

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ АКТИВНЫЕ ЗОНЫ ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ СОЛЕЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Копылов И.С.

Естественнонаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, Пермь, Россия, e-mail: georif@yandex.ru

В статье приводится линеаментно-геодинамический анализ Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей на основе аэрокосмогеологических исследований с применением современных геоинформационных технологий. Проведено районирование новейших тектонических структур и выполнена оценка геодинамической активности территории. Выделены 167 локальных геодинамических активных зон с очень высокой плотностью линеаментов, которые имеют важное значение для оценки инженерно-геологических условий и геологической безопасности месторождения. Отмечается их сходимость с геофизическими и геохимическими аномалиями. В пределах этих зон отмечается ухудшение физико-механических свойств грунтов, увеличение интенсивности опасных природных и техногенных процессов. Делается вывод о необходимости проведения детальных аэрокосмогеологических исследований при подготовке новых участков калийных рудников с целью обоснования безопасного ведения горных работ и промышленного освоения.

Ключевые слова: геодинамические активные зоны, линеаментно-геодинамический анализ, инженерная геология, грунты.

GEODYNAMIC ACTIVE ZONES OF VERKHNKAMSKOYE DEPOSIT OF POTASH- MAGNESIUM SALTS AND THEIR INFLUENCE ON ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS

Kopylov I.S.

Perm State National Research University, Perm, Russia, e-mail: georif@yandex.ru

The article gives lineament-geodynamic analysis of Verkhnekamskoye deposit of potash-magnesium salts on basis of space geological researches with application of modern geoinformation technology. Division into districts of the newest tectonic structures is spent and the estimation of geodynamic activity of territory is executed. Are allocated 167 local geodynamic active zones with very high density of lineaments which have great value for an estimation of engineering-geological conditions and geological safety of a deposit. Their convergence with geophysical and geochemical anomalies is marked. Within these zones deterioration of physicommechanical properties soils, increase in intensity of dangerous natural and technogenic processes is marked. The conclusion about necessity of carrying out detailed space geological researches by preparation of new zones of potash mines for the purpose of a substantiation of safe conducting mountain works and industrial development becomes.

Keywords: geodynamic active zones, lineament-geodynamic analysis, engineering geology, soils.

Введение. Крупнейшее в мире Верхнекамское месторождение калийных и калийно-магниевых солей (ВКМКС) расположено в Соликамской депрессии Предуральяского краевого прогиба (Пермский край).

После открытия месторождения в 1925 г. опубликовано около 1000 работ, освещающих его геологическое строение и генезис, издано несколько крупных монографий [8], составлено большое количество карт и схем разрывной тектоники и разломов (Р.Н. Валеев, 1974; М.И. Денисов, 1980; Г.Г. Кассин, 1985, 1991; Н.М. Джиноридзе, 1987; В.П. Беляев, 1989; Л.Д. Нояксова, 1990; Т.В. Харитонов, 1992; И.А. Санфилов, Г.Г. Кассин, 1993; Б.М. Голубев, 1998; А.И. Кудряшов, 2001, 2004; И.А. Санфилов, С.Г. Бычков, 2009; В.П. Колесников, 2010; Г.Г. Кассин, В.В. Филатов, 2011 и др.).

Верхнекамское месторождение характеризуется повышенной сейсмичностью, аномально высокими значениями скоростей современных вертикальных движений дневной поверхности, ограничено активными на современном этапе тектогенеза глубинными разломами [9].

Новейшая тектоника и геодинамика (геодинамические активные зоны, разрывные дислокации и структуры) в совокупности с соляным карстом, определяют основные факторы инженерно-геологических и горно-геологических условий (особенно прочностные свойства водозащитной толщи пород, обусловленные повышенной степенью трещиноватости) ведения добычных работ на калийных рудниках ВКМКС.

Важную роль в изучении тектонической трещиноватости играют дистанционные аэрокосмогеологические исследования (АКГИ), которые проводились ранее на ВКМКС с различной детальностью и преимущественно в нефтепоисковых целях (С.Т. Шитин, 1983; Ю.А. Ильиных, 1986, 2002; Ю.А. Левицкий, 1989; С.В. Аверьянов, 1992; Н.Я. Быков, 2001 и др.). Однако их широкое применение сдерживалось невысокой результативностью в силу низкого качества аэрокосмоматериалов прошлых лет. В последнее время появилась возможность проведения АКГИ на качественно новом уровне – с применением высокоточных цифровых космических снимков и новых компьютерных геоинформационных технологий обработки данных.

