

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 574.23+ 57.045

В.И. Уфимцев, И.П. Беланов

ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОТВАЛОВ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ФИТОГЕННЫХ ПОЛЕЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUSSYLVESTRIS* L.)*

Изучены основные факторы внешней среды на отвалах вскрышных пород, которые трансформируются под воздействием фитогенных полей сосны обыкновенной (*Pinussylvestris* L.). Установлены особенности увлажнения, освещенности, температурного режима в подкроновом и прилегающем пространстве деревьев.

Ключевые слова: отвалы, фитогенное поле, сосна обыкновенная (*Pinussylvestris* L.), увлажнение, влажность почвы, температурный режим, освещенность.

V.I. Ufimtsev, I.P. Belanov

THE FORMATION OF THE MICROCLIMATIC CONDITION OF THE COAL INDUSTRY DUMPS UNDER THE INFLUENCE OF THE SCOTCH PINE (*PINUSSYLVESTRIS* L.) PHYTOGENOUS FIELDS

The basic factors of the environment on the dumps of the stripping rock that are transformed under the influence of the Scotch pine (*Pinussylvestris* L.) phytogenous fields are studied. The peculiarities of moistening, illumination, temperature mode in the tree under-crown and adjacent space are determined.

Key words: dumps, phytogenous field, Scotch pine (*Pinussylvestris* L.) moistening, soil humidity, temperature mode, illumination.

Введение. Отвалы вскрышных пород, сформированные горными работами по добыче каменного угля, в начальный момент своего существования лишены растительного покрова. Поселение видов-пионеров и ход начальной сукцессии происходит исключительно под влиянием присущих отвалам абиотических факторов, действие которых многогранно и взаимосвязано. По мере развития фитоценозов растения преломляют своим существованием факторы внешней среды. Особенно это выражено у видов-эдификаторов лесных сообществ, обладающих мощным фитогенным полем и трансформирующих экологические условия в пределах зон своего влияния [1, 2].

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) – наиболее распространенная древесная порода на рекультивированных отвалах Кузбасса [3]. Влияние сосны на прилегающее пространство хорошо изучено рядом авторов в естественных условиях ее произрастания [4, 5, 6]. Однако отвалы угольной промышленности, для которых сосна, по сути, является интродуцентом, обладают очень специфическими экологическими условиями. Их дальнейшая трансформация под влиянием эдификаторов на данном этапе их существования может быть лишь спрогнозирована.

Цель исследований. Изучение микроклиматических условий, изменение которых под влиянием сосны обыкновенной в дальнейшем будет определять ход автогенной сукцессии формирующихся на отвалах фитоценозов.

Объекты и методы исследований. Исследования были проведены в 2014 г. Объектом стали одиноко стоящие деревья сосны обыкновенной, произрастающие на отвале угольного разреза «Кедровский» ОАО «Кузбассразрезуголь». Отвал железнодорожный, спланированный, ровный, без нанесения почвоулучшителей. Горные породы – песчаники средне- и мелкозернистые карбонатные, иногда силикатные, с вкраплениями суглинков, конгломератов и углистых частиц. Профиль в верхней части подвержен процессам выветривания, ниже 25 см преобладают монолиты без признаков выветривания. Растительный покров свободных от деревьев участков отвала формируется

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 14-04-31088.

по луговому типу: доминируют *Dactylis glomerata*, *Achillea millefolium*, *Melilotus officinalis*, *Trifolium hybrida*, *Galium verum*, *Centaurea scabiosa*. Встречаются единичный самосев *Betula pendula*, *Salix caprea* и *Populus tremula* и *Pinus sylvestris*.

Возраст деревьев 26 лет. Были выбраны 3 модельных дерева с развитой кроной от поверхности почвы, без признаков ослабления или механического повреждения, идентичные по габитусу, характеру кроны и состоянию напочвенного покрова. Высота деревьев составила 9,5–10,6 м, степень толщины – 14–16 см, высота прикрепления кроны – 20–30 см. В соответствии с зонированием фитогенных полей на отвалах [7] изучение экологических условий проводилось в подкроновой, прикроновой и внешней зонах фитогенного поля с северной и южной стороны дерева (рис. 1).

