

УДК 551.24: 582.47: 630*165: 630*5 (470.53)
AGRIS F40

https://doi.org/10.33619/2414-2948/62/03

ГЕОАКТИВНЫЕ ЗОНЫ И СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ В СВЯЗИ С НОВЫМИ ОТКРЫТИЯМИ В КОСМИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

©Рогозин М. В., ORCID: 0000-0003-3206-9881, д-р биол. наук, Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия, rog-mikhail@yandex.ru

©Михалев В. В., канд. геол.-минерал. наук, ООО «АНДИ»,
г. Пермь, Россия, mihalev_v@mail.ru

©Рыбальченко А. Я., ООО «АНДИ», г. Пермь, Россия, ryibalchenko@mail.ru

GEOACTIVE ZONES AND THE STRUCTURE OF PLANT COMMUNITIES IN CONNECTION WITH NEW DISCOVERIES IN SPACE GEOLOGY

©Rogozin M., ORCID: 0000-0003-3206-9881, Dr. habil., Perm State National Research University,
Perm, Russia, rog-mikhail@yandex.ru

©Mikhalev V., Ph.D., ANDI LLC, Perm, Russia, mihalev_v@mail.ru

©Rybalchenko A., ANDI LLC, Perm, Russia, ryibalchenko@mail.ru

Аннотация. Цель работы — выяснить, возможна ли фитоиндикация геоактивных зон деревьями и растениями. Изучены территории Пермского края: заповедник «Вишерский» и леса г. Пермь. Методика включала линеаментный и геоструктурометрический анализ космоснимков и карт с использованием открытых на поверхности Земли Ю. И. Фивенским кольцевых структур, а также методы фито- и биоиндикации малых геоактивных зон (МГА-зон). Установлено, что в лесах г. Пермь благоприятные пояса таких МГА-зон занимают 1,4% территории и в их пределах сохранность сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в 29–42 раза выше. Фитоиндикация МГА-зон размером 1,0 и 3,0 м сосной проявилась в поясах влияния этих зон: 0–18 см — радиус ингибирования с отсутствием деревьев; 19–29 см — пояс депрессии с деревьями малых размеров; 30–48 см — пояс комфорта со средними и крупными деревьями. Проведено сравнение сетей с размерами зон 1,0 и 8,0 м вблизи г. Пермь (на равнине) и в заповеднике (в горах). В горах сети были ориентированы в одном направлении, а на равнине их ориентация была рассогласована на 30°. В заповеднике крупные деревья ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) располагались на МГА-зонах размером 1,0 и 8,0 м, а деревья сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) — на зонах 1,0 и 3,0 м в сочетании с зонами 16, 32 и 55 м. В подгольцовом поясе на них обнаружены кольцевые структуры многолетних растений. По краям болот найдены цепочки деревьев, совпадающие с кольцевыми разломами, а сами цепочки подобны структуре сетей МГА-зон. Эта фрактальность требует полевой проверки. Предложена гипотеза подпитки растений геоактивными зонами, объясняющая также успешный рост деревьев на скалах, где объем доступной почвы минимален.

Abstract. The purpose of the work is to find out how plants react to such zones and whether their phyto-indication is possible. Two territories of the Perm territory were studied: the Vishersky nature reserve and forests near Perm. The research methodology included lineament and geostaturometric analysis of space images and special maps using ring structures discovered on the Earth's surface by Yu. I. Fivensky, as well as phyto- and bioindication of SGA-zones. It was found that in the forests near Perm favorable zones of such zones occupy 1.44% of the territory and within

their limits the safety of common pine (*Pinus sylvestris* L.) is 29–42 times higher. Phytoindication of SGA-zones of 1.0 and 3.0 m by common pine was shown in the zones of influence of these zones: 0–18 cm — the radius of inhibition with the absence of trees; 19–29 cm — the depression zone with small trees; 30–48 cm — the comfort zone with medium and large trees. Two types of networks formed by zones of 1.0 and 8.0 m in size near Perm (on the plain) and in the reserve (in the mountains) were compared. In the mountains, with high geodynamic activity of territories, the networks are oriented in one direction, while on the plain their orientation is misaligned by 30°. In the reserve, large trees of Siberian spruce (*Picea obovata* Ledeb.) were located on SGA-zones of 1.0 and 8.0 m, and trees of Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) — on zones 1.0 and 3.0 m in combination with zones 16, 32 and 55 m. In the sub-Holz zone, ring structures of perennial plants were also found on the first two types of zones. In addition, along the edges of the swamps, chains of trees were found whose direction coincides with ring faults, and the chains themselves are similar to the structure of SGA-zones networks, and this fractality requires field verification. The hypothesis recharge of plants within geoactive zones is proposed, which also explains the successful growth of trees on rocks, where the amount of available soil is minimal.

Ключевые слова: неотектоника, геоактивные зоны, древостой, напочвенный покров, структура фитоценоза.

Keywords: neotectonics, geoactive zones, stand, plants, structure of phytocenosis.

Введени Изучение лесных экосистем методами космогеологических исследований с использованием фитоиндикации, которая отражает комплексное воздействие глубинных энергий Земли различной природы, позволило установить целый ряд новых явлений, приоткрывающих сложные взаимосвязи между неотектоникой и структурой лесных насаждений [1–3]. Неотектоника рассматривает в качестве активного компонента ландшафта геодинамические активные зоны, выделяемые по степени плотности линейных элементов и имеющих размеры в сотни и первые тысячи метров [4]. Обширные территории отличаются по степени неотектонической активности, которая, в свою очередь, определяет активность и миграцию малых геоактивных зон (МГА-зон) с размерами метры – первые десятки метров. Эти зоны, классифицированные нами первоначально по 5 типам, были выделены по их влиянию на деревья и разделены на благоприятные и патогенные. И если последние известны как узлы сетей Хартмана и Курри, то благоприятные зоны мы описали впервые [1]. На них формируются крупные деревья большинства лесообразующих пород, и они выступают как объективные фитоиндикаторы таких зон.

Описываемые ниже исследования находятся на стыке геологии и биологии, что предопределяет новизну результатов. В предыдущих исследованиях с использованием статистических методов [1–3] изучались три типа МГА-зон с благоприятным влиянием на биоту и два типа — с неблагоприятным. Местоположение патогенных зон Хартмана сейчас определяют уже не только биолокацией, но и техническими методами контроля, в частности, наложением на сеть Хартмана фотоматериалов и получением четких изображений полос этой сети и ее узлов [4].

Наши исследования в заповеднике «Вишерский» в Пермском крае показали, что противоположный тип МГА-зон — благоприятные зоны диаметром 1,0 м и 8,0 м и элементы их сетей сопряжены с тектоническими нарушениями различного генезиса в 75–85 % случаев [5], что позволяет считать расположение малых геоактивных зон зависимым от

неотектонической активности Земли.

