: Методические указания. Л. : 1990. 129 с. (М-во угольной промышленности СССР. Всесоюзн. ордена Трудового Красного Знамени НИИ горн. геомех. и маркшейд. дела, Кузбасский политехнический ин-т).
12. Казанин О. И. [и др.] Обоснование параметров подготовки выемочных участков при отработке свит пластов длинными забоями // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. № 3. С. 3–12.
13. Шабаров А. Н. [и др.] Выбор проектных решений по освоению месторождений с учетом результатов геодинамического районирования и геометризации опасных зон // Записки Горного института. 2013. Т. 205. С. 66–69. EDN: SDBLPB.
14. Мирошникова Л. К. [и др.] Геодинамическое районирование юго-западной части Талнахской тектономагматической системы // Горная промышленность. 2021. № 6. С. 103–109. DOI: 10.30686/1609-9192-2021-6-103-109. EDN: JDKKCQ.
15. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по прогнозу динамических явлений и мониторингу массива горных пород при отработке угольных месторождений». Приказ Ростехнадзора от 15.08.2016 №339. <http://www.pravo.gov.ru>, 08.11.2016 за № 0001201611080014.
16. Исаченко А. А., Фрянов В. Н., Петров А. А. Идентификация параметров признаков изменчивости геомассива по уровню добычи и промышленной безопасности выемочных участков угольных шахт // Вестник Забайкальского государственного университета. 2016. Т. 22. № 9. С. 4–14.
17. Разумов Е. А. Оценка факторов сложности условий ведения горных работ на современных угольных шахтах // Уголь. 2019. № 10(1123). С. 16–21. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-10-16-21. EDN: WXKHMG.

18. Разумов Е. А., Пудов Е. Ю., Кузин Е. Г. Повышение информативности данных о структуре пород кровли за счет применения георадиолокации при обследовании состояния выработок // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2018. № 4. С. 393–397. EDN: XTCOLJ.

© 2023 Авторы. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Об авторах:

Волошин Владимир Анатольевич, кандидат технических наук, Сибирский государственный индустриальный университет, (Россия, г. Новокузнецк, Кемеровская область, 654007, ул. Кирова 42), e-mail: voloshinva1966@gmail.com

Ермаков Анатолий Юрьевич, доктор технических наук, профессор., Сибирский государственный индустриальный университет, (Россия, г. Новокузнецк, Кемеровская область, 654007, ул. Кирова 42), e-mail: aermakov779@gmail.com

Разумов Евгений Анатольевич, кандидат технических наук, директор СФ АО ВНИМИ, Сибирский филиал АО «ВНИМИ», (Россия, г. Прокопьевск, Кемеровская область 653004, проспект Гагарина 24), e-mail: vnimi@inbox.ru

Кузин Евгений Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и комплексной механизации горных работ, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, филиал в г. Прокопьевске, (Россия, г. Прокопьевск, Кемеровская область 653039, ул. Ноградская 19а), e-mail: kuzinevgen@gmail.com

#### Заявленный вклад авторов:

Волошин Владимир Анатольевич – постановка исследовательской задачи, научный менеджмент, обзор соответствующей литературы, концептуализация исследования, сбор и анализ данных, выводы, написание текста;

Ермаков Анатолий Юрьевич – постановка исследовательской задачи, научный менеджмент, концептуализация исследования, сбор и анализ данных, выводы, написание текста;

Разумов Евгений Анатольевич – научный менеджмент, обзор соответствующей литературы, концептуализация исследования, сбор и анализ данных, выводы, написание текста;

Кузин Евгений Геннадьевич – научный менеджмент, обзор соответствующей литературы, концептуализация исследования, сбор и анализ данных, выводы, написание текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

## Original article

### GEOMECHANICAL JUSTIFICATION OF PROCEDURE FOR EXAMINATION FORMATION 16 OF THE «YUBILEYNAYA» MINE TAKEN INTO ACCOUNT OF NATURAL AND MAN-MADE SEISMODYNAMIC PROCESSES

Vladimir A. Voloshin<sup>1</sup>, Anatoliy Yu. Ermakov<sup>1</sup>,  
Evgeniy A. Razumov<sup>2</sup>, Evgeniy G. Kuzin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Siberian State Industrial University

<sup>2</sup>Siberian branch of JSC "VNIMI

<sup>3</sup>T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, branch in Prokopyevsk

\*for correspondence: voloshinva1966@gmail.com



#### Article info

Received:

18 October 2023

#### Abstract.

The relevance of research into seismodynamic processes of a natural and man-made nature is presented. Dynamic and gas-dynamic manifestations of rock pressure during the period of longwall mining along seam 16 of the «Yubileynaya» mine are presented. It is shown that the information acquired in practice about the intensity of rock pressure in hazardous areas is not recorded in separate documents and is not analyzed by scientific specialists,

