УДК 551.24

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ АКТИВНЫЕ ЗОНЫ ПРИУРАЛЬЯ, ИХ ПРОЯВЛЕНИЕ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ, ГЕОХИМИЧЕСКИХ, ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

Копылов И.С.

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

Проведен морфонеотектонический и линеаментно-геодинамический анализ на территории Западного Приуралья и Урала (Пермский край) по комплексу неотектонических критериев (коэффициенты эрозионной расчлененности рельефа, извилистости и аномальных уклонов профилей рек, плотности линеаментов и др.). Выделены 17 крупных геодинамических активных зон, с площадями 1-9 тыс. км^2, в среднем 4,3 тыс. км^2. Практически все зоны пересекаются глубинными разломами различных направлений с многочисленными оперяющими тектоническими нарушениями. Установлена их тесная пространственная и статистическая корреляционная связь с различными геофизическими, геохимическими, гидрогеохимическими и гидрогеологическими аномалиями. Составлена карта аномальных зон, приведена их характеристика. Необходимо учитывать их при проведении геоэкологических и инженерно-геологических исследований и оценке территорий по опасностям и рискам возникновения чрезвычайных ситуаций техноприродного характера.

Ключевые слова: неотектоника, геодинамические активные зоны, геофизические, геохимические и гидрогеологические аномалии, Урал и Приуралье

GEODYNAMIC ACTIVE ZONE OF THE PRIURALS, THEIR MANIFESTATION IN GEOPHYSICAL, GEOCHEMICAL, HYDROGEOLOGICAL FIELDS

Kopylov I.S.

Natural Science Institute of the Perm State National Research University, Perm, e-mail: georif@yandex.ru

Morpho-neotectonic and lineament-geodynamic analysis on the complex of the neotectonic criteria (factors erosive relief partition, sinuosity and abnormal slope profiles rivers, density lineaments and others) conducted on the territory of the Western Urals and the Priurals (Perm region). 17 regional geodynamic active zones, 1-9 thousand km^2, on average, 4.3 thousand km^2 highlighted. All zones overlap faults of different directions, complicated by numerous small tectonic disturbances. There is a close spatial and statistical correlation geodynamic active zones with various geophysical, geochemical, hydrogeochemical and hydrogeological anomalies installed. A map of the abnormal areas and describes their characteristics. Geodynamic active zones in conducting of geo-ecological and engineering-geological studies as research and assessment of the territories by the hazards and risks of occurrence of extreme situations of natural, technogenic character should be taken into account.

Keywords: neotectonics, geodynamic active zones, geophysical, geochemical and hydrogeological anomalies, Ural and Priurals

В формировании геоэкологических и инженерно-геологических условий территорий ведущую роль среди многих природных факторов [13] играет геодинамическая (неотектоническая) активность земной коры – геодинамические активные зоны – ГАЗ (участки земной коры, активные на современном этапе неотектонического развития, характеризующиеся пониженной прочностью коры, повышенной трещиноватостью, проницаемостью, и, как следствие, проявлениями разрывной тектоники, сейсмичности и других процессов) [5, 6, 12, 19].

Методика, результаты, обсуждение. Для оценки геодинамической (неотектонической) активности территорий автором и др. разработаны специальные методики – морфонеотектонический и линеаментно-геодинамический анализы [2, 10, 19, 20]. В результате морфонеотектонического анализа, проведенного нами на территории Западного Приуралья и Урала (Пермский край) по комплексу неотектонических критериев (коэффициенты эрозионной расчлененности рельефа, извилистости и аномальных уклонов профилей рек, мегатрещиноватости и др.) выделены 17 крупных ГАЗ [2, 20], которые по классификации [6] относятся к региональному уровню – мегазонам, их площади составляют 1-9 тыс. км^2, в среднем 4,3 тыс. км^2. В пределах этих региональных зон линеаментно-геодинамическим анализом (учитывающим плотность тектонических нарушений) [3, 10] установлены 58 ГАЗ зонального уровня (макрозоны и мезозоны) и лишь 2 небольшие зоны не попадают в их контуры (рис. 1).

