

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДОРЕГУЛИРУЮЩЕЙ РОЛИ ЛЕСОПОКРЫТЫХ ВОДОСБОРОВ СРЕДНЕГО УРАЛА

Иван Андреевич Неклюдов

Уральский государственный лесотехнический университет, 620100, Россия, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, старший преподаватель кафедры «Землеустройство и кадастры»,
тел. 8-922-109-57-02, e-mail: Neklyudov87@mail.ru

Валерий Павлович Ануфриев

Уральский центр экологии и энергосбережения, 620049, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 23, доктор экономических наук, профессор, тел. (343)374-15-74, e-mail: mail@ucee.ru

В статье описана роль леса в водорегулировании, приведены результаты анализа существующих подходов к её оценке, приведена методика эколого-экономической оценки и часть результатов. Так же приведены результаты прогнозирования при разных тенденциях развития.

Ключевые слова: водорегулирующая роль, лесопокрытые водосборы, речной сток, водные ресурсы, экологический эффект, экономические эквиваленты, пространственно-временная динамика, фактор времени.

THE ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC ESTIMATION OF WATER- REGULATING ROLE OF FOREST-COVERED WATERSHEDS IN THE MIDDLE URAL

Ivan A. Neklyudov

Ural state forest engineering university, 620100, Russia, Ekaterinburg, 37 Sibirskiy trakt, senior Lecturer of Department Land management and cadastre, tel. 8-922-109-57-02, e-mail: Neklyudov87@mail.ru

Valeriy P. Anufriyev

The Ural Centre for Energy Efficiency and Environment, 620049, Russia, Yekaterinburg, 23 Mira st., Ph. D. of economy, professor, tel. (343)374-15-74, e-mail: mail@ucee.ru

This article describes the water regulating role of forest covered watersheds the results of an analysis of existing approaches to its estimation methodology, see Eco-economic evaluation and some of the results. Just the results of prediction at different development trends.

Key words: water regulating role, forest covered watersheds, river discharge, water resources, environmental impact, economic equivalents, spatiotemporal dynamics, the time factor.

На Среднем Урале насчитывается 18414 рек общей протяженностью 68 тыс. км, 129 водохранилищ, более 1200 прудов, 2500 озёр.

Общая величина осадков, формирующая водные ресурсы на территории Среднего Урала, уменьшается с севера на юг в равнинных районах с 580 мм до 340 мм, в горных – с 800 мм до 420 мм. Коэффициент прироста осадков за счет влияния лесов снижается с севера на юг с 0.14 до 0.08; доля осадков за теплый период времени на равнинных водосборах составляет 75 - 82 % от общей величины за год, на горных водосборах – 62 - 74%.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), опубликованным совместно с Европейской экономической комиссией ООН, уже 100 млн. европейцев не имеют доступа к чистой питьевой воде. В докладе ООН о состоянии водных ресурсов в мире (World water development report – WWDR-2012) сообщается что Земля, с ее многочисленными и разнообразными формами жизни, включая свыше шести миллиардов жителей, столкнулась с серьезным кризисом водных ресурсов. Все говорит о том, что ситуация ухудшается

и будет ухудшаться, если не будут предприняты меры для ее исправления. Водные ресурсы будут постоянно уменьшаться за счет роста численности населения, загрязнения окружающей среды и изменения климата.

Нарастающий водный кризис тесно связан с нерегулируемостью вопросов управления лесами. Возможность предотвращения водного кризиса напрямую зависит от того, насколько разумно и эффективно будут решаться проблемы управления лесным хозяйством. Ведь именно леса сохраняют и поддерживают баланс воды в наземных экосистемах. Более того, участвуя в глобальных циклах всех биогенных веществ, прежде всего воды, они регулируют и улучшают её поверхностный сток, определяя возможности водопользования для жизнедеятельности человека.

Глобальное значение лесов общеизвестно, а реализовать политику устойчивого развития, без учёта состояния лесов и воды, невозможно.

Несмотря на признание важности устойчивого развития, в ряде стран в гонке за «наживой» продолжается безконтрольная вырубка лесов, приводящая к потере водных источников и дефициту воды. Для решения этого важного вопроса следует осмыслить и признать главными для леса водорегулирующую, водоохранную и водоочистительную роли.