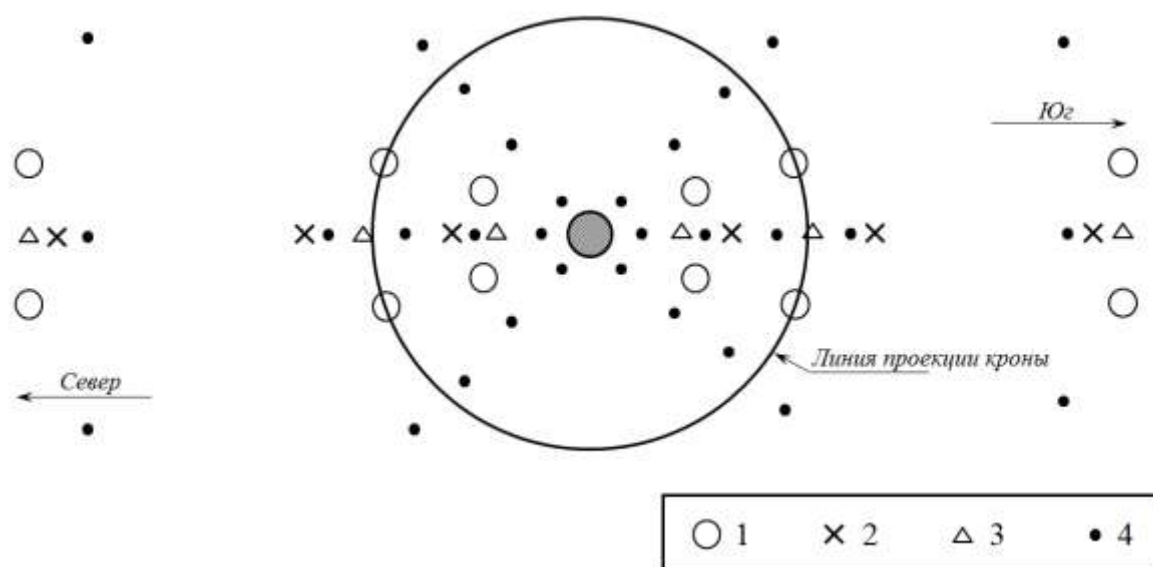


Рис. 1. Схема установки приборов и измерения летних осадков (1), температуры (2), влажности почвы (3) и освещенности (4)

Снегоизмерительные работы были направлены на изучение динамики таяния снежного покрова в пределах фитогенного поля деревьев. Снегосъемка проводилась с южной и с северной стороны деревьев по радиальным трансектам через каждые 30 см на расстояние до 5 м от стволов, а также на открытом участке и в сомкнутых древостоях (контроль). В каждой учетной точке определялись высота и плотность снежного покрова, по которым рассчитывалось содержание воды в слое снега. Замеры проводились через каждые 10 дней, от начала таяния снега до его полного схода.

Для учета влагораспределения в летний период применялись дождемеры полевого типа, установленные в двухкратной повторности. Учет влажности почвы проведен путем отбора почвенных образцов с глубины 5–10 см и их последующего полного высушивания. Влажность почвы измерена в начале вегетации, в середине и после ее окончания.

Термический режим почвенного покрова изучен с помощью терморегистраторов DS-9490B системы «Thermochron iButton™». Терморегистраторы устанавливались в приповерхностном слое почвы и на глубине 10 см в каждой зоне ФП, регистрация температур проводилась каждые 3 ч в течение всего вегетационного периода. Регистрация освещенности производилась при помощи люксметра Testo-540 в третьей декаде июля, в период завершения текущих приростов побегов и полного развития хвои текущего года при минимальной скорости ветра в полуденное время [4].

Результаты исследований и их обсуждение. Максимальные влагозапасы в снежном покрове на исследуемом отвале в 2014 г. сформировались к концу I декады марта. Во внешних зонах фитогенных полей сосны при 30 %-й сомкнутости крон они составили $166,9 \pm 1,2$ мм, что несколько выше, чем на прилегающих безлесных участках, – $159,4 \pm 3,2$ мм и в 1,7 раза выше влагозапасов древостоев с сомкнутостью крон 90 % – $97,1 \pm 2,4$ мм. При этом существенных различий между зонами фитогенных полей не выявлено (рис. 2). Во II декаде марта в подкроновой зоне и периферий-

ной части прикромовой зоны одиночных деревьев запасы снега становятся существенно ниже – $101,1 \pm 3,3$ мм, а в радиусе до 0,3 м от ствола снижаются еще больше – до $40,5 \pm 15,0$ мм. В конце III декады марта подкромовая зона с южной стороны полностью освобождается от снега, а в прикромовой зоне и периферийной части подкромовой зоны составляет $33,2 \pm 4,9$ мм, что сопоставимо с запасами влаги внешней зоны – $41,6 \pm 5,6$ мм.