ГЕОМЕХАНИКА, РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД,  
РУДНИЧНАЯ АЭРОГАЗОДИНАМИКА И ГОРНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА

Accepted for publication:  
20 November 2023

Accepted:  
22 November 2023

Published:  
05 December 2023

**Keywords:** geodynamic zoning, methods of geodynamic analysis, ground penetrating radar, zones of increased seismic activity, deep faults, mining safety, risk reduction, seismic processes, rock bursts, methane breaths, satellite images.

but exists only in the form of separate experience of mine specialists. The features of mining operations in zones of increased seismic activity during operational work at the «Yubileynaya» coal mine are outlined with the determination of increased rock mass stresses based on the geodynamic zoning of the deposit. An analysis of methods for assessing the intensity of the predicted impact of geodynamic hazards was carried out. It has been proven that in zones of geological disturbances, seismic potential is realized in the form of rock bursts or sudden rock outbursts, complicating mining operations, while the mining operations themselves have a provoking effect on the stressed state of the massif. The risks associated with carrying out work in areas where deep faults intersect are considered. The degree of influence of geodynamic activity within the mine field has been determined. It has been determined that the rational and most complete development of reserves, providing the safe conduct of preparatory and clearing work, must take into account the mutual influence of adjacent excavation blocks when designing and orienting the excavation field. A scale of risk distribution across zones of influence of geological faults and disturbances on mining operations within the «Yubileynaya» mine is proposed for consideration. The predominant influence of natural stresses on mining processes has been noted. Recommendations and technical measures to prevent the negative impact of seismic activity within the Western block of the «Yubileynaya» mine are presented.

**For citation:** Voloshin V.A., Ermakov A.Yu., Razumov E.A., Kuzin E.G. Geomechanical justification of procedure for examination formation 16 of the «Yubileynaya» mine taken into account of natural and man-made seismodynamic processes. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2023; 5(159):81-91. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1999-4125-2023-5-81-91, EDN: KLYJVF

## REFERENCES

1. Kompleks mer po bor'be s gornymi udarami na 2021 god OOO «Shakhta «Yubileynaya». Novokuznetsk, 2020.
2. Ugol'naya baza Rossii. Tom II. Ugol'nyye basseyny i mestorozhdeniya Zapadnoy Sibiri, Altayskogo kraya i Respubliki Altay. M.: OOO «Geoinformatsentr»; 2003.
3. Batugina I.M., Batugin A.S., Petukhov I.M. Gornoye delo i okruzhayushchaya sreda. Geodinamika nedr: uchebnoye posobiye. M: Gornaya kniga; 2012.
4. Pudov E., Kuzin E., Efremenkov A. Estimation of impact of rock conditions on the conveyor workings geometry by means of geophysical methods. *IOP conference series: materials science and engineering : The conference proceedings ISPCIET*. 2020; 939:012063. DOI: 10.1088/1757-899X/939/1/012063. EDN: FWVJTS.
5. Bakin V.A., Kuzin Ye.G. Obosnovaniye ratsional'nykh tekhnicheskikh resheniy pri razrabotke i korrektyrovke proyektnoy dokumentatsii po rezul'tatam monitoringa sostoyaniya gornyx vyrabotok. *Ratsional'noye osvoyeniye nedr*. 2018; 3:53–55. EDN: XZRLBZ.
6. Abramovich A., Pudov E., Kuzin E. Prerequisites for the Establishment of the Automated Monitoring System and Accounting of the Displacement of the Roof of Underground Mines for the Improvement of Safety of Mining Work. *E3S Web of Conferences : The Second International Innovative Mining Symposium*. 2017; 21:01011. DOI: 10.1051/e3sconf/20172101011. EDN: ZRMGDL.
7. Lazarevich T.I. [et al.] Geodinamicheskoye rayonirovaniye Yuzhnogo Kuzbassa. Kemerovo: Nauchno-issledovatel'skiy institut gornoy geomekhaniki i marksheyderskogo dela. Mezhotraslevoy nauchnyy tsentr VNIMI. Kemerovskoye Predstavitel'stvo, 2006. 181 s.
8. Shabarov A.N. [et al.] Kontseptsiya kompleksnogo geodinamicheskogo monitoringa na podzemnykh gornyx rabotakh. *Gornyy zhurnal*. 2017; 9:59–64. DOI: 10.17580/gzh.2017.09.11. EDN: ZMJBLV.
9. Sedrette S., Rebai N. (2022) A GIS Approach Using Morphometric Data Analysis for the Identification of Subsurface Recent Tectonic Activity. Case Study in Quaternary Outcrops—North West of Tunisia. *Journal of Geographic Information System*. 2022; 14:94–112. DOI: 10.4236/jgis.2022.141006.
10. Sedrette S., Rebai N. (2022) A GIS Approach Using Morphometric Data Analysis for the Identification of Subsurface Recent Tectonic Activity. Case Study in Quaternary Outcrops—North West of Tunisia. *Journal of Geographic Information System*. 2022; 14:94–112. DOI: 10.4236/jgis.2022.141006.
11. Geodinamicheskoye rayonirovaniye nedr: Metodicheskiye ukazaniya. L., 1990. 129 s. (M-vo ugol'noy promyshlennosti SSSR. Vsesoyuzn. ordena Trudovogo Krasnogo Znameni NII gorn. geomekh. i marksheyd. dela, Kuzbasskiy politekhnicheskii in-t).

