

УДК 630*5:630.182:633.877.3:551.24

ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ ГЕОАКТИВНЫХ ЗОН НА РОСТ СОСНЫ

Рогозин М.В.

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь,
e-mail: rog-mikhail@yandex.ru*

Так как ранее проведенные исследования в насаждениях сосны обнаружили влияние на их структуру известных факторов с силой менее чем на 40%, то мы начали изучение фактора влияния малых геоактивных зон (МГА-зон). Объект работ – насаждение площадью 2,2 га с полнотой 0,93 первого класса бонитета. Составили план размещения деревьев: 735 живых, 342 отпавших и 54 вываленных ветром. Далее нанесли сети из МГА-зон четырех типов, в том числе патогенные сети Хартмана и Курри, с точностью нанесения центров зон $\pm 1,0$ см относительно центров ближних живых и отпавших деревьев. План оцифровали в программе «ArcMap-ArcView». Анализ расположения 508 шт. МГА-зон благоприятного типа размером 1,0 и 3,0 м показал, что сосна занимала их в возрасте 120 и 170 лет соответственно, на 86 и 90%. Выделен пояс комфорта для роста сосны внутри этих зон в радиусе 30–48 см от их центра, а в радиусе 19–29 см – пояс депрессии роста. В радиусе 0–18 см наблюдается ингибирование поселения и роста сосны. В поясах комфорта зон, занимающих 1,44% площади, сосна достоверно превышала средний диаметр на 17%, а её сохранность на них в возрасте 120 и 184 лет оказалась соответственно в 29 и в 42 раза выше, чем в среднем по участку. При росте сосны сразу внутри двух благоприятных зон размером 1,0 и 3,0 м средний диаметр стволов достоверно повышался на 9,9 см или на 26% (по площади сечения на 60%). Таким образом, горизонтальная структура насаждения сосны формируется при мощном воздействии на её развитие и сохранность фактора малых геоактивных зон.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, древостой, структура, геодинамические активные зоны

THE EFFECT OF THE SMALL GEOACTIVE AREAS FOR GROWTH OF THE PINES

Rogozin M.V.

Perm State National Research University, Perm, e-mail: rog-mikhail@yandex.ru

Since earlier studies in pine plantations found the influence of known factors with a strength of less than 40% on their structure, we began to study the influence of small geoactive zones (SGA-zones). The object of work is an area of 2.2 hectares with a full 0.93 first class bonus. We made a plan for placing trees: 735 live, 342 fallen and 54 fallen by the wind. Next, five types of SGA-zone networks were applied, including pathogenic Hartman and Curry networks, with an accuracy of applying the zone centers of ± 1.0 cm relative to the centers of nearby living or fallen trees. Plan digitized in the «ArcMap-ArcView». Analysis of the location of 508 SGA-zones of favorable type with sizes of 1.0 and 3.0 m showed that pine occupied them at the age of 120 and 170 years, respectively, by 86 and 90%. There is a comfort zone for pine growth within these zones within a radius of 30-48 cm from their center, and a zone of growth depression within a radius of 19-29 cm. Within a radius of 0-18 cm, there is an inhibition of pine settlement and growth. In the comfort zones that occupy 1.44% of the area, pine significantly exceeded the average diameter by 17%, and its safety on them at the age of 120 and 184 years was, respectively, 29 and 42 times higher than the average for the site. When pine trees grew within two favorable zones of 1.0 and 3.0 m, the average diameter of the trunks significantly increased by 9.9 cm or 26% (by 60% of the cross-sectional area). Thus, the horizontal structure of pine stands is formed with a powerful impact on its development and preservation of the factor of small geo-active zones.