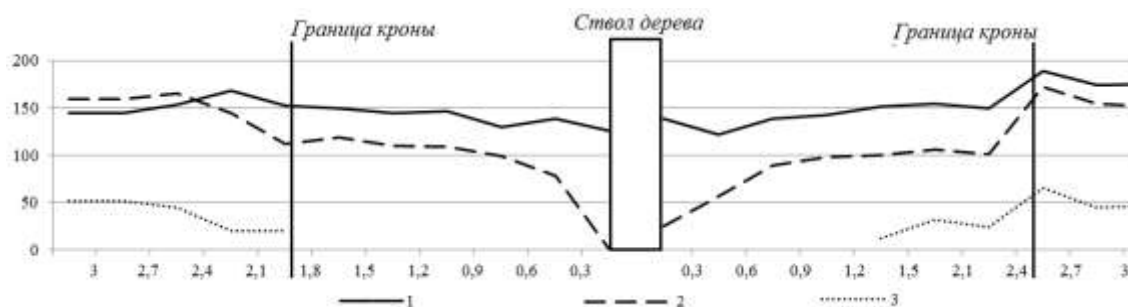


Рис. 2. Содержание влаги (мм) в снежном покрове в пределах фитогенного поля сосны к концу I (1), II декады (2) и III декады марта (3)

Максимальное количество жидких осадков выпадает в прикромовой зоне (100 %), во внешней зоне несколько ниже – 64–93 % – с различиями по месяцам (рис. 3). В подкромовой зоне количество осадков минимально – в июне, июле и августе оно составляет 45–60 % от уровня максимального увлажнения, а в мае, сентябре и октябре – 17–32 %. Подобная тенденция прослеживается в течение всего периода наблюдений, коэффициенты парной корреляции по количеству осадков по месяцам между зонами варьируют от 0,79 до 0,96. С южной стороны, как правило, аккумулируется больше осадков, чем с северной, что связано, вероятно, с преобладанием южных и юго-западных ветров в летний период [8].

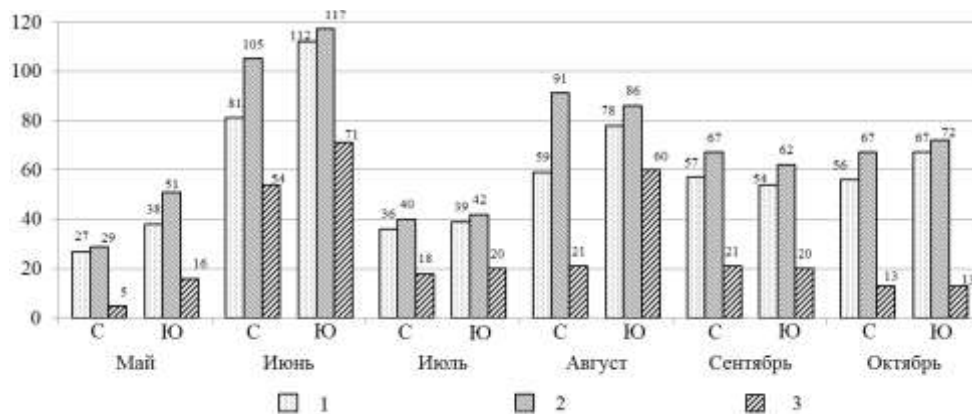


Рис. 3. Распределение жидких осадков (мм) по сторонам северной (С) и южной (Ю) экспозиций во внешней (1), прикромовой (2) и подкромовой зонах (3) фитогенного поля

Влажность почвы в весенний период во всех зонах фитогенного поля одинаковая – 15–17 % с северной стороны и 13–15 % с южной (рис. 4). К середине вегетации влажность почвы в прикромовой и внешней возрастает до 20–29 и 18–21 % соответственно, а в подкромовой зоне снижается до 7–9 %, несмотря на отеняющее действие кроны, которое, безусловно, сглаживает дефицит влаги в результате перераспределения осадков на прикромовую зону. К концу вегетации влажность почвы в прикромовой и внешней зонах выравнивается на уровне 18–21 %, а в подкромовой несколько возрастает до 9–12 %, не достигая, однако, уровня увлажнения весеннего периода. Таким образом, летние осадки определяют увлажнение подкромовой и внешней зон, а увлажнение подкромовой зоны зависит от осадков зимнего периода.