12. Kazanin O.I. [et al.] Obosnovaniye parametrov podgotovki vyyemochnykh uchastkov pri otrabotke svit plastov dlinnymi zaboyami. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tehnicheskiy zhurnal)*. 2014; 3:3–12.

13. Shabarov A.N. [et al.] Vybory proyektnykh resheniy po osvoyoyniyu mestorozhdeniy s uchetom rezul'tatov geodinamicheskogo rayonirovaniya i geometrizatsii opasnykh zon. *Zapiski Gornogo instituta*. 2013; 205:66–69. EDN: SDBLPB.

14. Miroshnikova L.K. [et al.] Geodinamicheskoye rayonirovaniye yugo-zapadnoy chasti Talnakhskoy tektonomagmaticheskoy sistemy. *Gornaya promyshlennost'*. 2021; 6:103–109. DOI: 10.30686/1609-9192-2021-6-103-109. EDN: JDKKCQ.

15. Federal'nyye normy i pravila v oblasti promyshlennoy bezopasnosti «Instruktsiya po prognozu dinamicheskikh yavleniy i monitoringu massiva gornykh porod pri otrabotke ugol'nykh mestorozhdeniy». Prikaz Rostekhnadzora ot 15.08.2016 №339. <http://www.pravo.gov.ru>, 08.11.2016 za № 0001201611080014.

16. Isachenko A.A., Fryanov V.N., Petrov A.A. Identifikatsiya parametrov priznakov izmenchivosti geomassiva po urovnyu dobychi i promyshlennoy bezopasnosti vyyemochnykh uchastkov ugol'nykh shakht. *Vestnik Zabaykal'skogo gosudarstvennogo universiteta*. 2016; 22(9):4–14.

17. Razumov Ye.A. Otsenka faktorov slozhnosti usloviy vedeniya gornykh rabot na sovremennykh ugol'nykh shakhtakh. *Ugol'*. 2019; 10(1123):16–21. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-10-16-21. EDN: WXKHMG.

18. Razumov Ye.A., Pudov Ye.Yu., Kuzin Ye.G. Povysheniye informativnosti dannykh o strukture porod krovli za schot primeneniya georadiolokatsii pri obsledovanii sostoyaniya vyrabotok. Naukoyemkiye tekhnologii razrabotki i ispol'zovaniya mineral'nykh resursov. 2018; 4:393–397. EDN: XTCOLJ

© 2023 The Authors. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

*The authors declare no conflict of interest.*

#### *About the authors:*

Vladimir A. Voloshin, C. Sc. in Engineering, Siberian State Industrial University, (Novokuznetsk, Kemerovo region, Russia, 654007, Kirova str. 42), e-mail: voloshinva1966@gmail.com

Anatoliy Yu. Ermakov, Dr. Sc. in Engineering, Siberian State Industrial University, (Novokuznetsk, Kemerovo region, Russia, 654007, Kirova str. 42), e-mail: aermakov779@gmail.com

Evgeniy A. Razumov, C. Sc. in Engineering, Siberian branch of JSC "VNIMI", (Russia, Prokopyevsk, Kemerovo region 653004, Gagarin Avenue 24), e-mail: vnimi@inbox.ru

Evgeniy G. Kuzin, C. Sc. in Engineering, Associate Professor of the Department of Technology and Integrated Mechanization of Mining Operations, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, branch in Prokopyevsk, (Russia, Prokopyevsk, Kemerovo region 653039, 19a Nogradskaya str.), e-mail: kuzinevgen@gmail.com

#### *Contribution of the authors:*

Voloshin Vladimir Anatolyevich – formulation of a research task, scientific management, review of relevant literature, conceptualization of research, data collection and analysis, conclusions, writing a text;

Ermakov Anatoly Yurievich – formulation of a research task, scientific management, conceptualization of research, data collection and analysis, conclusions, writing a text;

Evgeny A. Razumov – scientific management, review of relevant literature, conceptualization of research, data collection and analysis, conclusions, text writing;

Kuzin Evgeny Gennadievich – scientific management, review of relevant literature, conceptualization of research, data collection and analysis, conclusions, text writing.

All authors have read and approved the final version of the manuscript

*All authors have read and approved the final manuscript.*