Keywords: scots pine, tree stand, geodynamic active zones

Геодинамические активные зоны изучают при проектировании газо- и нефтепроводов в связи с рисками аварий [1, 2]. В научной литературе их влияние на биоту освещено крайне слабо, но в последние годы появились исследования так называемых «малых геоактивных зон» (МГА-зон) с диаметрами от 0,55 до 8,0 м [3]. Ранее они назывались «биологически активные зоны» [4] и их первыми индикаторами были деревья, по реакции которых зоны разделили на благоприятные и патогенные. На первых встречаются крупные деревья, на вторых – деревья с депрессией роста и отклонениями формы ствола. Занимаемая ими площадь достигает 50%, а различия в сред-

них размерах деревьев достигают 15%. При изучении МГА-зон космогеологическими методами на ненарушенных ландшафтах обнаружено сопряжение их сетей с неотектоническими факторами [5].

Расположение геоактивных зон определяют уже не только биолокацией, но и объективными методами контроля, например наложением на них фотоматериалов и засвечиванием их гамма-излучением патогенных зон. Способ запатентован [6], но имеет крупный недостаток – время экспозиции фотопленки достигает 15 суток. На фотонегативах полосы сети Хартмана имеют ширину 3 мм, и это при том, что операторы биолокации определяли её в 15–35 см, т.е. их

повреждающее действие превышает размер источника излучения почти в 100 раз. Получается, что чувствительность человека, как, вероятно, и других организмов, к МГА-зонам очень высока; но ее надо «разбудить», а далее работать с ней, используя тело человека как биоприбор. Практика биолокации насчитывает сотни лет [7], и перед учеными давно стоит вопрос о верификации данных «биоприбора-человека», где глубинные излучения энергии Земли воспринимает всё тело человека, а рамки, сенсоры и маятники лишь помогают в их индикации. Хорошими индикаторами таких зон служат деревья, формирующие на патогенных зонах стволы с депрессией роста, а на благоприятных зонах наиболее мощные стволы [3].

Исследования МГА-зон были начаты главным образом в связи с тем, что ныне отсутствуют приемлемые объяснения причин формирования сложной структуры древостоев, где встречаются скопления деревьев, биогруппы и прогалины, и факторы их образования остаются неизвестными; при этом в качестве основного фактора взаимоотношений деревьев обычно принимается конкуренция за свет [8–10]. Наши данные о факторах, влияющих на размер конкретного дерева, а также данные исследований ведущих лесных селекционеров показывают, что внутривидовая конкуренция вместе с влиянием генотипа определяет индивидуальные размеры дерева в насаждении менее чем на 40%, т.е. влияние неизвестных факторов преобладает и достигает 60% и более [11]. Поэтому была выдвинута гипотеза, что малые геоактивные зоны могут быть в числе этих неизвестных факторов.

Цель исследования: в спелом насаждении сосны составить карту благоприятных геоактивных зон двух типов размером 1,0 и 3,0 м и выяснить их влияние на структуру древостоя, сохранность и диаметры деревьев сосны.

Материалы и методы исследования

Объектом работ выбран массив сосны обыкновенной в лесах г. Перми, в кв. 61 Нижне-Курьинского участкового лесничества, в котором уже изучалось взаимодействие деревьев и их экологические ниши на площади 2,2 га [11]. В этом массиве в 2017 г. были следующие таксационные показатели: состав пород 10Сед.Е, возраст 184 года, средняя высота 32.1 м, средний диаметр 41.4 см, тип леса сосняк кисличниковый с преобладанием в кустарничковом ярусе черники и брусники, класс бонитета 1, от-

носительная полнота 0.93, запас 620 м³/га. В 2003 г. в насаждении прошел ветровал, при котором было вывалено 7,0% деревьев, и если учесть эти деревья, то сейчас древостой имел бы полноту 1.0.