Однако прежде чем продолжать с ними работу, нам пришлось детально исследовать структуру древостоев классическими методами. И здесь факторы, действующие на фитоценотическом уровне и традиционно изучаемые лесоведением, оказались весьма и весьма слабыми. В посвященной этим вопросам монографии [6] был проведен анализ насаждения сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в возрасте 184 года, который определяли по кернам древесины, с полнотой 0,80–1,01 на площади 2.2 га со сплошным картированием 735 деревьев, где обнаружился ряд новых явлений. Оказалось, что 40 % деревьев здесь растут в биогруппах, где средние диаметры деревьев достоверно не отличались от таковых по насаждению. Затем в выборке из всех соседствующих деревьев при отнесении сечения ствола большего дерева к меньшему было установлено проявление закона «Золотой пропорции» в виде отношения 1,618, а также достоверная корреляция диаметров соседствующих деревьев, равная $r = 0,52 \pm 0,037$. При этом возникал эффект партнерства деревьев и его мощность достигала 28 %, и это оказалось в 10 раз сильнее, чем сила конкуренции между деревьями, равная всего лишь 2,2–2,8%. Все эти статистически достоверные данные свидетельствовали в конечном счете о действии некоего «фактора места», т.е. наличия благоприятных или неблагоприятных мест в биотопе, где размеры деревьев синхронно либо увеличиваются, либо уменьшаются.

Также в этом насаждении было нанесено на план 77 окон и прогалин, занимающих 40% площади. Анализ размещения отпавших деревьев в этих окнах и расположения МГА-зон показал, что образование окон в 94 % случаев вызывали три фактора: отсутствие вблизи центра будущего окна благоприятных геоактивных зон (47% влияния), наличие вблизи центра окна патогенных зон (44% влияния) и естественный отпад деревьев по причине их слабого развития (3 % влияния). На неустановленные факторы приходилось только 6 % случаев образования окон, вызванных, вероятно, просто отсутствием в этих местах самосева сосны. Исходя из этих данных, окна и прогалины оказались весьма неблагоприятны для поселения нового поколения леса [7].

В том же лесном массиве изучали его структуру на пробных площадях размером от 0,01 га (микроценозы) и до 0.12 га (макроценозы). Анализ показал, что естественные флуктуации средней площади питания дерева в макроценозах в возрасте 120 и 170 лет влияли на диаметр сосны с силой 43–53%. Однако в микроценозах рассчитанное тремя методами влияние их густоты на размер деревьев было слабее в 6 раз и не превышало 10%. В таком случае, в совокупности с влиянием генотипа, которое по литературным источникам равно примерно 30%, совместное влияние густоты микроценоза и генотипа обуславливают размер дерева примерно на 40%. Из всего этого следует, что нам остаются неизвестными 60% факторов, формирующих и определяющих размер дерева в конкретном древостое. И это кардинально меняет всю парадигму лесоведения и лесоводства [6].

В литературе благоприятные для роста деревьев места предложено называть «биологически активными зонами» [8]. Исследователи все более склоняются к тому, что размеры деревьев зависят в большей степени не от внутривидовой конкуренции, а от экологической неоднородности биотопа и наличия в нем благоприятных и неблагоприятных мест [9]. В связи с этим следует приветствовать любые усилия по выяснению влияния неизвестных и пока трудно поддающихся исследованию факторов, таких как литология, а также влияние геоактивных зон разных типов. В целом можно полагать, что по нашим исследованиям, в структуре древостоев благодаря влиянию геоактивных зон почти не остается места случайному размещению деревьев, а их долголетие, наследуемость роста и

резкие изменения коэффициентов наследуемости, причем от положительных до отрицательных значений, т. е. проявления эпигенома и взаимодействия «генотип-среда», связаны с формированием родителей на МГА-зонах того или иного типа [1, 5].

Используя биолокационный метод, человек начинает понимать, что обладает мощным личным инструментом получения новой информации. Объяснить, как им пользоваться трудно, но можно попытаться. Во-первых, объективным фитоиндикатором воздействия МГА-зон на биообъекты служат деревья. Во-вторых, при обучении методу нужна верификация ощущений. Дело в том, что человек просто не понимает, что он чувствует, попадая в эти зоны. Практически, он не чувствует ничего. Только через реакцию своей руки (точнее, всего тела), в которой находится рамка, маятник или сенсор, обычный человек может зафиксировать свое пересечение или непосредственно центр особой геоактивной зоны. При этом маркером или фитоиндикатором попадания в благоприятную (или неблагоприятную) зону могут служить взрослые деревья. Для первичного тестирования биоприбора под названием «Человек» и его настройки в лесу могут служить контрастные фенотипы деревьев. Настройку на благоприятные зоны проводят вблизи самых крупных деревьев, которые указывают на них безошибочно. Для настройки на патогенные зоны выбирают деревья с депрессией в росте [1].

Цель настоящей работы — определить возможную связь между структурой сетей геоактивных зон и горизонтальной структурой растительных сообществ.

Материал и методика

Для изучения были выбраны две территории: леса заповедника «Вишерский» и леса вблизи г. Пермь. (Рисунок 1).

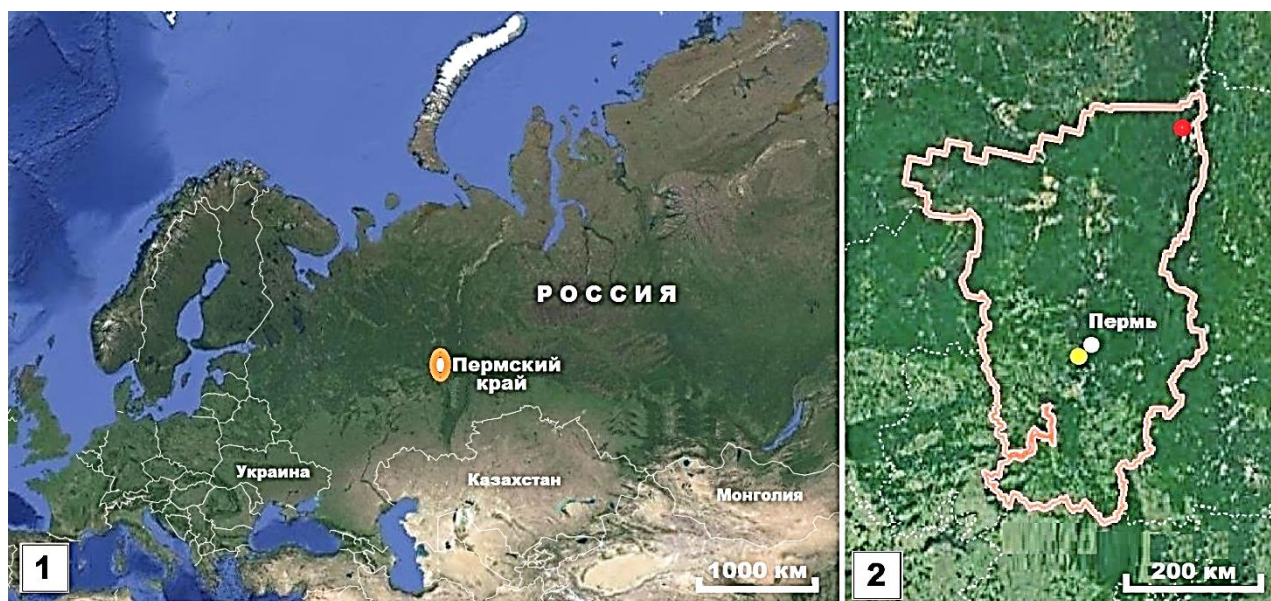


Рисунок 1. Районы исследований на карте России (1) и в Пермском крае (2). Желтая точка – сосновый лес вблизи г. Пермь, красная точка – леса заповедника «Вишерский»

Объекты исследований в заповеднике располагались на склонах горы Муни-Тумп, в долине реки Вишера и ее притоков, а на второй территории – в лесах западнее г. Пермь.

