

УДК 630\*181(182.5)

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ЛЕСОВ КУРОРТНОЙ ЗОНЫ ОЗЕРА УЧУМ: ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ПОЖАРА

С. К. Фарбер, Н. С. Кузьмик, Е. В. Горяева

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН  
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28

E-mail: sfarber@ksc.krasn.ru, kuzmnik@ksc.krasn.ru, gor-elka@yandex.ru

Поступила в редакцию 08.02.2022 г.

Результаты внешних воздействий на лесные экосистемы, вне зависимости от их происхождения, выражаются в определенной степени деградации лесной экосистемы и, как правило, предполагают выявление ущерба. До воздействия стоимость насаждения можно представить как сумму экосистемных (экологических и ресурсных) функций:  $C = \sum C_i$ , где  $C_i$  – стоимость  $i$ -й функции из  $n$  рассматриваемых. Расчет выполняется относительно функции, стоимость которой известна и неизменна. В качестве такой функции использована таксовая ставка платы за древесину. Возможен также вариант расчета относительно рыночной цены древесины. Итоговая стоимость экосистемных функций будет различаться пропорционально соотношению таксовых и рыночных цен. После воздействия на ценоз какого-либо фактора стоимость насаждения определяется посредством корректирования стоимости каждой экосистемной функции. Разность до и после воздействия определяет размер ущерба. В соответствии с целевым назначением, а также в силу различия таксационных показателей насаждений, оценки значимостей экосистемных функций могут расходиться, а отсюда распределение долей значимости для каждого насаждения индивидуально. Последовательность выявления стоимости насаждения и далее ущерба демонстрируется на примере уничтоженного пожаром участка сосново-лиственничного леса на территории курорта «Озеро Учум» в Ужурском районе Красноярского края. До пожара стоимость насаждения составляла 156 700 руб./га, после пожара – уменьшилась до 27 819 руб./га; ущерб определен в размере 128 881 руб./га.

**Ключевые слова:** леса курорта, сосново-лиственничное насаждение, значимость экосистемных функций, определение стоимости и ущерба.

DOI: 10.15372/SJFS20220403

### ВВЕДЕНИЕ

Хозяйственное назначение лесов заключается в обеспечении качества окружающей среды и создании условий для жизни. Леса выполняют ресурсные, средозащитные и рекреационные функции (Энциклопедия..., 2006). В литературе отмечается неоднозначность терминов экосистемные функции и экосистемные услуги (Бобылев и др., 2013). Число исследований в области экосистемных услуг значительно, но их единая классификация не выработана (Haines-Young, Potschin, 2009). Следует признать, что содержание понятий экосистемные функции, экосистемные услуги, природные ресурсы, продолжают оставаться дискуссионными (Groot et

al., 2010). По нашему мнению, лесная экосистема (насаждение) имеет экологическую и ресурсную значимость, т. е. выполняются как экологические, так и ресурсные функции. Отсюда следует, что термин «экосистемные функции» является логическим обобщением и экологических, и ресурсных функций.

Лесные ресурсы, обладающие именованными (численными) единицами измерения, имеют определенную таксовую и рыночную стоимость. Для таких ресурсов расчет стоимости и ущерба от внешних воздействий сложности не представляет. Что же касается неименованных экологических функций насаждений, а также неименованных ресурсов (например, рекреационных), то их оценка в заключениях специали-

стов зачастую имеет вербальный уровень обобщений и основывается на собственном опыте и знаниях. При этом очевидно, что объективной может считаться только количественная оценка.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Курорт «Озеро Учум» расположен в Ужурском районе Красноярского края. На правах бессрочного пользования ему принадлежат участки леса общей площадью 128 га. В результате пожара сгорели лесные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.). Гарь расположена в пределах 200-метровой полосы от береговой линии оз. Учум. Контурное дешифрирование участка проведено посредством сличения изображения на космических снимках до и после пожара (рис. 1).

Координаты центра участка гари: 55°05'5.9" с. ш. 89°43'27.5" в. д.; площадь 2.45 га. Сведения о показателях рельефа получены на основе материалов цифровой модели рельефа: склон северной экспозиции, уклон 6–9°.

Таксация проводилась измерительно-перечислительным методом. Заложено девять круговых реласкопических площадок (пунктов таксации), что позволяет определять запас древостоя с точностью  $\pm 10\%$ . Для описания подроста и подлеска в центрах реласкопических площадок закладывались площадки постоянного радиуса, равного 2.52 м. Географические координаты

центров реласкопических площадок фиксировались с помощью приемника спутниковой навигации GPS. По значениям высот  $H$  и диаметров  $D_{1.3}$  модельных деревьев сформированы уравнения регрессии  $H = f(D_{1.3})$ . Коэффициент детерминации  $R^2$  для сосны равен 0.68; для лиственницы – 0.66.