У каждого дерева измеряли окружность ствола и расчетным путём определяли диаметр с округлением до 0.1 см, далее наносили их на план в масштабе 1:100. Затем, используя биолокационный метод, на этот план с помощью угловых засечек и маятника наносили центры МГА-зон с точностью ±1,0 см с геопривязкой к центрам оснований стволов ближних 1–3 деревьев. В данной работе анализировали влияние на сосну МГА-зон двух типов, размеры которых (точнее, мощность их излучения) была определена ранее как диаметры зон 1,0 м для первого и 3,0 м для второго типа зон, причём такие их размеры были определены ранее при изучении их действия на рост ели [3]. Поэтому здесь, не зная точного их воздействия на сосну, их размер для сохранения преемственности исследований также приняли равным 1,0 м и 3,0 м (структура сети из зон размером 3,0 м включала в себя чередование двух зон размером 3,0 м с одной зоной размером 4,5 м). Детально методику биолокации и картирования МГА-зон и деревьев мы описали в двух монографиях [3, 11].

Составленные планы оцифровали в программе «ArcMap-ArcView». При обработке результатов определяли показатели корреляции и тренды линейных и полиномиальных связей, обычно используемых в лесоведении [8, 9].

Результаты исследования и их обсуждение

В статье мы рассмотрим только благоприятные МГА-зоны размером 1,0 м и 3,0 м, которые оказали на сосну наиболее сильное влияние; существует ещё несколько типов зон, описание которых выходит за рамки статьи, но их мы изучали ранее на ели [3].

Всего на площади 2,2 га было нанесено на план 508 таких зон, в том числе 238 зон размером 3,0 м и 270 зон размером 1,0 м. Предстояло выяснить два вопроса:

- сколько зон оказалось занято деревьями;
- на каком расстоянии от центра зоны сосна реагировала на её действие более высокой сохранностью и увеличением диаметра.

При работе в поле сразу выяснилось, что большинство таких зон было занято деревьями. После учёта отпавших деревьев и ретроспекции их расположения в прошлом обнаружилось, что в возрасте

170 и 120 лет сосна занимала эти зоны соответственно в 86 и 90% случаев. Фрагмент 1/4 территории массива сосны показан ниже (рис. 1).

Далее на оцифрованной карте определяли расстояние между центром основания ствола дерева и центром ближней МГА-зоны, названное нами «расстояние до МГА-зоны». Таких расстояний мы определили 386 шт. и проанализировали их влияние на диаметр дерева. И здесь удалось понять, как «сама сосна» определяет границы благоприятного действия этих зон. Для зон размером 1,0 м связь между расстоянием до МГА-зоны и диаметром ствола сосны имеет аппроксимацию $R^2 = 0,84$, а для зон размером 3,0 м $R^2 = 0,74$ (рис. 2).

Красными точками на диаграмме показаны деревья, находившиеся частично

в благоприятной и частично в патогенной зонах; они образуют хорошо видимый кластер, и из них сформировали ряд на благоприятных и на патогенных зонах. Исключая этот ряд и принимая во внимание высокий уровень связи и близкие, буквально сливающиеся тренды, можно выделить 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 можно выделить пояс максимального комфорта (34–48 см), где встречаются самые крупные (в том числе плюсовые) деревья.