До начала полевых работ был проведен анализ космических снимков разной степени разрешения и в разных спектральных каналах. Были выявлены системы разрывных

нарушений в виде прямолинейных и дугообразных линеаментов разной протяженности, которые отражают трещинно-разрывные деформации осадочного чехла, образы которых представлены на земной поверхности линейно вытянутыми формами рельефа: прямолинейными отрезками уступов и перегибов на склонах, водораздельными линиями. Также они могут быть сформированы по элементам гидрографической сети в виде спрямленных участков речных долин и оврагов, по аномалиям структурного рисунка поверхности, по контурам болот и других элементов рельефа [10–14]. Технологически выделение линеаментов выполнялось путем дешифрирования космических снимков Landsat. Расчет плотности линеаментов был выполнен с помощью программы ArcGIS и модуля Spatial Analyst фирмы ESRI. При геоструктурометрическом анализе были использованы новейшие методы анализа космоизображений с выявлением «малых кольцевых структурных отложений земной коры», открытых в 2002 г. Ю. И. Фивенским [15, 16]. На основе этого анализа дополнительно были выявлены вулcano-тектонические спирально-кольцевые структуры мантийного заложения [5].

При фито- и биоиндикации МГА-зон использовали биолокационный метод с картированием зон по методике, описанной в монографии [1] и геодезической привязкой начальной и конечной точки маршрута (трека) к опознаваемым на космоснимках объектам – изгибам рек, полянам среди леса и отдельным деревьям. Для этого использовали буссоль и мерную ленту, так как GPS-навигатор даже на больших прогалинах давал смещение координат до 10 м. Такой двойной контроль позволял нанести маршрут на план с точностью $\pm 2,0\text{--}3,0$ м. Длина основного трека, состоящего из МГА-зон размером 8,0 м, составляла в заповеднике на первом этапе работ 95–124 м. Промежуточные точки на треке наносили путем промера линий с определением их азимута в градусах; МГА-зоны, деревья и другую ситуацию наносили по линейным засечкам с точностью $\pm 0,1$ м. После полевых работ составляли абрисы-планы и добавляли их в проект ArcGIS в виде раstra. Далее проверяли привязки и делали корректировку трека по детальному космоснимку с пространственным разрешением 50–60 см.

В лесах г. Пермь картирование территории было более детальным. На план, охватывающий площадь 2,2 га, нанесли деревья сосны: 735 шт. живых, 54 шт. вываленных ветром и 342 шт. отпавших в течение последних 60 лет, которые убирали из древостоя рубками. Места отпавших деревьев опознавали по следам старых пней. Затем нанесли на план 1147 МГА-зон, относящихся к восьми типам и построили их сети. Массив леса расположен на второй надпойменной песчаной террасе р. Кама (координаты центра участка $N58^{\circ}00'45''$ и $E55^{\circ}52'44''$). Работы продолжались три года, все данные были внесены в проект ArcGIS и по их результатам была написана книга, выводы из которой приводились выше. В данной же работе мы покажем результаты исследований с использованием фитоиндикации МГА-зон сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), а в лесах заповедника – индикацией елью сибирской (*Picea obovata* Ledeb) и сосной кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) и некоторыми многолетними растениями.

Результаты и обсуждение

В начале рассмотрим влияние благоприятных МГА-зон размером 1,0 и 3,0 м на рост деревьев сосны. В лесах г. Пермь на территории 2,2 га таких зон мы нанесли на план 508 шт. Проанализируем вопросы:

- сколько таких зон было занято деревьями;
- на каком расстоянии от центра зоны сосна реагировала на их действие лучшей сохранным и увеличением диаметра.

Выяснилось, что сосна занимала зоны размером 1,0 и 3,0 м, соответственно, на 88,5 и на 91,2% (Таблица 1).

Таблица 1.

ЗАНЯТОСТЬ БЛАГОПРИЯТНЫХ ЗОН ДИАМЕТРОМ 1.0 и 3.0 м ДЕРЕВЬЯМИ СОСНЫ,
 А ТАКЖЕ ДЕРЕВЬЯМИ ЕЛИ, ПОДРОСТОМ И ПОДЛЕСКОМ

Деревья в радиусе 50 см от центра зоны	Зоны диаметром 1.0 м		Зоны диаметром 3.0 м	
	шт.	%	шт.	%
<i>Первый ярус (сосна)</i>				
Живые деревья возрастом 184 года	225	83.3	195	81.9
Второе дерево на зоне (биогруппа)	(2)		(22)	
Вываленные ветром в 2003 г. деревья	6	2.2	9	3.8
Итого: живые деревья до 2003 г.	231	85.6	204	85.7
Отпавшие за 60 лет деревья сосны на зонах	8	3.0	13	5.5
Всего сосна занимала зоны в возрасте ≈ 120 лет	239	88.5	217	91.2
<i>Второй ярус (ель), подрост и подлесок</i>				
Ель в возрасте 100–140 лет	3	1.1	2	0.8
Подрост ели в возрасте 35 лет	5	1.9	4	1.7
Подлесок березы диаметром 5–14 см	8	3.0	3	1.3
Нет деревьев	15	5.6	12	5.0
Всего зон на площади 2,2 га	270	100.0	238	100.0

Далее на оцифрованной карте определяли расстояние между центром основания ствола сосны и центром ближней МГА-зоны, названное нами «расстояние до зоны». Таких расстояний найдено 386 и проанализировано их влияние на диаметр дерева. И здесь удалось понять, как «сама сосна», как фитоиндикатор, определяет границы благоприятного действия этих зон. Для зон размером 1,0 м связь между расстоянием до зоны и диаметром ствола сосны имеет показатель аппроксимации $R^2 = 0,84$, для зон размером 3,0 м он равен $R^2 = 0,73$, а при совместном влиянии этих двух зон $R^2 = 0,84$ (Рисунок 2).

Деревья, находившиеся одновременно в благоприятной и в патогенной зонах, образуют хорошо видимый кластер ниже основного облака точек, и из них сформировали отдельный ряд. Исключая этот ряд и используя близкие тренды трех других выборок, были выделены общие для изучаемых двух типов зон радиусы и пояса их влияния:

- 0–18 см — радиус ингибирования, где нет живых деревьев;
- 19–29 см — пояс депрессии, с деревьями менее средних размеров;
- 30–48 см — пояс комфорта со средними и крупными деревьями.

Дополнительно в пределах последнего пояса можно выделить пояс максимального комфорта (34–48 см), где встречаются наиболее крупные деревья.