Результаты аэрокосмогеологических исследований, линеаментно-блокового и линеаментно-геодинамического анализов

В 2010 г. в рамках программы по созданию аэрокосмогеологической основы территории Пермского края для территории ВКМКС на площади 4,7 тыс. км² проведены зональные АКГИ масштаба 1:100 000 с целью выделения геодинамических активных зон (АЗ). По результатам дешифрирования современных цифровых спектрально-зональных космических снимков (КС) выделены 1801 прямолинейных линеаментов, отождествляемых с тектоническими нарушениями фундамента и осадочного чехла. По размеру они подразделены на следующие таксономические ранги: региональные (> 100 км) – 32 линеамента, зональные (25-100 км) – 91, локальные (5-25 км) – 306, короткие (до 5 км) – 1372

линеаментов. Построены карты неотектонических блоковых структур и геодинамических активных зон масштаба 1:100 000 [5, 7].

По линеаментно-блоковому районированию [3] ВКМКС находится в пределах региональных геоструктур Предуральяского геоблока и Предсреднеуральского мегаблока. Центральным меридиональным линеаментом и двумя субширотно-северо-восточными линеаменами они «разбиты» на зональные блоковые структуры – макроблоки и мезоблоки. Основную часть занимает Березниковский макроблок, включающий Усольский, Половодовский, Челвинский, Яйвинский мезоблоки; северную часть занимает Чердынский макроблок, включающий Жулановский и Нижнеязьвинский мезоблоки. В пределах мезоблоков выделены от 2 до 6 локальных блоков первого порядка в каждом, которые в свою очередь «разбиты» на 2-8, в среднем по 4 блока второго порядка. Всего выделено 20 локальных блоков первого и 82 блоков второго порядка. Анализ степени неотектонической активности локальных блоковых структур показал, что они различаются дифференцированными неотектоническими относительными движениями и энергией рельефа, а также интенсивностью проявления эрозионно-денудационных и аккумулятивных процессов.

Методологической основой выделения геодинамических активных зон является линеаментно-геодинамический анализ, который проводился на основе изучения распределения плотности линеаментов по их протяженности на единицу площади. Обработка данных, построение карт проводились с использованием программного обеспечения ArcGIS и модуля Spatial Analyst фирмы ESRI. Выделение и классифицирование геодинамических АЗ производилось по классификации геодинамических активных зон [6], в соответствии с которой были выделены геодинамические АЗ различного уровня: геозоны (первые десятки тысяч км²) и мегазоны (первые тысячи км²), макрозоны (несколько сотен км²), мезозоны (до 100 км²), локальные зоны разных порядков: I порядка (несколько десятков км²), II порядка (несколько км²), III порядка (доли и единицы км²).

Ранее, при оценке неотектонической активности Пермского Приуралья нами на территории ВКМКС была выделена Соликамская геодинамическая АЗ – (мегазона с площадью 3038 км²) с общим субмеридиональным простираем [2]. По материалам региональных АКГИ масштаба 1:500 000-1:200 000 на этой территории и за ее пределами выделены 4 геодинамические АЗ: Березниковская мегазона субширотного простираем (площадь 1156 км²), Соликамская (222 км²), Усть-Игумская (380 км²) и частично Керчевская (427 км²) макрозоны с северо-западным простираем [4].

По материалам зональных АКГИ масштаба 1:100 000 на территории ВКМКС в пределах перечисленных геодинамических АЗ сконцентрированы многочисленные зоны

более низких таксонов – мезозоны и локальные зоны разных порядков, с высокой плотностью линеаментов. Закартированы 167 геодинамических АЗ с площадями от 1 до 100 км² с очень высокой плотностью линеаментов и 61 геодинамическое АЗ с площадями от 0,2 до 16 км² с чрезвычайно высокой плотностью линеаментов [7]. Практически все они находятся на границах тектонических структур или границах неотектонических блоков. Форма их преимущественно изометричная, вытянутая в направлении контролирующих линеаментов (рис. 1).