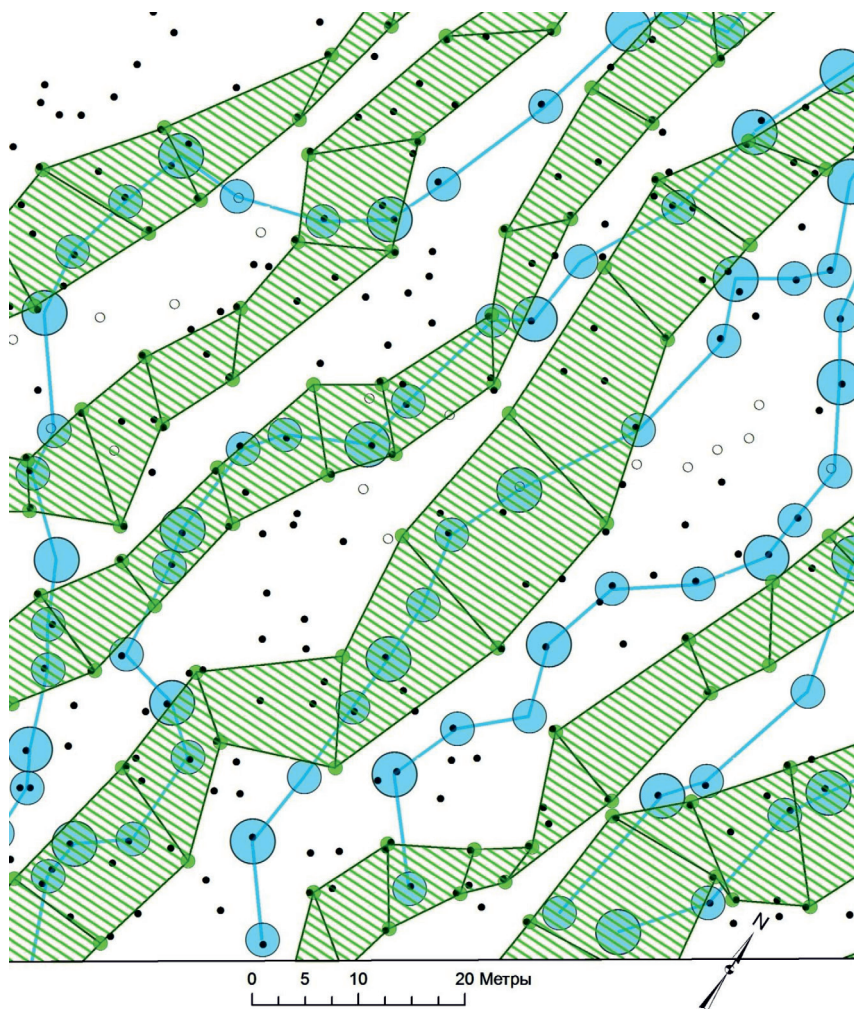


Рис. 1. Сети из МГА-зон размером 1,0 м (зеленые полосы и кружки) и сети из зон размером 3,0 м (синие линии и круги); чёрные точки – живые, пустые овалы – ветровальные деревья