Деревья в поясах комфорта МГА-зон, включая деревья на патогенных зонах, достоверно ($t = 8,2 > t_{0.01} = 2,6$) превышали средний диаметр на 17% по сравнению с выборкой из деревьев на нейтральных местах территории, располагавшихся на расстоянии 51–450 см от центров этих благоприятных зон. При этом в выборке из 28 деревьев, располагавшихся сразу на двух таких благоприятных зонах, превышение по диаметру и по площади сечения ствола составило, соответственно, 26 и 60% при $t = 6,3 > t_{0.01} = 2,6$.

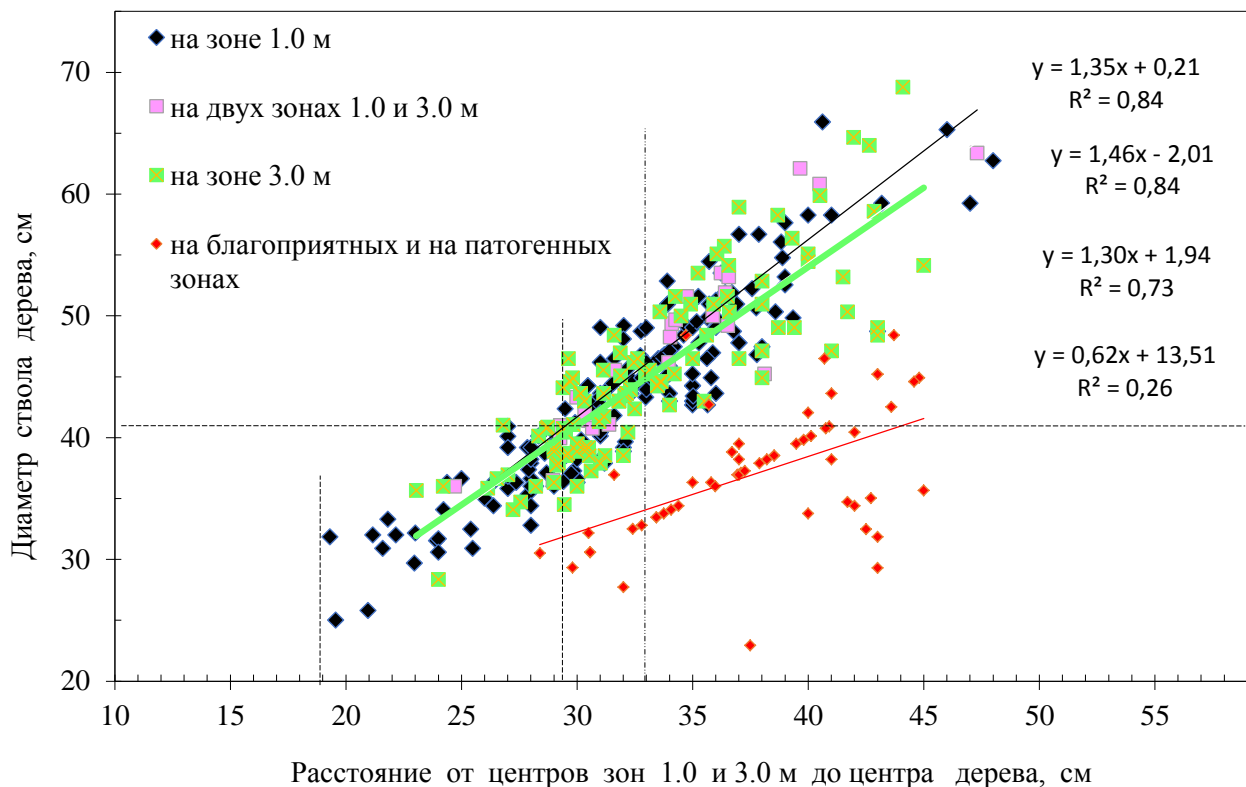


Рисунок 2. Влияние благоприятных зон размером 1,0 и 3,0 м на диаметр стволов сосны

В полученных результатах сосна, действительно, «сама указывает» нам на благоприятную для нее территорию в пределах этих зон, ограниченную радиусом 0,48 м, поэтому ее деревья являются хорошими фитоиндикаторами таких зон. Если площадь каждой из двух этих зон ограничить радиусом комфорта 48 см и вычесть из нее площадь ингибирования радиусом 18 см, то благоприятная для сосны площадь геоактивной зоны составит 0,622 м². Всего на участке обнаружено 508 зон размером 1,0 и 3,0 м, и в целом их благоприятная площадь составит 0,622×508 = 316 м² или 1,4% всей площади участка, где ныне растет 735 деревьев. Следовательно, на 1,44% площади теоретически должно было бы находиться 735×0,0144 ≈ 10,6 дерева. Однако на этой площади (на зонах диаметром 1,0 и 3,0 м) сейчас растет 442 дерева или в 42 раза больше, чем теоретически позволяла их разместить благоприятная площадь этих зон, равная 1,44%. Ретроспективные расчеты для возраста примерно 120 лет дают число деревьев в то время 1132 шт., следовательно, на 1,44% площади изучаемых зон должно было находиться тогда ≈ 16,3 шт. деревьев; в действительности же их было 478 шт., или в 29 раз больше. Следовательно, на благоприятных зонах диаметром 1,0 и 3,0 м сохранность сосны в возрасте 120–170 лет в 29–42 раза выше, чем в среднем по участку (мы опускаем здесь расчеты отдельно по поясам этих зон, которые для поясов комфорта дают еще большее увеличение сохранности сосны).

Известно, что в лесных насаждениях главную роль играют крупные деревья, дающие основной урожай семян и обеспечивающие эволюцию популяции. Анализ расположения 1/3 крупных деревьев сосны показал, что 74% из них размещались на благоприятных зонах 1,0 и 3,0 м. Если же провести выделение так называемых «плюсовых деревьев» с превышением по диаметру на 30%, то 95% таких деревьев в данном массиве сформировались именно на таких зонах. Поэтому можно полагать, что благоприятные геоактивные зоны инициируют поселение, лучший рост и сохранность деревьев, формируют пространственную структуру

насаждений и, в конечном счете, направляют и определяют эволюцию сосны обыкновенной как вида в зависимости от энергетической компоненты в среде ее обитания в конкретном месте биотопа.

В лесах г. Пермь мы изучали также более крупные МГА-зоны с размерами 8, 16, 32 и 55 м и их сети. Они существенно не повлияли на размерные показатели стволов сосны, однако ингибировали ее рост в радиусе 30–110 см от центров этих зон.

В лесах заповедника Вишерский изучались и другие виды деревьев — ель сибирская и кедр сибирский, и там точно так же, как и у сосны, крупные деревья этих видов были локализованы на малых геоактивных зонах. Предстояло сравнить характер и структуру сетей геоактивных зон в столь разных районах (на равнине и в горах). В связи с ограничением времени экспедиционных работ в заповеднике мы выстраивали не всю сеть, состоящую из того или иного типа МГА-зон, а только фрагменты сети в виде маршрутов (треков), прокладываемых в виде ломаной линии по зонам размером 8,0 м и расстоянием между этими зонами от 4 до 20 м. Для адекватного сравнения в лесах Перми сети из зон размером 8,0 м также представили на рисунке как некие «треки», соединяя зоны в меридиональном направлении более толстыми линиями (Рисунок 3).