Сравнение территориальных образований относится к задачам оценочных классификаций. Для классов  $S_1, \dots, S_k$  требуется определить лучше или хуже представители одного класса, чем другого. Классы, полученные в результате проведения оценочной классификации, ранжированы, т. е.  $S_1 < S_2 < \dots < S_k$  или, наоборот,  $S_1 > S_2 > \dots > S_k$ . Обязательным в оценочных классификациях является переход к результирующему показателю, по значению которого классы могут интерпретироваться, например, как плохие, средние, хорошие (Заварзин, Тикунов, 2004). В качестве территориальных образований можно рассматривать насаждения до и после внешнего воздействия. В контексте настоящей работы его атрибутами являются экосистемные функции. Предполагается выполнение сравнения их значимости. Результирующие показатели могут выражаться как в единицах стоимости, так и в ранжированных баллах, что и позволяет провести сравнение, т. е. ответить лучше или хуже.

Для оценки стоимости насаждений могут применяться разные методы (Прешкин, 2010), из-за чего результаты расчетов могут значительно расходиться. Выбор метода диктуется спецификой решаемых задач. Стоимость насаждения



Рис. 1. Контур сгоревшего участка леса на территории курорта «Озеро Учум».

до и после пожара есть сумма его экологических и ресурсных функций, поэтому для расчета ущерба от пожара подходит так называемый модульный метод, предполагающий дифференциацию полезностей леса. Стоимостная оценка экосистемных функций насаждений и следующая за ней оценка ущерба от внешних воздействий – актуальная научно-производственная проблема.

Цель работы – адаптировать модульный метод для определения стоимости экосистемных функций насаждения с последующей оценкой ущерба от пожара. Задачи исследований: стоимостная оценка допожарного насаждения; определение ущерба от пожара. Адаптированный модульный метод расчета демонстрируется на примере уничтоженного пожаром участка леса на территории курорта «Озеро Учум».

**Стоимостная оценка допожарного насаждения.** В работе С. К. Фарбера с соавт. (2021) показана возможность получения рыночной стоимости экологических функций для отдельных деревьев и кустарников городских посадок. Стоимость экологических функций рассчитывалась как доля от годового бюджета города. Для насаждений (лесных экосистем) расчеты во многом аналогичны. Обозначим стоимость показателей экосистемных функций  $C_1, \dots, C_n$ . Тогда общая стоимость экосистемы составит  $C = \sum C_i$ .

Для выполнения расчетов требуются исходные данные: целевое назначение и таксационные показатели насаждения. Последовательность этапов методики:

- формируется перечень экосистемных функций;
- выявляется экспертное распределение долей значимости экосистемных функций;
- по отношению к стоимости одной из экосистемных функций вычисляется стоимость других и далее – общая стоимость насаждения.

Стоимость экосистемных функций напрямую зависит от их значимости. Так, для защитных насаждений значимость средозащитных функций насаждений априори выше ресурсных; эксплуатационные же насаждения с аналогичными таксационными показателями, напротив, имеют более высокую значимость древесных ресурсов. Отсюда следует, что в силу разнообразия участков, стандартизация процесса выявления значимости экосистемных функций невозможна, а распределение долей значимости для каждого участка должно выполняться индивидуально и, по-видимому, исключительно посредством экспертных оценок специалистов лесоводов и экологов. Здесь важна сама возмож-

ность установления такого рода соотношения между отдельными экосистемными функциями.

Для насаждений выбор экосистемной функции, относительно которой будет проводиться расчет стоимости, затруднений не вызывает. В этом качестве следует использовать ставку платы за единицу объема древесины (О ставках..., 2007). Возможен также вариант использования рыночной цены древесины как наиболее сбалансированной по критерию спроса и предложения. Расчетные значения при этом будут различаться пропорционально соотношению таксовых и рыночных цен на древесину. Нормативная ставка предпочтительнее, поскольку не содержит погрешности, вносимой варьированием цен оптовой продажи круглой древесины. Заметим также, что в задаче оценки нелесных экосистем, (т. е. без наличия древесного ресурса) выбор экосистемной функции, относительно которой следует проводить расчеты, вовсе не очевиден, и требует дополнительного анализа.