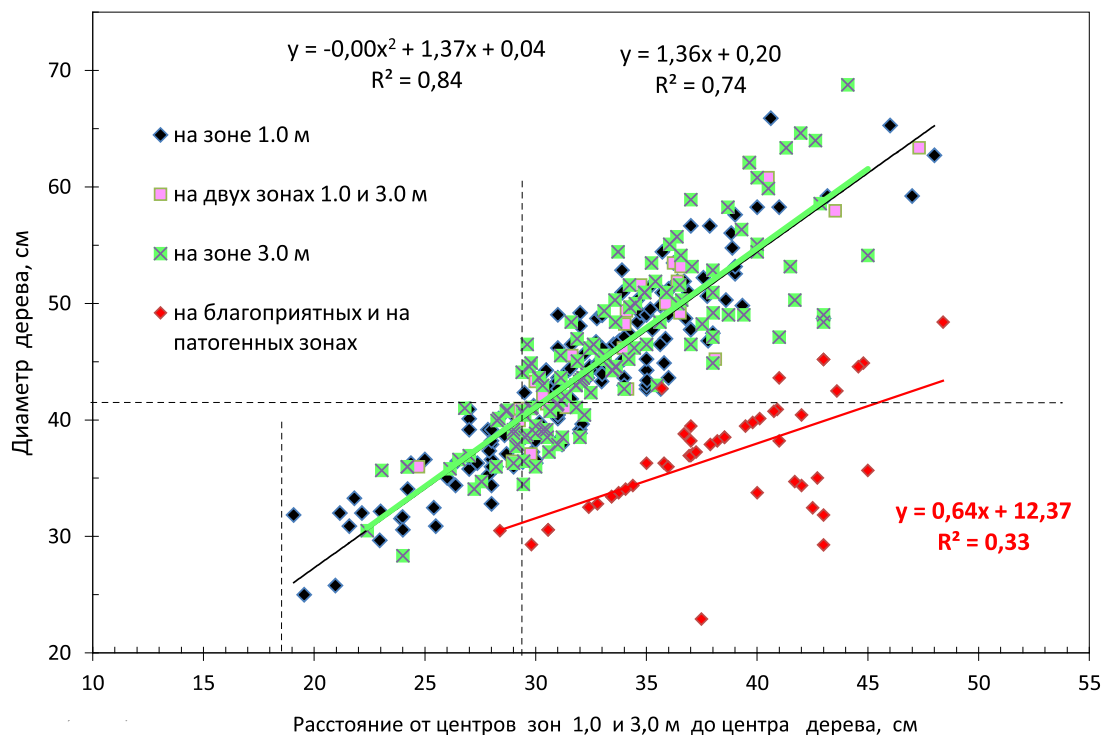


Рис. 2. Влияние благоприятных зон размером 1,0 и 3,0 м на диаметр сосны; горизонтальная линия обозначает средний диаметр деревьев в древостое

Из характера размещения точек на рисунке прямо следует, что чем ближе к краю действия зон, ограниченного радиусом 48 см, формировалось дерево, тем оно выросло крупнее. Между тем неизбежно возникает следующий вопрос: почему ни разу центры этих зон не совпали с центром основания ствола дерева? Здесь возможна следующая гипотеза.

По-видимому, при расстоянии до центра зоны менее 18 см деревья просто не выживают (хотя поселиться могут). Как только камбиальный слой клеток ствола на уровне примерно 35 см от поверхности почвы (место перехода корневых лап в ствол) достигает радиуса ингибирования, т.е. 18 см от центра зоны размером 1,0 м, то дерево погибает (для зоны размером 3,0 м этот радиус чуть дальше и равен 22 см). Поэтому центры зон всегда располагались от периметра живых стволов на расстоянии 3–11 см, что обнаруживалось непосредственно в полевых условиях.

Для сравнения успешности роста сосны на зоне размером 1,0 м с её ростом на нейтральной территории использовали так называемый «парный» контроль, т.е. вблизи

дерева на зоне находили дерево вне действия благоприятных, а также патогенных зон. Такие контрольные деревья оказались в своём большинстве ниже среднего диаметра древостоя, показанного горизонтальной линией (рис. 3).

На рисунке выделены красными точками деревья за радиусом 50 см, ограничивающим зону размером 1,0 м; по-видимому, это некий переходный пояс с расстоянием от центра зоны 51–75 см, так как известно, что этот тип зон мигрирует (например, в других местах Пермского края на 8–15 см на одной и на 14–56 см на другой территории), и амплитуда такой миграции зависима от геодинамической активности обширных территорий Земли [3, с. 94]. В этом переходном поясе деревья отдалены от плотного облака точек слева, и его можно назвать «поясом неустойчивого комфорта» в связи с периодическим уходом и возвратом в неё центра указанной зоны размером 1,0 м. Похожая картина наблюдается и для МГА-зон размером 3,0 м; однако это требует отдельного анализа, как и вопрос о размещении отпавших деревьев внутри рассматриваемых зон, причём раздельно по их типам.