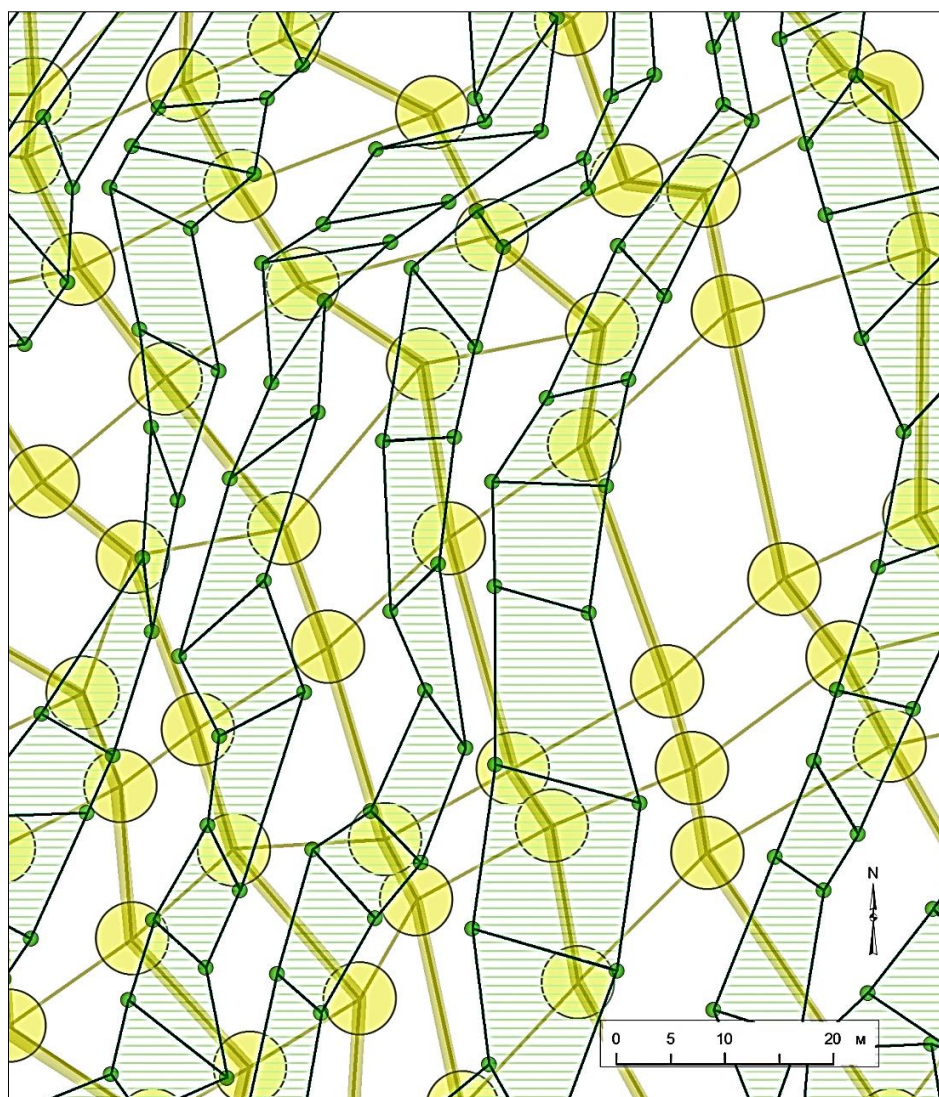


Рисунок 3. Треки из зон размером 8.0 м (толстые линии и большие круги) и цепи из зон размером 1.0 м (малые круги и тонкие линии). Фрагмент участка в сосновом лесу западнее города Пермь; координаты N58°00'45''; E55°52'44''

Сети, образуемые зонами размером 1,0 м, представляют собой цепи из попарно соединенных зон, и по отношению к трекам из зон размером 8,0 м эти цепи ориентированы в лесах г. Пермь в другом направлении. Мы проанализировали здесь пять цепей из зон 1,0 м и семь треков из зон 8,0 м (деревья, а также другая ситуация на рисунке 3 не показаны). Цепи имеют здесь северное-северо-восточное направление, а треки из зон 8,0 м — северное-северо-западное. При этом треки из зон 8,0 м пересекали цепи из зон 1,0 м по 4–6 раз. Различия в их общем направлении в среднем составили примерно 30°.

В заповеднике фрагменты сетей в виде маршрутов (треков), прокладываемых по зонам размером 8,0 м в виде ломаных линий наоборот, оказались тесно сопряжены и ориентированы в одном направлении с цепями из зон размером 1,0 м (Рисунок 4).

На Рисунке 4 показан только один из трех треков, причем не самый длинный, в котором цепь из попарно соединенных зон размером 1,0 м как бы обвивает ломаную линию, соединяющую зоны размером 8,0 м, для краткости называемую треком и считавшейся основой маршрута при изучении МГА-зон. В первый год исследований в 2018 г. таких «парных» треков, состоящих из двух типов зон, мы заложили два, на следующий год — еще один, и картина «обвивания» и согласованной ориентации этих сетей была очень похожа, несмотря на изменение в направлении линии одного из треков до 90° при его завершении у небольшого безымянного озера.

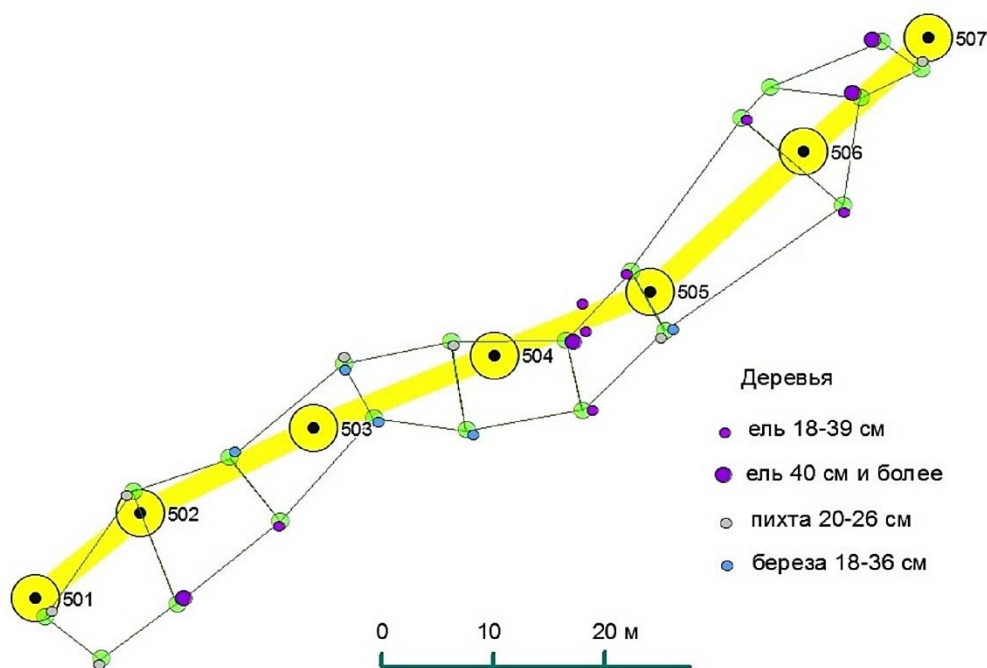


Рисунок 4. Трек № 5 из зон размером 8.0 м (толстые полосы и большие круги) и цепь из зон 1.0 м (малые круги и тонкие линии); для деревьев указаны диаметры стволов. Район ручья Муравей в заповеднике Вишерский; координаты точки 501: N 61°20'45'' E 58°55'26''