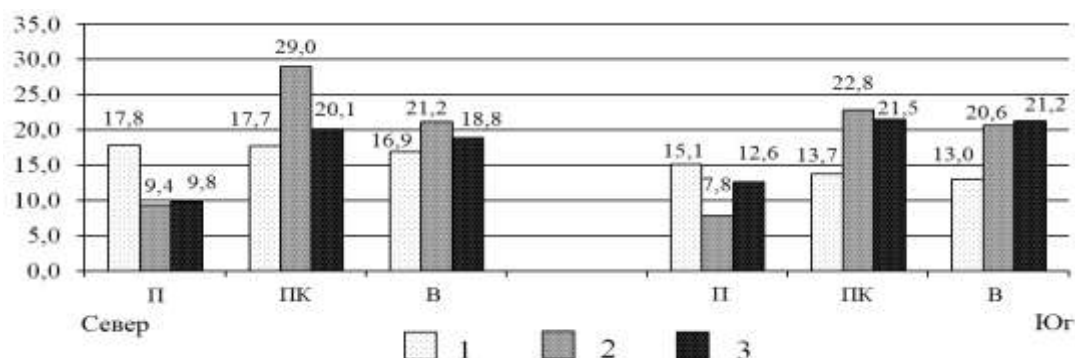


Рис. 4. Влажность (%) эмбриоземов в слое 0–10 см в начале (1), в середине (2) и в конце (3) вегетации в подкроновой (П), прикроновой (ПК) и внешней (В) зонах фитогенного поля

Температурный режим приповерхностного слоя эмбриоземов наиболее выровненный в подкроновой зоне – максимальная температура к III декаде июня выходит на уровень 15–20°C и держится без существенных колебаний до конца III декады августа (рис. 5). Максимальная температура здесь зафиксирована в середине июля – + 23°C с северной стороны и + 36,5°C – с южной. В прикроновой зоне с северной стороны ход максимальных температур на 3–5°C выше, чем в подкроновой зоне, а с южной стороны в самые теплые месяцы (июнь, июль) на 14–16° выше в результате сниженного затенения данной зоны и достигает +50°C (13 июля). Температурный максимум с северной стороны, наоборот, достигается во внешней зоне до + 52°C, среднее превышение температуры подкроновой зоны составляет 25–28°C.

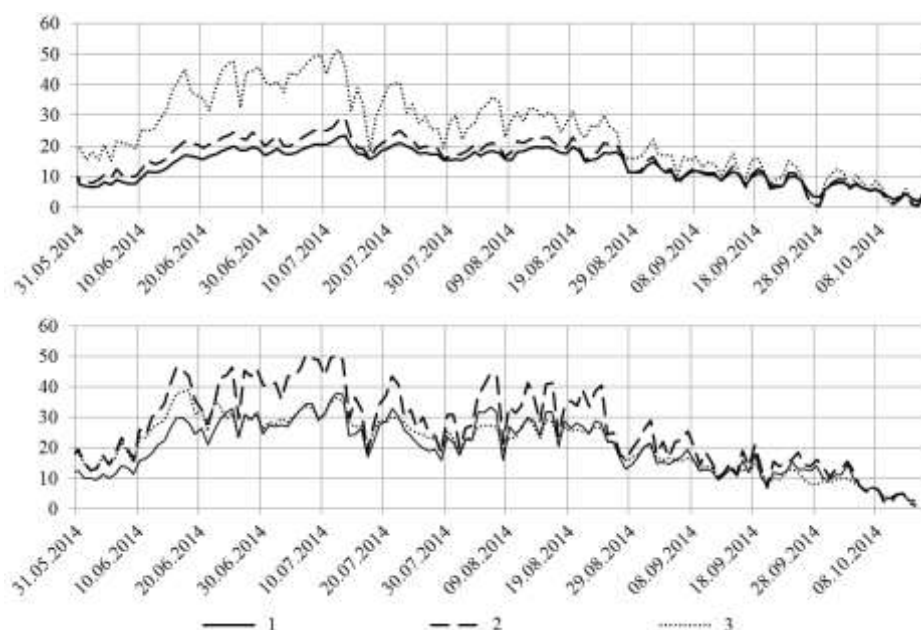


Рис. 5. Максимальные суточные температуры на поверхности эмбриоземов в подкроновой (1), прикроновой (2) и внешней (3) зонах северной (вверху) и южной (внизу) экспозиций