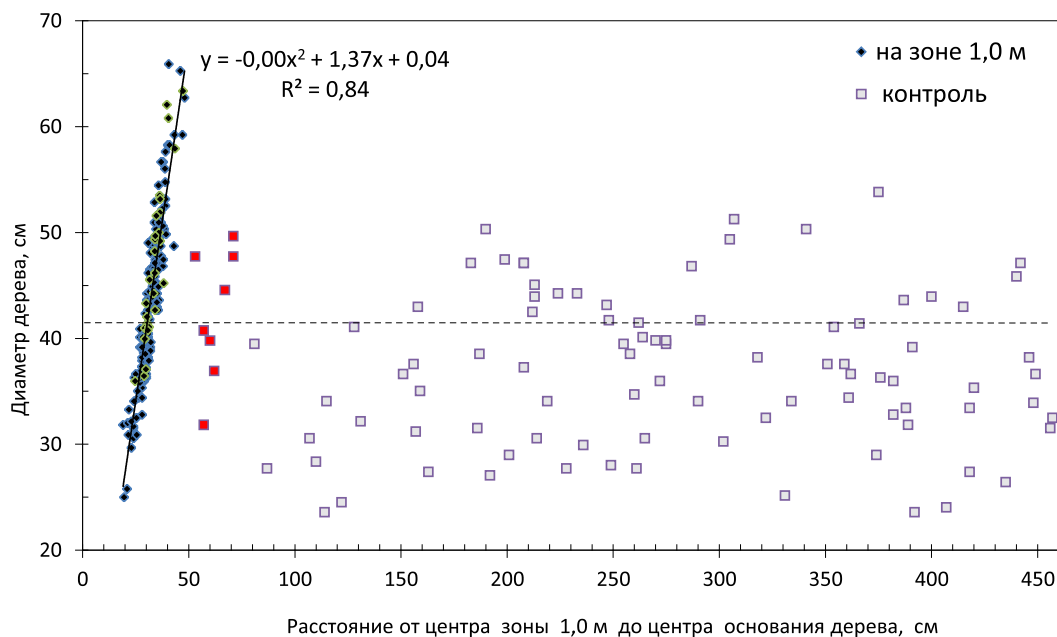


Рис. 3. Деревья на благоприятных зонах размером 1,0 м (черные и красные точки) и деревья парного контроля (серые точки)

По сравнению с выборкой на нейтральных местах территории в поясах комфорта МГА-зон (включая деревья на патогенных зонах) сосна достоверно ($t = 8,2 > t_{0,01} = 2,6$) превышала средний диаметр на 6,3 см или на 17%. При этом в выборке из 28 деревьев на двух зонах 1,0 и 3,0 м превышение составило 9,9 см или 26% (по площади сечения на 60%) при $t = 6,3 > t_{0,01} = 2,6$.

В полученных выше результатах сосна, действительно, как бы «сама указывает» нам на благоприятную для неё территорию вокруг центра зоны, ограниченную радиусом 0,48 м, и в этом плане её деревья являются хорошими биоиндикаторами. Далее нужно вычистить площадь ингибирования с радиусом 0,18 м, и тогда благоприятная для поселения и роста сосны площадь 1 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 $0,622 \times 508 = 316$ м² или 1,44% всей площади участка. На площади участка 2,2 га ныне растёт 735 деревьев, следовательно, на 1,44% площади теоретически должно было бы находиться $735 \times 0,0158 \approx 10,6$ дерева. Однако на ней (на зонах 1,0 и 3,0 м) сейчас растёт 442 дерева, или в 42 раза больше, чем теоретически позволяла их разместить площадь этих зон, равная 1,44%. Ретроспективные расчеты для возраста примерно 120 лет с уче-

том отпавших за 60 лет деревьев дают число деревьев в то время 1132 шт., следовательно, на 1,44% площади изучаемых зон должно было бы находиться $\approx 16,3$ шт. деревьев; в действительности же их было 478 шт., или в 29 раз больше, чем теоретически позволяла разместить их площадь таких зон.

Заключение

Проведенный анализ расположения деревьев сосны в возрасте 120 и 184 года на малых геоактивных зонах размером 1,0 и 3,0 м позволил выделить комфортный для роста сосны пояс зоны, который определился по наличию деревьев с размерами средними и выше на расстоянии 30–48 см от центра этих зон. В радиусе 19–29 см есть пояс депрессии роста, где формируются деревья средние и отстающие в росте, ещё ближе к центрам зон в радиусе 0–18 см наблюдается ингибирование поселения и роста сосны. В поясах комфорта зон, занимающих 1,44% площади, сосна достоверно превышала средний диаметр на 17%, а её сохранность на них в возрасте 120 и 184 года оказалась, соответственно, в 29 и в 42 раза выше, чем в среднем по участку. Таким образом, горизонтальная структура насаждения сосны формируется при постоянном и мощном воздействии на развитие и сохранность её деревьев фактора малых геоактивных зон.