Общее направление трека 5, а также трека 4 в заповеднике Вишерский оказалось почти идеально сопряжено с разломами разрывной тектоники, по которым формирует основное русло река Вишера (Рисунок 5).

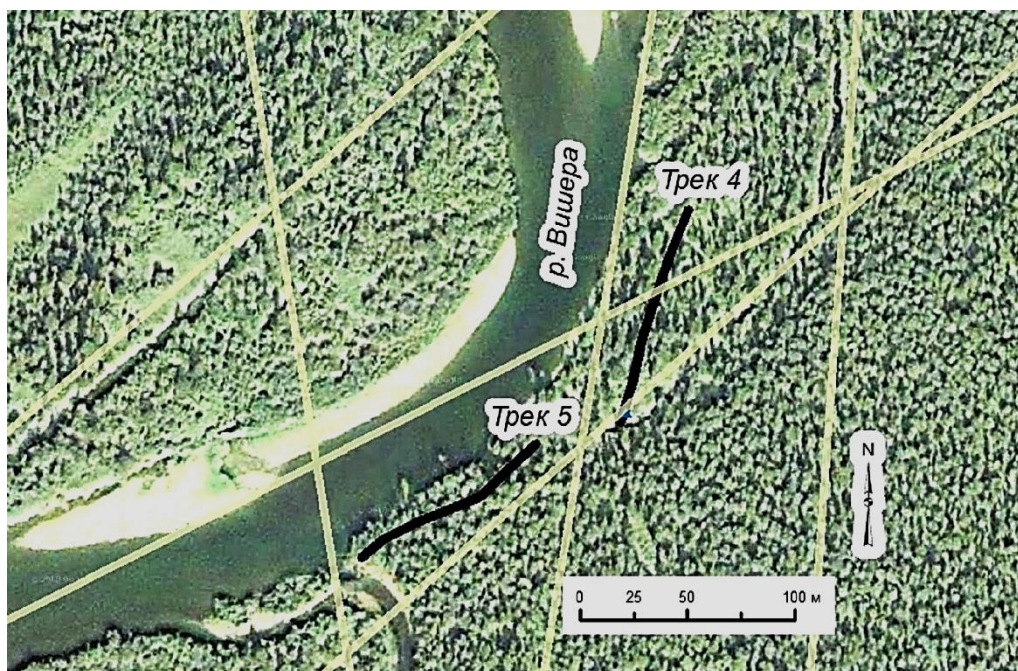


Рисунок 5. Треки 4 и 5 вблизи ручья Муравей в заповеднике Вишерский и разломы разрывной тектоники (светлые линии), по которым формирует русло р. Вишера. Координаты устья ручья Муравей (): N61°20'45'' E58°55'24''

Разбору этого явления в заповеднике на заложенных треках из МГА-зон мы посвятили специальную монографию [5], где на основе геоструктурометрического анализа космоснимков с использованием открытия Ю. И. Фивенского [15, 16], были выявлены две вулcano-тектонические спирально-кольцевые структуры, с внешними радиусами до 1,7 км, осложненные аналогичными мелкими спиральными формами с радиусами 40–120 м.

Структуры эти, в свою очередь, оказались дочерними к огромной Лыпинской флюидизатно-эксплозивной структуре, представляющей из себя спирально-кольцевую мега-штокверк интрузивных пирокластитов размером 210×105 км, контуры которого выходят за пределы Пермского края и анализу которого будет посвящена отдельная статья. Сравнительный анализ треков из МГА-зон с линейными и кольцевыми разломами в 75–85 % случаев выявил устойчивое совпадение их простираний, особенно со спирально-кольцевыми системами разломов, имеющих мантийное заложение и транслирующих суммарный глубинный энергопоток, выявление физической природы которого требует специализированного изучения. Это позволило выдвинуть гипотезу, что структура лесных насаждений опосредованно, через малые геоактивные зоны, подчинена мощным факторам неотектоники, проявляющих себя и выделяемых как линеаменты разной формы и протяженности при геоструктурометрическом анализе космоснимков.

Чем вызвано несовпадение ориентаций треков и цепей из зон размером 1,0 м на равнине и в горах пока недостаточно ясно. Вполне возможно, что различия в их ориентации обусловлены мозаичной структурой геодинамического поля и влиянием линеаментов разного генезиса. В заповеднике главными являются региональные линеаменты и они имеют меридиональное («уральское») направление, а зональные направлены по диагонали к ним. Однако вблизи г. Пермь (особенно на западе) — наоборот, главной является диагональная система [13]. Кроме того, важную роль может играть мощность осадочных пород. В заповеднике размах энергии рельефа выше и, что еще важнее, заповедник — это горная

страна, где слой осадочных пород утончен. По-видимому, близость к коренным горным породам в заповеднике в местах с очень высокой геодинамической активностью, где мы начали проводить исследования, как раз и вызывает согласованное поведение сетей из МГА-зон, когда цепи из зон 1.0 м «обвивают» трек из зон размером 8.0 м и обе эти сети синхронно меняют свое направление.

Район на юго-западе г. Пермь в пределах широкой меандры реки Кама относится к более спокойной в тектоническом отношении территории, чем территории заповедника [13]. Здесь слой осадочных пород толще, источник энергии тектонических разломов глубже, а их проявление на поверхности слабее, что и приводит, вероятно, к рассогласованию в поведении сетей из МГА-зон, отмеченному на Рисунке 3.

В лесах заповедника в 2019 г. мы обнаружили одно из самых высоких деревьев на его территории — ель сибирскую (*Picea obovata* Ledeb.). Она растет на восточном склоне Мойвинского кряжа крутизной 13° , который ниже переходит в более крутой склон $20-25^\circ$ с маломощной каменистой почвой. Размеры этой ели (диаметр 66 см при высоте 34 м) не уступают самым крупным елям в долине р. Вишера; более того, такая высота ели является рекордной и в южных лесах в Пермском крае. По результатам работ 2019 г. 9 самых крупных деревьев ели были локализованы на благоприятных зонах размером 1,0 и 8,0 м, а самые крупные 8 деревьев кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) — на зонах размером 1,0 и 3,0 м при их сочетании с зонами размером 16, 32 и 55 м. Такое же их расположение мы фиксировали и в предыдущих экспедициях.