В целом состояние экологического мониторинга в России оценивается как неудовлетворительное. Система научно-методического обеспечения в настоящее время разрушена, а порядок учета находится в состоянии реформирования. Полноценную и достоверную информацию о состоянии биоресурсов получить достаточно сложно. Происходит также и коммерциализация доступа к ведомственным данным, что не может оцениваться положительно (Бобылев и др., 2013), хотя поиски вариантов экономической оценки лесов продолжают (Бобылев и др., 2002). Количество сведений о стоимости экосистемных услуг в насаждениях следует признать незначительным. Фактически пропорции их значимости можно выявить только на основании субъективных экспертных суждений. Именно поэтому составление перечня экосистемных функций и оценка их значимости проведены в экспертном порядке.

**Методика определения ущерба.** Влияние внешнего воздействия на насаждение может быть позитивное, в этом случае можно говорить о его эффективности, а если воздействие негативное – то о причиненном ущербе. Цена ущерба – разность между стоимостью тождественных экосистемных функций первичной лесной экосистемы (до воздействия) и вторичной (после воздействия).

Обозначим показатели экосистемных функций первичной экосистемы  $P_1, \dots, P_n$ ; показатели экосистемных функций вторичной экосистемы  $B_1, \dots, B_n$ . Если показатели именованные, то

относительно первичной экосистемы снижение (повышение) значимости  $i$ -й функции составит  $K_i = (P_i - B_i)/P_i$ . Величина  $K_i$  – есть корректирующий коэффициент, показывающий насколько произошло изменение. Соответственно стоимость функций вторичной экосистемы будет равна  $K_1 \times C_1, \dots, K_n \times C_n$ , а ее общая стоимость составит  $\sum K_i \times C_i$ . Ущерб (или эффективность) рассматривается как разность между стоимостью тождественных экосистемных функций первичной лесной экосистемы (до воздействия) и вторичной (после воздействия). Очевидное преимущество такого подхода: расчёты проводятся с использованием долей значимости экосистемных функций первичной лесной экосистемы и соответственно ущерб определяется относительно рыночной цены древесины, т. е. ровно также, как и до воздействия.

Судить об изменении значимости экосистемных функций после внешнего воздействия можно по косвенным показателям. Например, для функции защиты почв – это объем дождевых осадков, перехваченных кронами деревьев; для защиты водотоков от загрязнения – объем дождевых осадков, переведенных во внутрипочвенный сток. Сама величина  $K_i$  должна быть выражена в долях. Соответственно, литературные данные также следует представить в долях. Для именованных показателей, как представлено выше, перевод проводится по зависимости  $K_i = (P_i - B_i)/P_i$ ; проценты (неименованные показатели) переводятся в доли делением на 100; при кратном уменьшении проводится деление, при кратном увеличении – умножение. Например, снижение поверхностного стока в насаждении в 4 раза дает долю корректирующего коэффициента 1/4 или 0.25, а увеличение урожая лесных ягод на гари (в результате осветления) в 2 раза добавляет долю значимости до 2 долей (или 200 %). К литературным данным следует относиться критически, с учетом местных лесорастительных условий.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Характеристика допожарного насаждения.** Линейное расположение деревьев и сохранившиеся на поверхности почвы пахотные борозды подтверждают искусственное происхождение допожарного насаждения. До пожара здесь произрастал сосново-лиственничный высокобонитетный разнотравный лес, с густым кустарниковым подлеском, что свидетельствует об исключительно благоприятных лесорастительных условиях.

Независимо от породы дерева – сосны или лиственницы, их возраст на год пожара был равен 31 год, что также подтверждает искусственное происхождение насаждения. Средний диаметр сосны равен 17.5 см, лиственницы – 18.3 см, средняя высота соответственно 14.2 и 14.5 м, относительная полнота древостоя – 0.62, запас – 52 и 79 м<sup>3</sup>/га, общий запас – 131 м<sup>3</sup>/га (на участке 2.45 га – 321 м<sup>3</sup>). Состояние кустарникового и травяного яруса допожарного насаждения оценивается по смежному участку леса. Здесь подлесок классифицируется как очень густой, высотой 2–3 м и представлен спиреей средней (*Spiraea media* Schmidt), шиповником иглистым (*Rosa acicularis* Lindl.), боярышником кроваво-красным (*Crataegus sanguinea* Pall.). Следствием контакта с луговыми и лугово-степными группировками является развитие мощной травянистой растительности. Травяной покров представлен лесными, луговыми и лугово-степными видами, среди которых кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis* L.), майник двулистный (*Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt), таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), герань ложносибирская (*Geranium pseudosibiricum* J. Mayer), вейник тростниковидный (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), коротконожка перистая (*Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), клевер люпиновый (*Trifolium lupinaster* L.). Проективное покрытие трав и кустарников составляет 100 %. Почвы участка – луговые темно-каштановые, плодородные для светлохвойных и лиственных древесных пород (рис. 2).