Список литературы / References

1. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=4745> (дата обращения: 20.01.2019).
- Kopylov I.S. Theoretical and applied aspects of the doctrine of geodynamic active zones. Modern problems of science and education. 2011. № 4. [Electronic resource]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=4745> (date of access: 20.01.2019) (in Russian).
2. Копылов И.С. Линеаментно-геодинамический анализ Пермского Урала и Приуралья // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=7570> (дата обращения: 20.01.2019).
- Kopylov I.S. Lineament-geodynamic analysis of the Permian Urals and the Urals // Modern problems of science and education. 2012. № 6. [Electronic resource]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=7570> (date of access: 20.01.2019) (in Russian).
3. Рогозин М.В. Лесные экосистемы и геобиологические сети. Пермь: ГНИУ, 2016. 171 с.
- Rogozin M.V. Forest ecosystems and geobiological networks. Perm: PGNIU, 2016. 171 p. (in Russian).
4. Марченко И.С. Биополе лесных экосистем. Брянск: БГИТА, 1995. 188 с.
- Marchenko I.S. Biofield of forest ecosystems. Bryansk: BGITA, 1995. 188 p. (in Russian).
5. Рогозин М.В., Михалев В.В., Рыбальченко А.Я., Копылов И.С. Оценка влияния неотектоники на лесные экосистемы и на ориентацию сетей из малых геоактивных зон // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2019. № 2 (39). С. 23–31.
- Rogozin M.V., Mikhalev V.V., Rybalchenko A.Ya., Kopylov I.S. Evaluation of the influence of neotectonics on forest ecosystems and on the orientation of the networks of small geodynamic zones // Geologiya i poleznyye iskopayemyye Zapadnogo Urala. 2019. № 2(39). P. 23–31 (Russian).
6. Агбалян Ю.Г. Глобальная энергетическая сеть Хартмана. Мифы и реальность // Сознание и физическая реальность. 2009. Т. 14. № 12. С. 14–20.
- Agbalyan Yu.G. Hartman's global energy network. Myths and reality // Soznaniye i fizicheskaya real'nost'. 2009. V. 14. № 12. P. 14–20 (in Russian).
7. Горелов А.М. Эколого-морфологические основы концепции фитогенного поля: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Киев, 2014. 39 с.
- Gorelov A.M. Ecologo-morphological bases of the concept opposed to a phytogenic one field: avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk. Kiyev, 2014. 39 p. (in Russian).
8. Грабарник П.Я. Анализ горизонтальной структуры древостоя: модельный подход // Лесоведение. 2010. № 2. С. 77–85.
- Grabarnik P.Ya. Analysis of the horizontal structure of the forest stand: a model approach // Lesovedeniye. 2010. № 2. P. 77–85 (in Russian).
9. Демаков Ю.П. Структура и закономерности развития лесов республики Марий Эл. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. 432 с.
- Demakov Yu.P. Structure and patterns of forest development in the Republic of Mari El. Yoshkar-Ola: PGTU, 2018. 432 p. (in Russian).
10. Усольцев В.А. Продукционные показатели и конкурентные отношения деревьев. Исследование зависимостей. Екатеринбург: УГЛТУ, 2013. 556 с.
- Usoltsev V.A. Production and competitive relations of trees: studying a system of regularities. Yekaterinburg: UGLTU, 2013. 556 p. (in Russian).
11. Рогозин М.В. Структура древостоев: конкуренция или партнерство? Пермь: ПГНИУ, 2019. 223 с.
- Rogozin M.V. Structure of stands: competition or partnership? Perm: PGNIU, 2019. 223 p. (in Russian).