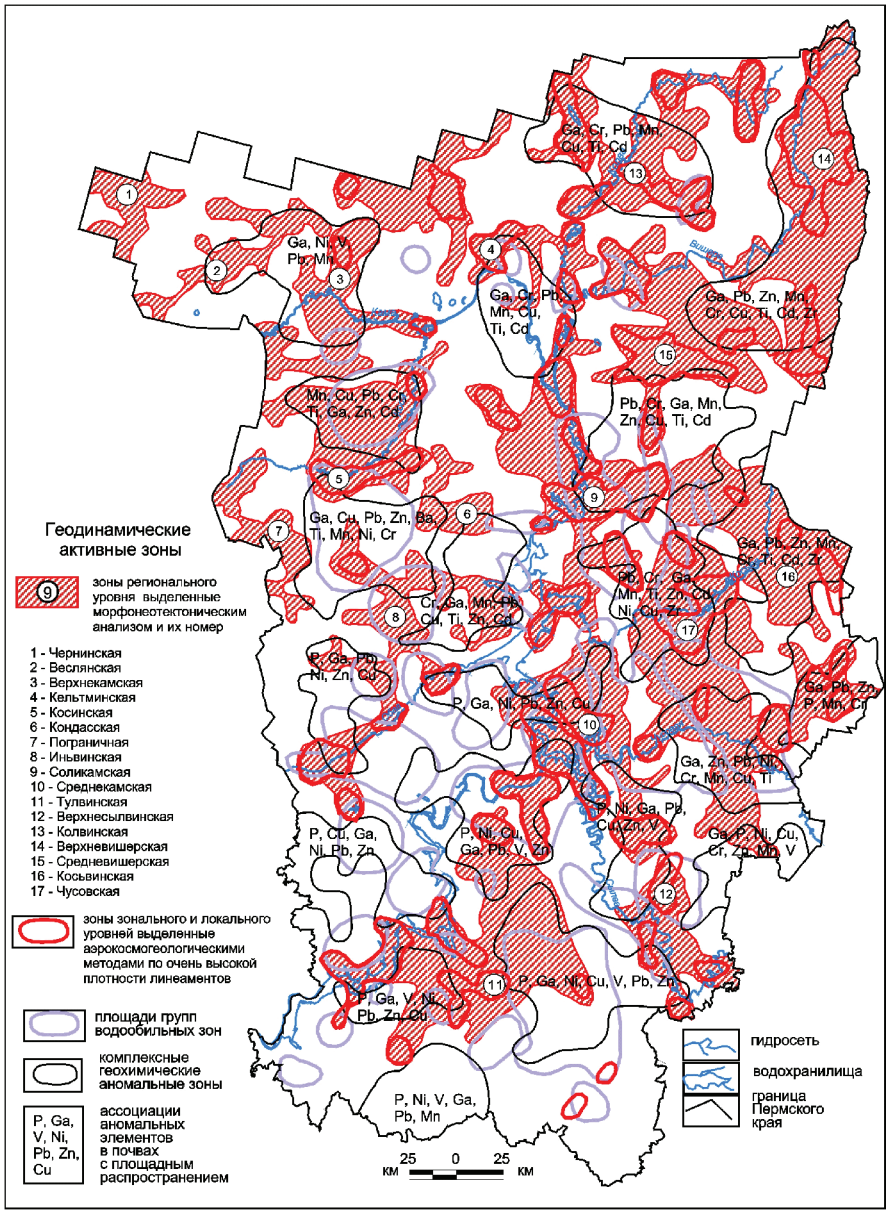

Рис. 1. Геодинамические активные зоны Пермского Приуралья и Урала

Ниже приводится их краткая характеристика по геохимическим [4, 15], геофизическим [20] и гидрогеологическим [11, 16] полям. Геоморфолого-неотектоническая характеристика приведена в работе [20]. Практически все ГАЗ пересекаются глубинными разломами различных направлений с многочисленными оперяющими тектоническими нарушениями.

1. Чернинская ГАЗ (площадь 1085 км^2) расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Северного Прикамья, в приграничной части района умеренных сводовых поднятий Северных Увалов и района слабых дифференцированных поднятий Веслянской низины. По геофизическим данным проявляется отрицательными аномалиями магнитного поля. По геохимии и гидрогеологии – практически не изучена.