Обсуждение результатов. Результаты линеаментно-геодинамического анализа сопоставлялись с геолого-геофизическими, сейсмологическими и инженерно-геологическими данными. Отмечается сходимость расположения основных геодинамических АЗ и линеаментов с многими геофизическими и геохимическими аномалиями и трещинно-разрывными нарушениями. Это характерно, как для всего Верхнекамского месторождения в целом по результатам зональных АКГИ масштаба 1:100 000, так и для отдельных его участков по детальным АКГИ масштаба 1:25 000. Например – на Талицком участке ВКМКС, где ЛГМ ЕНИ ПГУ (И.С. Копылов, А.В. Коноплев, 2011) проведен комплексный анализ геолого-геофизических и аэрокосмогеологических материалов с целью обоснования безопасного ведения горных работ и промышленного освоения (рис. 2).

В пределах геодинамических АЗ расположены сейсмоопасные узлы (по Схеме сейсмического районирования Среднего Урала, С.Н. Кашубин и др.), основные аномалии совпадают с региональной зоной северо-западного простираения возможного возникновения землетрясений (ВОЗ) [1]. Также в их пределах зафиксированы эпицентры землетрясений с интенсивностью 3-6 баллов шкалы MSK-64. Известные катастрофические провалы на рудниках – БКРУ-3 (1986 г.) и БКРУ-1 (2006 г.), приведшие к полному их затоплению, а также провал на железнодорожных путях в г. Березники в 2010 г. произошли именно в геодинамических АЗ.