Факт успешного и даже феноменального роста деревьев на скальных обнажениях и плоских вершинах камней-останцев входит в явное противоречие с резким уменьшением мощности почвы в этих местах. И гипотеза подпитки деревьев энергией МГА-зон вполне объясняет причины их успешного роста при минимальном объеме почвы. Тогда этот феномен, который почвоведы объяснить не могут, находит свое объяснение с позиций более благоприятных энергетических условий среды в радиусе действия геоактивных зон (Рисунок 6).

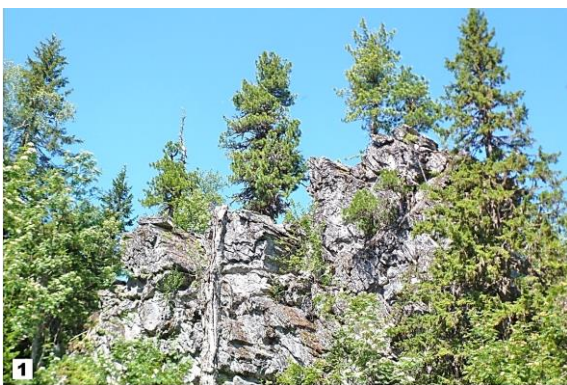


Рисунок 6. Успешный рост деревьев на скалах при минимальном объеме почвы: 1 – хребет Лопьинский Камень; 2 – скалы на р. Вишера

На пологих участках территории в долине р. Вишера нами был отмечен еще один феномен — регулярное размещение деревьев в виде цепочек в разреженных древостоях по краям болот, где становятся видны отдельно стоящие деревья (Рисунок 7).

Расстояние между деревьями в таких цепочках составляет 4–14 м, и они идут почти параллельно разломам Лыпинской флюидизатно-эксплозивной структуры, о которой шла речь выше. Рядом можно построить и другие цепочки по теням от крон деревьев.

Предположительно, деревья располагаются на малых геоактивных зонах размером 1,0 м.

Свойственное геологическим мегаструктурам образование систем глубинных спирально-кольцевых разломов с шагом заложения от 160–600 м до 1,5–2,5 км выразилось в данном районе заповедника в высокоамплитудном (0,5–1,5 км) куполовидном воздымании земной поверхности в горной части территории, причем с чередованием таких воздыманий в виде «клавиш пианино», где одна клавиша поднята, а другая (сам разлом и его проявление на поверхности) опущена. Но здесь, в долине р. Вишера, такое воздымание было на порядки меньше и, вероятно, на одном таком поднятии, небольшом, но достаточном для улучшения дренажа, как раз и сформировался более плотный древостой, видимый по более плотному фототону между показанными на рисунке 7 цепочками из деревьев. На этом дренированном месте деревья селятся уже не только на благоприятных зонах, но и на нейтральных местах, таксационная полнота древостоя увеличивается, и поэтому цепочки деревьев становятся не так заметны.



Рисунок 7. Фрагмент космоснимка в 0.5 км на восток от устья ручья Муравей. Цепочки из деревьев (красные линии) в ельнике сфагновом с примесью сосны. Темные линии – кольцевые разломы Лыпинской флюидизатно-эксплозивной структуры. Координаты N 61°20'42'', E 58°55'58''

По-видимому, в условиях дефицита тепла и переувлажнения в заболоченных лесах для растений наиболее важной становится энергетическая составляющая среды их обитания и при анализе космоснимков нам, вероятно, удалось напрямую увидеть проявления энергии Земли на структуру этих заболоченных древостоев. Примечательно, что цепочки из деревьев адекватны структуре сети из зон размером 1,0 м, где расстояния между зонами колеблются в таких же пределах — от 4 до 14 м и редко до 18–20 м. Напомним, что даже в весьма благоприятных условиях в лесах вблизи г. Пермь деревья сосны сохранялись на таких зонах в 29–42 раза чаще в сравнении со средней плотностью их поселения в популяции. Поэтому

вполне обоснована гипотеза о том, что в условиях дефицита тепла на сырых почвах, а также на скалах при ее дефиците деревья также будут селиться в основном в пределах благоприятных геоактивных зон, и будут являться их фитоиндикаторами, т.е. маркерами мест с такими зонами.

На благоприятных геоактивных зонах в заповеднике были обнаружены не только крупные деревья, но и феномены у многолетних растений. В литературе и в сети Интернет о таких кольцевых структурах у многолетних растений сведения отсутствуют (Рисунок 8).



Рисунок 8. Кольцевые структуры из многолетних растений на малой геоактивной зоне размером 1.0 м: 1 – папоротник щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott); 2 – чемерица Лобеля (*Veratrum lobelianum* Bernh.). Пояс редколесья г. Муниин-Тумп, на линейном и кольцевом разломах

В долинах рек и на равнине, где почвы более богатые, таких кольцевых образований мы не нашли; скорее всего, они встречаются только в поясе редколесья при дефиците тепла и на маломощных щебнистых почвах, где эти растения подпитываются энергией в поясе комфорта геоактивных зон точно также, как это делают деревья.

Заключение

Подводя итоги, можно отметить, что буквально каждый день полевых исследований с использованием идеи фрактальности гео- и фитоструктур и гипотезы энергетической подпитки растений глубинными излучениями Земли через малые геоактивные зоны приносит все новые и новые результаты. Внимательный анализ полевых данных, где не все очевидно и осложнено перекрестным влиянием различных факторов, весьма не прост, и не всегда сразу получается подтвердить ту или иную гипотезу. Однако чем больше сделано в картировании лесных экосистем с использованием самых разных методов, включая фито- и биоиндикацию, позволяющих вычленить энергетическую составляющую среды обитания растений, и которая выходит при этом на первый план по силе влияния на фитоценозы, тем больше появляется новых, прежде совершенно не возникавших вопросов. Малую их часть мы обозначили как рабочие гипотезы, требующие дальнейших исследований.

Применение космогеологических методов, фито- и биоиндикации при изучении геоактивных зон в лесных экосистемах на мало нарушенных территориях позволило определить важные связи между структурой геоактивных зон, их типами и горизонтальной структурой растительных сообществ — древостоев сосны обыкновенной, ели сибирской, сосны кедровой сибирской и фитоструктурами некоторых растений напочвенного покрова. Фитоиндикация малых геоактивных зон сосной позволила определить внутреннюю

структуру этих зон, внутри которых есть радиус ингибирования, пояс депрессии и пояс комфорта. Три типа зон с размером 1,0, 3,0 и 8,0 м были отнесены к благоприятным. Они располагаются более или менее равномерно в количестве 200–300 шт./га в виде цепей и сосна занимает их на 88–91%, формируя 74% деревьев-лидеров с размерами стволов, на 30% превышающих средний диаметр древостоя. В горах при высокой геодинамической активности территорий эти сети ориентированы в одном направлении, а на равнине их ориентация рассогласована на 30°. Анализ треков по этим зонам выявил устойчивое совпадение их простираций с линейными и кольцевыми разломами в 75–85% случаев, особенно со спирально-кольцевыми системами разломов, имеющих мантийное заложение.