2. Веслянская ГАЗ (1625 км^2) расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Северного Прикамья, в районах умеренных сводовых поднятий Северных Увалов и слабых дифференцированных поднятий Веслянской низины. По геофизическим данным на большей части проявляется отрицательными аномалиями магнитного поля, на юге – положительны-

ми аномалиями магнитного поля. По геохимии и гидрогеологии – изучена слабо.

3. Верхнекамская ГАЗ (5309 км^2) расположена в области слабых и умеренных поднятий Тиманид (Кельтменской низины), в области слабых и умеренных поднятий равнины Северного Прикамья (Северных Увалов, Верхнекамской и Косинской низменных равнин), области слабых и умеренных поднятий равнины Среднего Прикамья (Верхнекамской возвышенности). По геофизическим данным проявляется чередованием положительных и отрицательных аномалий магнитного поля. В гравиметрическом поле проявляется: в южной части – отрицательными значениями, в центральной части – фоновыми значениями, в северной части – положительными значениями и локальными аномалиями силы тяжести. Выделяются локальные гидрогеохимические аномалии по: Br, B, Mn, U, He.

4. Кельтминская ГАЗ (1594 км^2) расположена на границе области слабых и умеренных поднятий равнины Северного Прикамья (Верхнекамской низменной равнины) и области слабых и умеренных поднятий равнины Предуралья (Соликамской равнины). В гравиметрическом поле проявляется в центральной части – локальной положительной аномалией силы тяжести, в северной части – отрицательной аномалией силы тяжести. По гидрогеологическим данным выделяются крупные водообильные зоны с высокодебитными родниками; выделяются локальные гидрогеохимические аномалии по: Ba, B, Be, U, He.

5. Косинская ГАЗ (3743 км^2) расположена в основном в области слабых и умеренных поднятий равнины Северного Прикамья (Косинской низменной равнины) и области слабых и умеренных поднятий равнины Среднего Прикамья (Верхнекамской возвышенности). По геофизическим данным проявляется в центральной части, четко выраженной положительной аномалией магнитного поля, в восточной части – отрицательной аномалией; в гравиметрическом поле проявляется крупной локальной отрицательной аномалией силы тяжести. По геохимическим данным проявляется, как площадная литогеохимическая аномалия по: Pb, Cd, Be, Cr, Cu, Mn, Ti, Zr, Ga, с локальным и точечным распространением: Hg, Ni, Co, V, Ba, Sr; проявляется гидрогеохимическими аномалиями с площадным распространением: Br, Ba, точечным: Mn, V, Ni, He. Выделяются многочисленные водообильные зоны с высокодебитными родниками, сконцентрированные в крупную гидрогеологическую аномалию.

6. Кондасская ГАЗ (1017 км^2) расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Среднего Прикамья (в районе умеренных сводовых поднятий Верхнекондаских Увалов). По геофизическим данным проявляется положительной аномалией магнитного поля; в гравиметрическом поле проявляется крупной локальной положительной аномалией силы тяжести (в западной и северной части). По геохимическим данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Pb, Cu, Mn, Be, Ni Cr, Ti, Zr; локальные гидрогеохимические аномалии по: Br, Ba, Ni.

7. Пограничная ГАЗ (1387 км^2) расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Среднего Прикамья (умеренных сводовых поднятий Верхнекамской возвышенности). По геофизическим данным проявляется отрицательной аномалией магнитного поля; в гравиметрическом поле проявляется положительными значениями и локальными аномалиями силы тяжести. По геохимии и гидрогеологии – практически не изучена.

8. Иньвинская ГАЗ (4808 км^2) расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Среднего Прикамья (умеренных сводовых поднятий Верхнекамской возвышенности и слабых дифференцированных поднятий Иньвенско-Обвинской низменной равнины). По геофизическим данным проявляется положительной аномалией магнитного поля в центральной части и отрицательными аномалиями магнитного поля по периферии; в гравиметрическом поле проявляется крупной локальной положительной аномалией силы тяжести в центральной части. По геохимическим данным выделяются литогеохимические аномалии по: Pb, Cu, Mn, Zr, Cr, Ni; локальные гидрогеохимические аномалии по: Br, Ba, Be, Cd, U, He. В центральной части выделяется кольцевая водообильная зона с высокодебитными родниками.