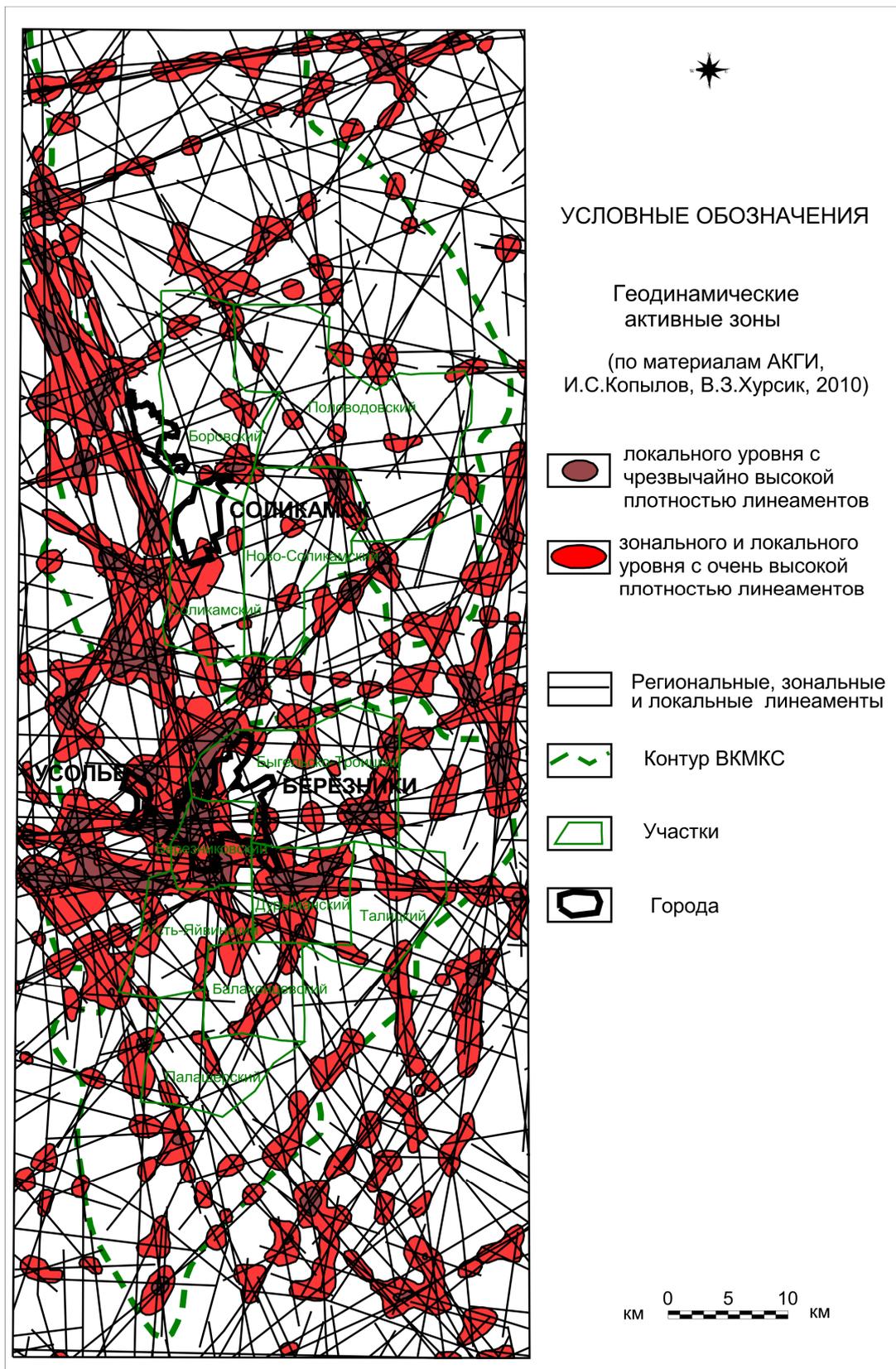


Рис. 1. Геодинамические активные зоны Верхнекамского месторождения калийных солей (по АКГИ масштаб 1:100 000)

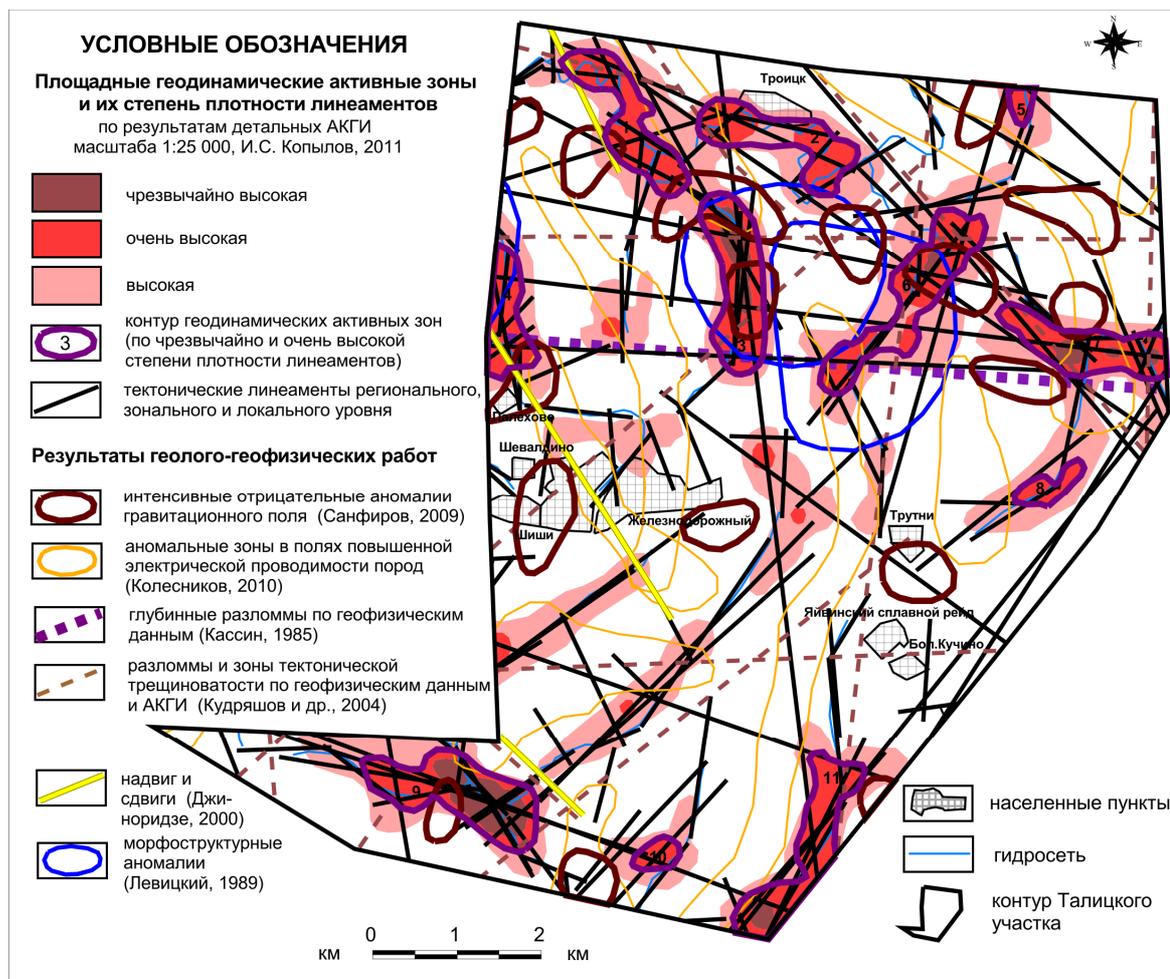


Рис. 2. Геодинамические активные зоны и комплексный анализ Талицкого участка ВКМКС