**Характеристика гари.** Вероятная причина лесного пожара – неосторожное обращение с огнем, вероятное место начала пожара – подножие холма, что подтверждается наличием аналогичных очагов возгорания, расположенных в непосредственной близости к тропе, проходящей вдоль береговой кромки озера. Пожар весенний, что характерно для травяных типов леса. Распространение огня вверх по склону поддерживалось наличием сухой прошлогодней травы; густой кустарник создавал вертикальную ярусность, что позволило пожару перейти в верховой и уничтожить древостой. Верховой пожар не остановила и дорога, огонь распространился далее вверх по склону за границу курорта. На гари поселились насекомые (вторичные вредители). Гарь превратилась в очаг вредителей леса, которые далее распространяются на смежные насаждения.

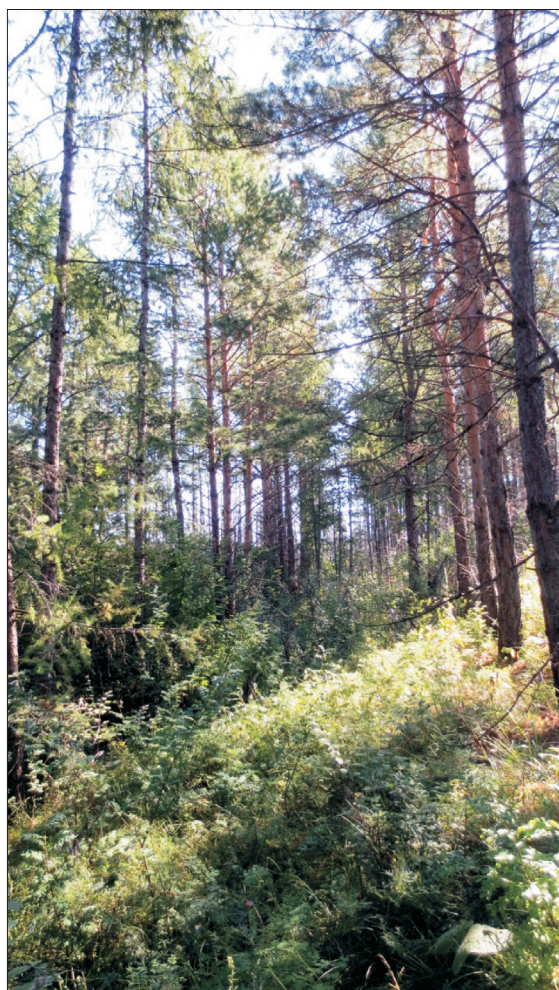


Рис. 2. Насаждение, расположенное в непосредственной близости с участком гари.



Рис. 3. Участок гари (фрагмент).

Основная часть древостоя в результате пожара превратились в сухостой и только частично ушла в отпад. Деревья засохли на корню. И поскольку корневая система осталась практически неповрежденной, прогнозируется длительный период (десяtkи лет) выпадения сухостоя. По мере отпада сухостоя, гарь будет становиться все более труднодоступной для посещения. Начался и далее будет продолжаться процесс разложения древесины. По С. К. Фарберу (2000), кривые изменения во времени количества валежа и сухостоя сосны и лиственницы во многом схожи. В первые послепожарные годы объемы валежа увеличиваются, достигая максимального значения, затем идет их постепенное равномерное уменьшение. Наибольшее значение объемов валежа приходится на возраст гари 9–15 лет, когда количество сухостоя уже начинает уменьшаться. Разложение соснового валежа заканчивается к 45–50 годам, а лиственничного продолжается 100 лет и более. Продукты гниения мертвой древесины вместе с почвенной органикой смываются в озеро,

способствуя развитию синезеленых водорослей (*Cyanobacteria* (ex Stanier) Cavalier-Smith). Вода теряет прозрачность и приобретает затхлый запах, что негативно отражается на ее качестве.