Динамика среднесуточных температур эмбриоземов на глубине 10 см более сглаженная, но повторяет общие тенденции температур на поверхности почвы – с северной стороны наиболее высокие температуры во внешней зоне до + 28°C (17 июля), а с южной в прикроновой зоне до + 26°C (14 июля) (рис. 6). В подкроновой зоне в летний период среднесуточные температуры на 5–8°C ниже, в июне-августе находятся на уровне 13–17 и 17–22°C соответственно. В осенний период тем-

пература почвы в подкроновой падает медленнее, без скачков, и в сентябре-октябре она на 2–3°C выше, чем в прикроновой и внешней зонах.

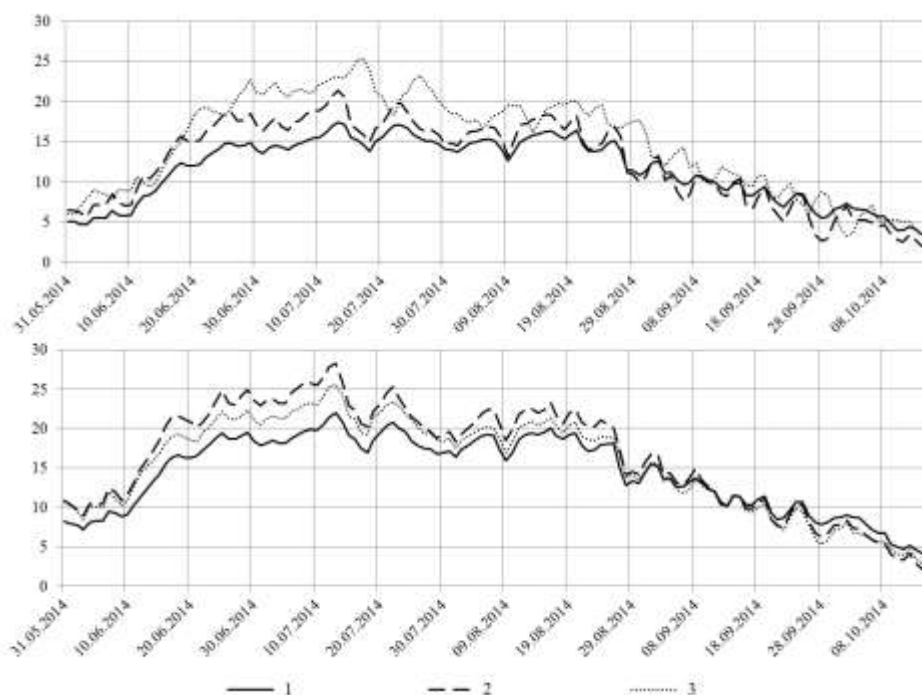


Рис. 6. Среднесуточные температуры на глубине 10 см в подкроновой (1), прикроновой (2) и внешней (3) зонах северной (вверху) и южной (внизу) экспозиций

Наименьшая освещенность фитогенного поля отмечена с северной стороны подкроновой зоны вблизи ствола – $2,9 \pm 0,43$ тыс. лк, несколько выше – в средней части зоны и у края кроны – $5,4 \pm 0,66$ тыс. лк (рис. 7). Таким образом, в пределах всей подкроновой зоны сохраняется очень низкая освещенность (5–8 % от фона) как в приствольной части, так и на периферии. Освещенность прикроновой зоны здесь составляет $11,9 \pm 1,2$ тыс. лк (13–15 % фонового значения) – мощное отеняющее влияние дерева сохраняется. Во внешней зоне влияние дерева также присутствует – освещенность составляет $57 \pm 5,3$ тыс. лк (72–78 % от фона), но имеет большую вариабельность и в ряде случаев освещенность достигает уровня фона.