Пространственный анализ и сопоставление локальных геодинамических АЗ и линеаментов с данными инженерно-геологических изысканий показали приуроченность к этим зонам экзогенных геологических процессов и явлений (усиление карстово-суффозионных процессов, оврагообразования, оползней, береговой и склоновой эрозии и др.). Также, в пределах геодинамических АЗ отмечается ухудшение физико-механических свойств грунтов. Так, крупномасштабное инженерно-геологическое районирование масштаба 1:50 000 территории Усть-Яйвинского участка ВКМКС и детальное инженерно-геологическое районирование масштаба 1:5 000 основной промышленной площадки, проведенное ЛГМ ЕНИ ПГУ (И.С. Копылов, А.В. Коноплев, 2010), показало, что на участке предполагаемого разлома, отраженного линеаментами северо-западного простирания, зафиксирована наибольшая мощность рыхлых образований, а в инженерно-геологических скважинах установлено наличие мягко- и текучепластичных грунтов в отличие от других участков. В целом этот участок характеризуется менее благоприятной степенью сложности инженерно-геологических условий (рис. 3).

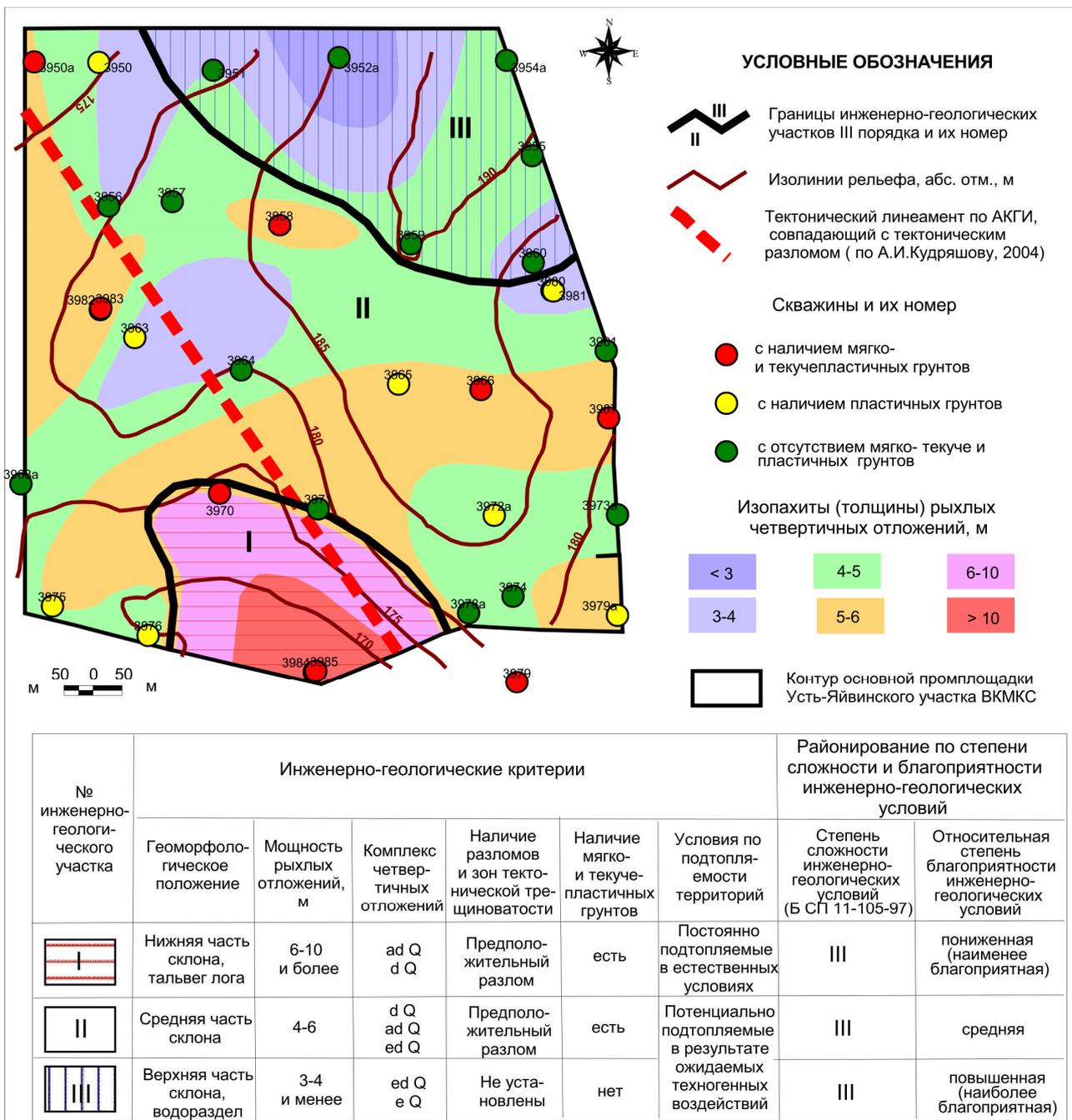


Рис. 3. Инженерно-геологического районирование основной промышленной площадки Усть-Яйвинского участка ВКМКС

Заключение. На основании новых данных по оценке геодинамической активности территории ВКМКС и их комплексного анализа можно сделать вывод о высокой надежности картирования геодинамических активных зон разного уровня современными аэрокосмогеологическими методами. Знание об их расположении, интенсивности проявления имеет важное значение для оценки инженерно-геологических условий и геологической безопасности месторождения. При подготовке новых участков калийных

рудников ВКМКС в комплексе с геолого-геофизическими исследованиями и инженерными изысканиями необходимо проводить детальные АКГИ для изучения геодинамических условий с целью обоснования безопасного ведения горных работ и промышленного освоения.

Список литературы

1. Гуляев А.Н. Сейсмотектоника центральной части Уральского региона // Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле Земли, интерпретация геофизических полей. Шестые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича. Материалы конф. – Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – С.99-102.