Увеличение на гари количества солнечной радиации и почвенно-грунтовые условия благоприятны для видов растительного покрова. Интенсивное разрастание травяного яруса создает препятствие для естественного возобновления древостоя. При обследовании зафиксированы только единичные экземпляры возобновления березы (*Betula* L.). Развитие сосново-лиственничного насаждения было прервано пожаром. Лесная экосистема сменилась на травяно-кустарниковую. Без хозяйственного вмешательства лес на участке уже не восстановится. За прошедшие после пожара время явно обозначилось начало новой пирогенной сукцессии по направлению закустаривание и одернение, с последующим вероятным образованием луга (рис. 3).

**Стоимостная оценка допожарного насаждения.** Целевое назначение курортных лесов

заключается в сохранении естественных лечебных свойств (полезностей) курортов и создании благоприятных микроклиматических условий (Лесная энциклопедия, 1985). Перечень экосистемных (экологических и ресурсных) функций курортных лесов достаточно обширен и требуется из них выбрать приоритетные. Предпочтение отдается наиболее значимым. При выборе принимались во внимание следующие факторы: целевое назначение участка, наличие озера (основного лечебного ресурса), а также расположение курорта в экологически чистом районе. В перечень не вошли важные санитарно-гигиенические функции регуляции атмосферы – выделение кислорода и поглощение углекислого газа, но на фоне окружающих экосистем вклад гари в стабилизацию состава приземной воздушной среды незначителен.

А. М. Ветитнев и Я. А. Войнова (2017) полагают, что природные ресурсы для санаторно-курортного лечения уже достаточно подробно изучены. И для оценки каждого необходимо лишь выработать единый подход. Допускаем, что у эксперта-специалиста санаторно-курортной деятельности, приоритеты значимости могут принимать другие, возможно и более объективные, значения. Важно, что посредством экспертной оценки значимости экосистемных функций достигается консенсус, удовлетворяющий разноречивые интересы.

По товарным таблицам Н. П. Анучина (1981) определены объемы деловой (по классам крупности) и дровяной древесины. Расчет стоимости экосистемных функций и общей стоимости насаждения участка проведен относительно таксовой платы за единицу объема древесины для первого Восточно-Сибирского лесотаксового района при расстоянии вывозки до 10 км (О ставках..., 2007). Стоимость стволовой древесины сосны составила 2282 руб./га, лиственницы – 2419 руб./га, сосново-лиственничного древостоя – 4701 руб./га. Например, стоимость функции «защита почв» ( $4701 \times 0.1$ )/0.03 = 15 670 (руб./га), а насаждения (сумма стоимостей экосистемных функций) – 156 700 руб./га.

**Определение ущерба.** Насаждение огнем уничтожено. Следствие пожара – насаждение сменилось на гарь. Стоимость экосистемных функций на участке после пожара также изменилась. Приняты следующие значения корректирующих коэффициентов  $K_i$ :

1. *Защита почв.* Поверхностная водная эрозия почв возникает под воздействием стекающих по склону дождевых и талых вод. Отсюда следует, что количество осадков, задерживаемое кро-

нами, можно использовать в качестве показателя выполнения насаждением почвозащитной функции. По данным А. М. Матвеева и Т. А. Матвеевой (2014), сосняки задерживают в кронах от 30 до 80 % дождевой влаги, лиственничники – от 20 до 60 %. Диапазон достаточно широк, но в процессе экспертных оценок расхождения аргументированно объясняются крутизной склона, сомкнутостью полога, интенсивностью осадков. Применительно к таксационным показателям сосново-лиственничного насаждения количество перехватываемых кронами осадков в среднем можно принять равным около 30 %. Из этого следует, что для гари корректирующий коэффициент  $K_1 = 0.30$ . Получается, что уничтожение древостоя снизило защитные свойства участка, что только отчасти компенсируется развитием на гари трав и кустарников.

2. *Защита вод.* Поверхностный сток вод частично смывает вниз по склону лесную подстилку, послепожарную сажу и другие продукты горения. Насаждение уменьшает поверхностный сток, переводя его во внутрпочвенный. Объем воды поверхностного стока может служить показателем эффективности выполнения насаждением водозащитной функции озера, расположенного вниз по склону. Количество поверхностного стока, в силу разнообразия почвенно-грунтовых условий может значительно варьировать. Так, по Г. И. Васенкову с соавт. (2013), в сосняках оно составляет 8 мм, на лугах – 39 мм; коэффициент стока в сосняках – 0.12, на лугах – 0.79. Получается, что на лугах поверхностный сток выше в 4–6 раз. Нами принимается снижение поверхностного стока в 4 раза (корректирующий коэффициент  $K_2 = 1/4 = 0.25$ ).