На некоторых космоснимках впервые обнаружено совершенно новое явление – цепочки деревьев, предположительно локализованных на малых геоактивных зонах благоприятного типа и нужна проверка этого явления в полевых условиях. Предложена гипотеза энергетической подпитки растений малыми геоактивными зонами, объясняющая образование кольцевых структур у растений, выстраивание деревьев в цепочки по краям болот и формирование выдающихся по размерам деревьев в разных экотопах, в том числе успешный рост деревьев на скалах, где объем доступной деревьям почвы минимален.

Благодарности

Авторы благодарят директора заповедника «Вишерский» Павла Николаевича Бахарева за помощь в организации научных исследований. Неоценимую техническую помощь по картированию при обработке полевых материалов оказали сотрудники лаборатории геологического моделирования и прогноза ЕНИ ПГНИУ доктор г.-м.наук проф. Игорь Сергеевич Копылов и канд. г.-м.наук доцент Павел Анатольевич Красильников.

Список литературы

1. Рогозин М. В. Лесные экосистемы и геобиологические сети. Пермь, 2016. 171 с.
2. Рогозин М. В. Локализация крупных деревьев в таежных древостоях и геоактивные зоны // Бюллетень науки и практики. 2016. №9(10). С. 18-30.
3. Рогозин М. В., Копылов И. С., Красильников П. А. Биологический аспект геодинамических активных зон // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2017. №17. С. 223-227.
4. Агбалян Ю. Г. Глобальная энергетическая сеть Хартмана. Мифы и реальность // Сознание и физическая реальность. 2009. №12. С. 14-20.
5. Рогозин М. В., Михалев В. В., Рыбальченко А. Я. Лесные экосистемы и факторы неотектоники. Пермь, 2020. 249 с.
6. Рогозин М. В. Структура древостоев: конкуренция или партнерство? Пермь: ПГНИУ, 2019. 223 с.
7. Рогозин М. В. Как восстанавливать стареющие насаждения? // Научное обозрение. Биологические науки. 2019. №4. С. 33–38.
8. Марченко И. С. Биополе лесных экосистем. Брянск: БГИТА, 1995. 188 с.
9. Демаков Ю. П., Сафин М. Г., Нехаев И. Н. Пространственное распределение и взаимовлияние деревьев в чистых сосновых древостоях // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг: материалы международного научно-практического семинара. Йошкар-Ола, 2011. С. 93-102.
10. Теория и методология экологической геологии / Под ред. В. Т. Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 1997. 368 с.

11. Быков Н. Я., Михалев В. В., Рейхардт Ю. В., Белобородов А. Ю. Неотектонические аспекты долины р. Кама в районе Камского, Воткинского и Нижнее-Камского водохранилищ по результатам аэрокосмогеологических исследований // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: материалы региональной научно-практической конференции. Пермь, 2007. С. 188-191.

12. Копылов И. С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. №4. С. 56.

13. Копылов И. С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. №6. С. 616.

14. Рыбальченко А. Я., Рыбальченко Т. М., Силаев В. И. Теоретические основы прогнозирования и поисков коренных месторождений алмазов туффзитового типа // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2011. №1(5). С. 54-66.

15. Фивенский Ю. И. Малые кольцевые структуры рыхлых отложений земной коры / Научное открытие. Диплом ОТП РАН № 02-д/02 от 22.10. 2002.

16. Фивенский Ю. И. Использование материалов аэрокосмических съемок для изучения земной коры // Геодезия и картография. 2006. №1. С. 44–52.

References:

1. Rogozin, M. V. (2016). Forest Ecosystems and Geobiological Network. Perm. (in Russian).
2. Rogozin, M. V. (2016). Localization of large trees in the taiga stands and geoactive zone. *Bulletin of Science and Practice*, 9(10). 18-30. (in Russian).
3. Rogozin, M. V., Kopylov, I. S., & Krasilnikov, P. A. (2017). Biological aspect of geodynamic active zones. *Geology and minerals of the Western Urals*, (17). 223-227. (in Russian).
4. Aghbalyan, Yu. G. (2009). Hartmann's Global Energy Grid. Myths and reality. *Consciousness and physical reality*, (12). 14-20. (in Russian).
5. Rogozin, M. V., Mikhalev, V. V., & Rybalchenko, A. Ya. (2020). Forest ecosystems and neotectonics factors Perm.
6. Rogozin, M. V. (2019). The structure of the forest: competition or partnership? Perm. (in Russian).
7. Rogozin, M. V. (2019). How to restore aging plantings? *Scientific Review. Biological Sciences*, (4). 33-38. (in Russian).
8. Marchenko, I. S. (1995). Biofield of forest ecosystems. Bryansk. (in Russian).
9. Demakov, Yu. P., Safin, M. G., Nekhaev, I. N. (2011). Spatial distribution and mutual influence of trees in clean pine stands. In *Forest ecosystems under climate change: biological productivity and remote monitoring: materials of the international scientific and practical seminar, September 2-3, 2011, Yoshkar-Ola*, 93-10. (in Russian).
10. Theory and methodology of ecological Geology (1997). Edited by V. T. Trofimov, Moscow. (in Russian).
11. Bykov, N. Ya., Mikhalev, V. V. Reichardt, Yu. V., & Beloborodov, A. Yu. (2007). Neotectonic aspects of the river valley. Kama in the region of the Kamsky, Votkinsky and Nizhne-Kamsky reservoirs according to the results of aerospace geological research. In *Geology and minerals of the Western Urals. Perm*, 188-191. (in Russian).
12. Kopylov, I. S. (2011). Theoretical and applied aspects of the doctrine about geodynamic active zones. *Modern Problems of Science and Education*, (4). 56. (in Russian).
13. Kopylov, I. S. (2012). The lineament and Geodynamic Analysis of the Perm Ural and Priurals. *Modern Problems of Science and Education*, (6). 616. (in Russian).

14. Rybalchenko, A. Ya., Rybalchenko, T. M., & Silaev, V. I. (2011). Theoretical basis for forecasting and exploration of primary diamonds deposits of tuffizit type. *Izvestia of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*, 1(5). 54-66. (in Russian).

15. Fiwinski, Y. I. Small circular structures of soft sediments of the earth's crust. Scientific discovery. Diploma of OTP RAS N02-d/02 dated 22.10. 2002. (in Russian).

16. Fiwinski, Y. I. (2006). Usage of Air and Space Pictures for Earth's Crust Studying. *Geodesy and Cartography*, (1). 44-52. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 10.12.2020 г.

Принята к публикации
17.12.2020 г.

Ссылка для цитирования:

Рогозин М. В., Михалев В. В., Рыбальченко А. Я. Геоактивные зоны и структура растительных сообществ в связи с новыми открытиями в космической геологии // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №1. С. 33-48. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/62/03>

Cite as (APA):

Rogozin, M., Mikhalev, V., & Rybalchenko, A. (2021). Geoactive Zones and the Structure of Plant Communities in Connection With New Discoveries in Space Geology. *Bulletin of Science and Practice*, 7(1), 33-48. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/62/03>