2. Копылов И.С. Методология, оценка, районирование неотектонической активности (на примере Пермского Предуралья и Урала) // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – Пермь: Пермский ун-т, 2004. – С.3-11.
3. Копылов И.С. Блоковое строение Пермского Приуралья на основе линеаментно-блокового и морфонеотектонического анализа // Состояние и перспективы нефтегазового потенциала Пермского края и прилегающих регионов. – Пермь: КамНИИКИГС, 2007. – С.270-279.
4. Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Пермского Приуралья на основе аэрокосмогеологических исследований // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: Материалы регион. науч.-практ. конф. – Пермь, 2010. – С. 14-18, 336-337.
5. Копылов И.С. Аэрокосмогеологическая основа территории Пермского края для выбора перспективных направлений, площадей, объектов нефтегазопромысловых работ и экологической безопасности // Геология и нефтегазоносность северных районов Урало-Поволжья: сб. науч. тр. к 100-летию со дня рождения проф. П.А.Софроницкого. – Пермь, 2010. – С. 208-212.
6. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 4; URL: www.science-education.ru/98-4745 (дата обращения: 29.09.2011).
7. Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Верхнекамского месторождения калийных солей по результатам дистанционных исследований и их влияние на инженерно-геологические условия и промышленное освоение // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: Материалы юбилейной конф., посвященной 80-летию геолог. ф-та и 95-летию Перм. ун-та. – Пермь, 2011. – С. 165-167.
8. Кудряшов А.И., Васюков В.Е., Фон-дер-Флаасс Г.С. и др. Разрывная тектоника Верхнекамского месторождения солей / Под науч. ред. А.И. Кудряшова. – Пермь: ГИ УрО РАН, 2004. – 194 с.: ил. 65.
9. Филатов В.В., Кассин Г.Г. Предпосылки прогнозирования динамических событий на территории Верхнекамского месторождения калийных и калийно-магниевого солей // Рудник будущего. – Вып. № 1 (5), 2011. – С.71-74.

Рецензенты:

Середин В.В., д.г.-м.н., профессор, генеральный директор научно-исследовательского, проектного и производственного предприятия по природоохранной деятельности «Недра», г. Пермь.

Ибламинов Р.Г., д.г.-м.н., профессор, зав. кафедрой минералогии и петрографии Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь.

Работа получена 28.10.2011