3. *Пыле- и газозащита.* Способность насаждений нейтрализовать определенное количество пыли или газа реализуется там, где эти виды загрязнений присутствуют, поэтому доля значимости функций пыле- и газозащиты не может быть одинакова для городских и курортных условий среды. В городах, особенно промышленных, количество пыли и химического загрязнения выше, и способность их нейтрализации растениями высоко значима. Экологическая ситуация на территории курорта «Озеро Учум» несравнимо лучше, и здесь необходимость в пыле- и газозащите фактически отсутствует, потому для функций пылезащита и газозащита принята символическая значимость 0.01. Количество пыли и химического загрязнения до и после пожара практически не меняется и не отличается от фонового. Значения корректирующих коэффициентов  $K_3 = 0.01$  и  $K_4 = 0.01$ .

4. *Регуляция микроклимата.* Способность насаждений смягчать режим влажности, температуры и скорость ветра имеет значение как для города, так и для курорта. Известно, что в лесу относительная влажность воздуха на 36 %, а в парке на 27 % выше, чем в городской застройке (Горохов, 1991). Сосновый древостой снижает температуру воздуха на 1.7 °С (Молчанов, 1968). Относительно летней температуры 25 °С снижение составит 7 %. Скорость ветра в насаждении снижается на 30 % (Молчанов, 1973). Принимаются значения корректирующих коэффициентов  $K_5 = 0.25$ ;  $K_6 = 0.07$ ;  $K_7 = 0.30$ .

5. *Рекреация.* Наличие послепожарной сажи, валежа сухостоя, труднопроходимых зарослей кустарников и разнотравья создает негативное эстетическое восприятие погибшего насаждения. Санитарно-оздоровительное воздействие участка отрицательное, что для курортного предприятия как минимум недопустимо. Участок гари отдыхающими не посещается, и его рекреационная значимость оценивается как нулевая. Корректирующий коэффициент  $K_8 = 0$ .

6. *Древесина.* Сухостой и валеж можно использовать только в качестве дров. Деловая дре-

весина пожаром уничтожена. Следовательно, посредством коэффициента  $K_9$  определяется только стоимость дровяной части древостоя. При этом следует учесть, что деловая часть допожарного древесного ресурса тоже перешла в дрова. По товарным таблицам для диаметра 18 см количество ликвидной древесины сосны составляет 88 %, лиственницы – 80 % (Анучин, 1981). На участке в результате пожара образовалось 46 м<sup>3</sup>/га сосновой дровяной древесины и 6 м<sup>3</sup>/га неликвидных отходов (всего 52 м<sup>3</sup>/га), а также 63 м<sup>3</sup>/га лиственничной дровяной древесины и 16 м<sup>3</sup>/га неликвидных отходов (всего 79 м<sup>3</sup>/га). Общее количество дровяной древесины стало 109 м<sup>3</sup>/га. Ставка платы 2.34 руб./м<sup>3</sup>. Отсюда стоимость дровяной древесины составляет 255 руб./га.

7. *Побочное пользование.* На участке в качестве объекта побочного пользования может выступать дикорастущая малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.). Кустарник полностью восстановился, а за счет увеличения количества солнечной радиации урожайность малины выросла как минимум в 2 раза ( $K_{10} = 2$ ).

В таблице представлена версия расчета стоимости экосистемных функций.

Стоимость экосистемных функций допожарного насаждения и расчет послепожарного ущерба

| Экосистемные функции     | Сосново-лиственничное насаждение |                    | Гарь                       |           | Послепожарный ущерб |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------|-----------|---------------------|
|                          | Значимость, доля от 1.00         | Стоимость, руб./га | Корректирующий коэффициент | Стоимость |                     |
|                          |                                  |                    |                            | руб./га   |                     |
| Защитные:                |                                  |                    |                            |           |                     |
| защита почв              | 0.10                             | 15 670             | 0.30                       | 4701      | –10 969             |
| защита вод               | 0.15                             | 23 505             | 0.25                       | 5876      | –17 629             |
| Санитарно-гигиенические: |                                  |                    |                            |           |                     |
| пылезащита               | 0.01                             | 1567               | 0.01                       | 16        | –1551               |
| газозащита               | 0.01                             | 1567               | 0.01                       | 16        | –1551               |
| влажность                | 0.11                             | 17 237             | 0.25                       | 4309      | –12 928             |
| температура              | 0.11                             | 17 237             | 0.07                       | 1207      | –16 030             |
| ветер                    | 0.11                             | 17 237             | 0.30                       | 5171      | –12 066             |
| Ресурсные:               |                                  |                    |                            |           |                     |
| рекреация                | 0.35                             | 54 845             | 0                          | 0         | –54 845             |
| древесина деловая        | 0.03                             | 4694               | 2.00                       | 0         | –4694               |
| древесина дровяная       | 0.02                             | 7                  |                            | 255       | +248                |
| древесина всего          |                                  | 4701               |                            | 255       | –4446               |
| побочное пользование     |                                  | 3134               |                            | 6268      | +3134               |
| И т о г о ...            |                                  | 156 700            |                            | 27 819    | –128 881            |