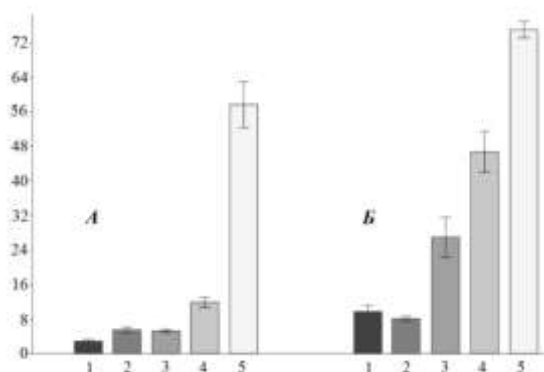


Рис. 7. Освещенность (тыс. лк) фитогенного поля в приповерхностном слое с северной (А) и южной (Б) стороны в подкроновой (1 – около ствола, 2 – в середине, 3 – на краю кроны), прикроновой (4) и внешней (5) зонах

С южной стороны кроны освещенность наибольшая – внешняя зона получает $75 \pm 1,9$ тыс. лк, что соответствует фоновому уровню освещенности (72–81 тыс. лк). В прикромовой зоне освещенность несколько ниже, но на высоком уровне – $46,7 \pm 4,7$ тыс. лк (56–63 % от фона). В подкромовой зоне у края кроны освещенность средняя – $26,9 \pm 4,5$ тыс. лк (32–36 %).

Заключение. Преломление факторов внешней среды деревьями сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) способствует формированию на отвалах концентрических пятен с различными условиями освещенности, водного и температурного режима, а также горизонтальной дифференциации формирующихся фитоценозов. По мере приближения к центру консорты – стволу дерева – напряженность фитогенного поля возрастает и трансформация экологических условий наиболее существенная. Мозаичная структура микроучастков с разными экологическими условиями создает условия для формирования большого количества экологических ниш и соответственно повышения биологического разнообразия.

Подкромовая зона характеризуется низким уровнем увлажнения – основные запасы влаги формируются за счет талых вод в ходе весеннего снеготаяния. Влажность почвы в летний период снижается, но низкая освещенность и слабая испаряемость нивелируют процесс иссушения. Температурный режим зоны ровный, критические температуры отсутствуют, вегетационный период может быть более продолжительный за счет сохранения тепла в осенний период. Своеобразие экологических условий данной зоны соответствует условиям, в которых формируются лесные фитоценозы в условиях высокой сомкнутости древесного яруса.

Наиболее увлажненной является прикромовая зона вне зависимости от экспозиции. Однако высокая освещенность и повышенные, а часто критические, температуры южной экспозиции вносят существенные различия между участками данной зоны, что может находить отражение на направлении развития напочвенного покрова: с северной стороны складываются гидроморфные условия, с южной – близкие к ксероморфным.

Внешняя зона по своим характеристикам близка к фоновым сообществам. Непосредственное влияние деревьев на формирование экологических условий незначительное или отсутствует. Впоследствии данная зона, очевидно, будет испытывать большее влияние либо напрямую по мере роста и развития дерева – центра консорты, либо опосредованно в результате формирования подроста сосны, для которого здесь складываются наиболее благоприятные условия освещенности и увлажнения [7].

Литература

1. Лащинский Н.Н. Структура и динамика сосновых лесов Нижнего Приангарья. – Новосибирск: Наука, 1981. – 272 с.
2. Уранов А.А. Фитогенное поле // Проблемы современной ботаники. – М.; Л.: Наука, 1965. – Т. 1. – С. 251–254.
3. Уфимцев В.И. Формирование надземной фитомассы лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на породных отвалах в аспекте депонирования углерода атмосферы // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 2. – С. 68–71.
4. Горелов А.М. Особенности освещения во внутрикромовом пространстве древесных растений // Изв. Самар. НЦ РАН. – 2013. – Т. 15. – № 3. – С. 135–140.
5. Журавлева Е.Н. Влияние *Pinus sylvestris* L. на луговую растительность // Развитие геоботаники: история и современность. – СПб., 2011. – С. 43.
6. Крышень А.М., Хокканен Т. Фитогенное поле сосны // Экология таежных лесов: тез. докл. Междунар. конф. – Сыктывкар, 1998. – С. 87–88.
7. Уфимцев В.И., Самаркина Е.И., Огиенко М.А. Значение сомкнутости крон для формирования подроста сосны обыкновенной на отвалах Кедровского угольного разреза // Вестн. Кемеров. ГУ. – 2014. – № 1. – С. 13–17.
8. Климат Кемеровской области / Кемеровский ЦГМС – филиал ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» [Электронный ресурс] // <http://meteo-kuzbass.ru/pogoda/climate> (дата обращения: 16.01.2015).