9. Соликамская ГАЗ (6499 км^2) расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Среднего Прикамья (район слабых дифференцированных поднятий Среднекамской низменной равнины) и в области слабых и умеренных поднятий равнины Предуралья (район слабых и умеренных дифференцированных поднятий Соликамской равнины) [7]. В гравиметрическом поле проявляется в западной части – локальными положительными аномалиями

силы тяжести, в восточной части – отрицательными аномалиями силы тяжести. По геохимическим данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Cu, Cr, Mn, Be, Ba, P, Ni, V, Zr, Ga, Pb, Zn, Ti, Mo, Sn. По гидрогеологическим данным выделяются крупные водообильные зоны с высокодебитными родниками; выделяются гидрогеохимические аномалии площадные по: Br, B; локальные по: Ti, Br, Ba, Sr, Mn, Cr, V, Cd, Ni, Pb, Be, He.

10. Среднекамская ГАЗ (5621 км^2) расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Среднего Прикамья (район Среднекамской низменной равнины) и в области слабых и умеренных поднятий равнины Предуралья (районы Колвинско-Чусовской возвышенности и Лысьвенско-Толумбасской возвышенной равнины). В гравиметрическом поле проявляется в основном локальными положительными аномалиями силы тяжести. По геохимическим данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Cu, Cr, Zn, Mn, Be, Ba, P, Ni, V, Zr, Ga, Pb, Ti, Mo, Sn, W [14]. По гидрогеологическим данным выделяются многочисленные водообильные зоны с высокодебитными родниками; выделяются локальные гидрогеохимические аномалии по: Ti, Br, Ba, Sr, Mn, Cr, He.

11. Тулвинская ГАЗ (7781 км^2) расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Среднего Прикамья (районы Среднекамской низменной равнины и умеренных и значительных дифференцированных поднятий Тулвинской возвышенности) [1] и в области слабых и умеренных поднятий равнины Уфимского плато (район слабых дифференцированных поднятий Иреньско-Сылвенской наклонной карстовой равнины). По геофизическим данным проявляется в гравиметрическом поле в северной части – локальными положительными аномалиями силы тяжести, в западной и южной части – отрицательными аномалиями силы тяжести. По геохимическим данным выделяются литогеохимические аномалии с площадным и локальным распространением по: Cu, Pb, Zn, P, Ni, V, Ga, с точечным распространением по: Mn, Mo, Sr. Выделяются гидрогеохимические аномалии с площадным распространением по: Br, B, Ba; с локальным и точечным распространением по: Mn, Cd, Cr, Be, Sr, Ni, V, Ti, Sb, Pb. По гидрогеологическим данным выделяются многочисленные водообильные зоны с высокодебитными родниками, сконцентрированные в крупную кольцевую гидрогеологическую аномалию.

12. Верхнесылвинская ГАЗ (2179 км^2) расположена в области слабых и умеренных поднятий равнины Уфимского плато (район умеренных дифференцированных поднятий Уфимское плоскогорья и Сылвенского кряжа) и в области слабых и умеренных поднятий равнины Предуралья (Юрюзано-Сылвинской депрессии). По геофизическим данным проявляется в гравиметрическом поле в северной части – локальными положительными аномалиями силы тяжести, в западной и южной части – преимущественно отрицательными аномалиями силы тяжести. По геохимическим данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Be, P, Ni, Cr, Cu, Mn, V, Zr, Ga, Pb, Zn, Ti, Mo, Sn, W. Выделяются гидрогеохимические аномалии с площадным распространением по: Mn, Br, B; локальным по: Ba, Be, Sr, Pb. По гидрогеологическим данным выделяются локальные водообильные зоны с высокодебитными родниками.