*Примечание.* 1. По товарным таблицам Н. П. Анучина (1981): для диаметра 18 см количество ликвидной древесины сосны составляет 88 %, из них дрова – 1 %; для диаметра 20 см количество ликвидной древесины лиственницы составляет 80 %, из них дрова – 3 %. 2. В первом Восточно-Сибирском лесотаксовом районе для расстояния вывозки до 10 км стоимость 1 м<sup>3</sup> деловой древесины крупной равна 90.54 руб., средней – 64.62 руб., мелкой – 32.4 руб., дровяной 2.34 руб. 3. На участке в результате пожара образовалось 46 м<sup>3</sup>/га сосновой дровяной древесины и 6 м<sup>3</sup>/га неликвидных отходов (всего 52 м<sup>3</sup>/га), а также 63 м<sup>3</sup>/га лиственничной дровяной древесины и 16 м<sup>3</sup>/га неликвидных отходов (всего 79 м<sup>3</sup>/га). Общее количество дровяной древесины стало 109 м<sup>3</sup>/га.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время определение стоимости природных благ основано на затратных подходах, оценках дифференциальной ренты, балльных и нормативных методах. Общая экономическая стоимость экосистемных услуг включает стоимость использования (прямую и косвенную) и стоимость неиспользования. Но единого методического подхода пока не выработано. При этом необходимость определения экологической и ресурсной значимости и стоимости насаждений возникает при решении научно-практических задач лесного хозяйства.

Результаты внешних воздействий вне зависимости от их происхождения выражаются в определенной степени деградации лесной экосистемы и, как правило, предполагают выявление ущерба. Анализ состояния сосново-лиственничного насаждения на территории курорта «Озеро Учум» позволил сделать следующие выводы:

1. Модульный метод определения стоимости насаждения и оценки ущерба позволяет оперировать экологическими и ресурсными функциями.

2. Стоимость пройденного огнем насаждения до пожара составляла 156 700 руб./га, после пожара она уменьшилась до 27 819 руб./га. Ущерб от пожара определен в размере 128 881 руб./га. Стоимость всех основных для курорта экосистемных функций после пожара стала меньше. Исключение – повысилась урожайность малины, что только незначительно компенсировало общий ущерб. Налицо значительное снижение экологической значимости участка. Ресурсная значимость участка также уменьшилась: деловая древесина перешла в дровяную, рекреационная ценность участка стала нулевой.

3. Сложившаяся ситуация требует неотложных мер хозяйственного воздействия. Восстановление леса на участке достигается посредством выполнения лесохозяйственных мероприятий: проведение сплошной санитарной рубки (сухостоя); очистки от порубочных остатков, уборки валежа; создания лесных культур; формирования посредством рубок ухода насаждения с таксационными показателями, отвечающими лечебно-оздоровительным задачам курорта.

4. Целевое для курортной зоны насаждение должно выполнять рекреационные, экологические и санитарно-оздоровительные функции. В таком качестве может рассматриваться сосново-лиственничное насаждение, которое для снижения пожарной опасности следует целена-

правленно формировать по парковому типу, т. е. разреженным, имеющим в составе лиственные породы деревьев и кустарники.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анучин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы. 7-е изд., перераб. и доп. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 536 с.
- Бобылев С. Н., Букварева Е. Н., Грабовский В. И., Данилкин А. А., Дгебуадзе Ю. Ю., Дроздов А. В., Замолотчиков Д. Г., Краев Г. Н., Тишков А. А., Филенко О. Ф., Хорошев А. В. Анализ имеющихся данных для подготовки прототипа Национального доклада по экосистемным услугам // Экосистемные услуги наземных экосистем России: первые шаги. Status Quo Report. М.: Центр охраны дикой природы, 2013. 45 с.
- Бобылев С. Н., Медведева О. Е., Соловьева С. В. Экономика сохранения биоразнообразия. Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия Российской Федерации». М.: Ин-т экон. природопольз., 2002. 604 с.
- Васенков Г. И., Будник И. П., Пициль А. О. Поверхностный сток талых вод в Житомирском Полесье // Соврем. пробл. науки и образов. 2013. № 6. 7 с.
- Ветитнев А. М., Войнова Я. А. Организация санаторно-курортной деятельности: учеб. пособ. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Фед. агентство по туризму, 2017. 292 с.
- Горохов В. А. Городское зеленое строительство: учеб. пособие для вузов. М.: Стройиздат, 1991. 416 с.
- Заварзин А. В., Тикунов В. С. Классификации // Основы геоинформатики. В 2-х кн. Кн. 1: учеб. пособ. М.: Академия, 2004. С. 171–200.
- Лесная энциклопедия: В 2-х т. Т. 1. / гл. ред. Г. И. Воробьев. М.: Сов. энциклопедия, 1985. 563 с.
- Матвеев А. М., Матвеева Т. А. Задержание осадков кронами древесных пород // Усп. совр. естествозн. 2014. № 5 (1). С. 220–223.
- Молчанов А. А. Лес и окружающая среда. М.: Наука, 1968. 246 с.
- Молчанов А. А. Влияние леса на окружающую среду. М.: Наука, 1973. 359 с.
- О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности. Постановление Правительства РФ от 22.05.2007 № 310 (ред. от 06.01.2020). М.: Правительство РФ, 2007.
- Преишкин Г. А. Затратный подход к оценке лесных благ // Лесн. вестн. 2010. № 5. С. 203–208.
- Фарбер С. К. Формирование древостоев Восточной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. 432 с.
- Фарбер С. К., Злобин Д. В., Кузьмич Н. С. Оценка экологических функций городских посадок // Интерэкспо-Гео. 2021. Т. 4. № 2. С. 166–170.
- Энциклопедия лесного хозяйства: в 2-х томах. Т. 1. М.: ВНИИЛМ, 2006. 416 с.
- Groot R. S. de, Alkemade R., Braat L., Hein L., Willemsen L. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making // Ecol. Complexity. 2010. N. 7. P. 260–272.
- Haines-Young R. H., Potschin M. B. Methodologies for defining and assessing ecosystem services. Final Rep. Project Code C08-0170-0062. JNCC, 2009. 69 p.

## ENVIRONMENTAL VALUE OF FORESTS OF THE UCHUM LAKE RESORT ZONE: FIRE DAMAGE ASSESSMENT

S. K. Farber, N. S. Kuzmik, E. V. Goryaeva

*V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Science, Siberian Branch*

*Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch*

*Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation*

---

E-mail: sfarber@ksc.krasn.ru, kuzmik@ksc.krasn.ru, gor-elka@yandex.ru

The results of external impacts on forest ecosystems, regardless of their origin, are expressed in a certain degree of degradation of the forest ecosystem and, as a rule, involve the identification of damage. The paper shows that before the impact, the cost of stands can be represented as the sum of ecosystem (ecological and resource) functions:  $C = \sum C_i$ , where  $C_i$  is the cost of the  $i$ -th function of the  $n$  considered. The calculation is performed relative to a certain function, the cost of which is known. As such a function, the tax rate of payment for wood is used. It is also possible to calculate the relative market price of wood. The final values of the value of ecosystem functions, at the same time, will differ in proportion to the ratio of tax and market prices. After exposure, the cost of stands is determined by adjusting the cost of each ecosystem function. The difference between before and after exposure determines the amount of damage. In accordance with the intended purpose, as well as due to the difference in forest inventory indicators of the stands, estimates of the significance of ecosystem functions may radically differ. This means that the distribution of the shares of significance for each stand is individual. The sequence of identifying the cost of stand and further damage is demonstrated by the example of a section of pine-larch forest destroyed by fire on the territory of the Lake Uchum resort. It was found that before the fire, the cost of stand was 156 700 rubles/ha, after the fire it decreased to 27819 rubles/ha; damage was determined in the amount of 128881 rubles/ha.

**Keywords:** *forests of the resort, pine-larch stand, importance of ecosystem functions, determination of cost and damage.*

**How to cite:** *Farber S. K., Kuzmik N. S., Goryaeva E. V. Environmental value of forests of the Uchum Lake resort zone: fire damage assessment // Sibirskij Lesnoj Zhurnal (Sib. J. For. Sci.). 2022. N. 4. P. 26–34 (in Russian with English abstract).*