13. Колвинская ГАЗ (4976 км^2) расположена на стыке и в пределах крупных морфоструктур Восточно-Европейской равнины – области слабых и умеренных поднятий Тиманид, области слабых и умеренных поднятий равнины Северного Предуралья (район Колвинско-Вишерской возвышенной равнины) и Уральских гор – области значительных и сильных дифференцированных поднятий западного склона Северного Урала. По геофизическим данным в южной части проявляется положительными аномалиями магнитного поля, на в северо-восточной – отрицательными аномалиями магнитного поля. В гравиметрическом поле проявляется преимущественно отрицательными значениями и аномалиями силы тяжести, локально – положительными аномалиями силы тяжести. По геохимическим данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Mn, Ba, Cu, Cr, Pb, Zn. Выделяются гидрогеохимические аномалии площадные по: Mn, и Ni, локальные аномалии по: Br, Ba, B, Be, Pb, Cr, Sr, Zn, Sb, V, газогеохимические аномалии по гелию, радону. По гидрогеологическим данным выделяются крупные водообильные зоны с высокодебитными родниками.

14. Верхневишерская ГАЗ (6779 км^2) расположена в пределах Уральских гор, в основном в области сильных сводовых и сводово-глыбовых поднятий осевой части Северного Урала. В гравиметрическом поле проявляется преимущественно отрицательными значениями и аномалиями силы тяжести, локально (в западной части) – по-

ложительными аномалиями силы тяжести. По геохимическим данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Pb, Sn, Zr, Be, P, Ni, Cr, Cu, Mn, V, Zr, Ga, Ti, Cd, Mo, Sn, W. Выделяются линейные водообильные зоны на участках тектонических нарушений.

15. Средневишерская ГАЗ (5238 км^2) расположена преимущественно в пределах Уральских гор, в области значительных дифференцированных поднятий западного склона Среднего Урала и области сильных дифференцированных и сводовых поднятий осевой части Среднего Урала. По геофизическим данным проявляется в гравиметрическом поле преимущественно отрицательными значениями и аномалиями силы тяжести, локально (в центральной части) – положительными аномалиями силы тяжести. По геохимическим данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Mn, Cu, Pb, Zn, Mo, Sn, W,Be, P, Ni, Cr, V, Zr, Cd, Ga, Ti. Выделяются гидрогеохимические аномалии локальные по Mn; точечные по: Ba, Br, B, Be, Pb, Cr, Co, Ni, Zn. Отмечаются линейные водообильные зоны на участках тектонических нарушений.

16. Косьвинская ГАЗ (4342 км^2) расположена в области значительных дифференцированных поднятий западного склона Среднего Урала и области сильных дифференцированных и сводовых поднятий осевой части Среднего Урала. Проявляется в гравиметрическом поле преимущественно отрицательными значениями и аномалиями силы тяжести, локально (в центральной и северной части) – положительными аномалиями силы тяжести. По геохимическим данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Cd, Mo, Sn, W, Be, P, Ni, Cr, Cu, Mn, V, Zr, Ga, Pb, Zn, Ti. Выделяются гидрогеохимические аномалии с локальным и точечным распространением по: Mn, Ti, Cd, Br, B, Ba, Be, Sr, Ni, Cr, Pb, Ni. Выделяются линейные водообильные зоны на участках тектонических нарушений.

17. Чусовская ГАЗ (9092 км^2) расположена на стыке и в пределах Восточно-Европейской равнины – области слабых и умеренных поднятий равнины Предуралья (Колвинско-Чусовской возвышенности и Лысьвенско-Толумбасской возвышенной равнины) и Уральских гор – преимущественно в области значительных дифференцированных поднятий западного склона Среднего Урала. Имеет сложное строение гравиметрического поля – с преимущественно отрицательными значениями и аномалиями силы тяжести в северной и южной части, и преимущественно положительными аномалиями силы тяжести в центральной части. По геохимическим данным выделяются локальные литогеохимические аномалии по: Pb, Cd, Be, P, Ni, Cr, Cu, Mn, V, Zr, Ga, Zn, Ti, Mo, Sn, W. Выделяются гидрогеохимические аномалии с площадным и локальным распространением по: Mn, Ti, Cd; с точечными аномалиями по: Br, B, Ba, Be, Sr, Ni, Cr, Pb, Ni, P. Выделяются крупные водообильные зоны высокодебитными родниками на участках тектонических нарушений.

Заключение. На территории Западного Приуралья и Урала выделены 17 геодинамических активных мегазон. Установлена их тесная пространственная и статистическая корреляционная связь с различными геохимическими, геофизическими и гидрогеологическими аномалиями. Необходимо учитывать их при разработке критериев интегральной оценки геоэкологического состояния территорий [8, 9], проведения геоэкологических, инженерно-геологических исследований и оценки территорий по опасностям и рискам возникновения чрезвычайных ситуаций [7, 17, 18] как основного результата действия геодинамических и техногенных процессов.

Список литературы

1. Копп М.Л., Вержбицкий В.Е., Колесниченко А.А., Копылов И.С. Новейшая динамика и вероятное происхождение Тулвинской возвышенности (Пермское Приуралье) // Геотектоника. – М., 2008. – № 6. – С.46-69.

2. Копылов И.С. Методология, оценка, районирование неотектонической активности (на примере Пермского Предуралья и Урала) // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – Пермь, 2004. – С.3-11.

3. Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Пермского Приуралья на основе аэрокосмогеологических исследований // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – Пермь, 2010. – С. 14-18, 336-337.

4. Копылов И.С. Особенности геохимических полей и литогеохимические аномальные зоны Западного Урала и Приуралья // Вестник Пермского университета. Геология. Пермь, 2011. – Вып. 1 (10). – С. 26-37.

5. Копылов И.С. Учение о геодинамических активных зонах, как синтез знаний в естественных науках // Рудник будущего: Научно-технический журнал. № 3(7). – Пермь, 2011.– С. 61-63.

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.

7. Копылов И.С. Геодинамические активные зоны Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей и их влияние на инженерно-геологические условия // Современные проблемы науки и образования. 2011. – № 5; URL: www.science-education.ru/99-4894.

8. Копылов И.С. Концепция и методология геоэкологических исследований и картографирования платформенных

регионов // Перспективы науки. – Тамбов, 2011. – № 8. – С. 126-129.

9. Копылов И.С. Принципы и критерии интегральной оценки геоэкологического состояния природных и урбанизированных территорий // Современные проблемы науки и образования. 2011. – № 6; URL:www.science-education.ru/100-5214.

10. Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. – № 6; URL: www.science-education.ru/106-7570.

11. Копылов И.С. Гидрогеохимические аномальные зоны Западного Урала и Приуралья // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – Пермь, 2012. – С. 145-149.

12. Копылов И.С., Ликутов Е.Ю. Структурно-геоморфологический, гидрогеологический и геохимический анализ для изучения и оценки геодинамической активности // Фундаментальные исследования. 2012. – № 9 (часть 3). – С. 602-606.

13. Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории Пермского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар, 2012. – № 10 (84). – С. 191 – 201.

14. Копылов И.С. Аномалии тяжелых металлов в почвах и снежном покрове города Перми, как проявления факторов геодинамики и техногенеза // Фундаментальные исследования. 2013. – № 1 (часть 2). – С. 335-339.

15. Копылов И.С. Закономерности формирования почвенных ландшафтов Приуралья, их геохимические особенности и аномалии // Современные проблемы науки и образования. 2013. – № . 4. URL: www.science-education.ru /110-9777.

16. Копылов И.С. Поиски и картирование водообильных зон при проведении гидрогеологических работ с применением линеаментно-геодинамического анализа // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар, 2013. – № 09 (093).

17. Копылов И.С., Коноплев А.В. Оценка геодинамического состояния Талицкого участка Верхнекамского месторождения калийных солей на основе ГИС-технологий и ДДЗ // Геоинформатика. 2013. – № 2. – С. 20-23.

18. Копылов И.С., Коноплев А.В. Методология оценки и районирования территорий по опасностям и рискам возникновения чрезвычайных ситуаций как основного результата действия геодинамических и техногенных процессов // Современные проблемы науки и образования. 2014. – № 1; URL: www.science-education.ru /115-11918.

19. Ликутов Е.Ю., Копылов И.С. Комплексирование методов изучения и оценки геодинамической активности // Вестник Тюменского государственного университета. 2013. – № 4. – С. 125-133.

20. Чадаев М.С., Гершанок В.А, Гершанок Л.А., Копылов И.С., Коноплев А.В. Гравиметрия, магнитометрия, геоморфология и их параметрические связи: монография. – Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – 2012. – 91 с.