Водорегулирующая роль лесов обычно выражается в том, что они улучшают баланс между приходной и расходной частью водного баланса, в первую очередь, переводя поверхностный речной сток в подземный, сохраняя, таким образом, воду для человека. Так же водорегулирующие леса снижают интенсивность наводнений (или вовсе их предотвращают) в периоды снеготаяния

и ливней, повышают полноводность рек в меженный период, предотвращают заболачивание или содействуют лучшему дренажу почв. Оценка водорегулирующей роли лесов большинством исследователей признаётся бесспорной; ни у кого не вызывает сомнений и тот факт, что практически все леса обладают водорегулирующими свойствами.

Проблема экономической оценки водорегулирующей роли лесопокрытых водосборов слабо разработана как в методологическом, так и в прикладном плане. Исследования этой функции в биологическом направлении, за редким исключением носили в большинстве случаев описательный характер (рассматривалось природное явление) и не связывались с её экономической оценкой (Воронков, Данилик, Дяконов и др. [1, 2, 3]), а исследования в экономическом направлении почти не учитывали характер развития природных объектов и явлений.

Для экономической оценки водорегулирующей роли лесопокрытых водосборов можно использовать следующие подходы:

- Рыночный подход. Из-за отсутствия субъектов, желающих непосредственно платить за эту функцию, высказывается мнение, что в настоящее время экономическая оценка водорегулирующей роли лесопокрытых водосборов не нужна. При этом необходимо иметь в виду, что в самом ближайшем будущем, водорегулирующая роль лесопокрытых водосборов станет активно вовлекаться в сферу экономических, в частности лесных отношений.

- Рентный подход. Рента в оценке водорегулирующей роли лесопокрытых водосборов обуславливается её положительным влиянием на эффективность труда во всём общественном производстве на данной территории или в конкретных отраслях народного хозяйства.

- Затратный подход. Затратный принцип к оценке водорегулирующей роли лесопокрытых водосборов заключается в суммировании затрат на ведение лесного хозяйства, на лесопользование.

- Оценка по величине предотвращённого ущерба. При данном подходе к экономической оценке водорегулирующей роли лесопокрытых водосборов определяется величина предотвращаемого лесом суммарного ущерба природной среде, равного непосредственному ущербу, затратам на ликвидацию последствий отрицательного антропогенного воздействия и дополнительным расходам людей, проживающих в этих условиях.

- Концепция упущенной выгоды (альтернативной стоимости). Важное свойство концепции упущенной выгоды к оценке водорегулирующей роли лесопокрытых водосборов состоит в том, что она позволяет оценить эту роль даже когда она имеет явно заниженную цену или вообще её не имеет. Так, использование для оценки леса выгоды от смягчения весенних паводков и улучшения режима водопользования в течение года позволит более полно оценить водорегулирующую роль леса.

- Оценка по «стоимости существования» При экономической оценке водорегулирующей роли лесопокрытых водосборов по стоимости существования исходят из оценки воды в поверхностных и подземных источниках. Но при этом необходимо иметь в виду, что до сих пор водные ресурсы у нас практически бесплатны. Как отмечают А.М. Черняев и Н. В. Хильченко (1992) [5], на Урале существующие платежи промышленных предприятий не отражают истинной стоимости воды и носят символический

характер. В такой ситуации очень важно опираться на менее формализованное в экономическом плане понимание истинной ценности воды в природе.

Последовательность эколого-экономической оценки водорегулирующей роли лесных ландшафтов можно представить в виде:

1. Сбор натуральных показателей (качественных и количественных)
2. Оценка величины изменения подземного стока.
3. Выбор и обоснование экономического эквивалента
4. Получение экономической ценности водорегулирующей роли лесных ландшафтов

Натуральными показателями для водорегулирующей функции леса являются:

- показатели атмосферных осадков;
- средние многолетние показатели речного стока;
- рельеф и заболоченность территории;
- породный состав;
- возраст лесонасаждения, его полнота и бонитет;
- характеристика грунтов.

Львовичу М.И. (1963 г.) [4] принадлежит приоритет в осмыслении составляющих водного баланса речных бассейнов; суть его разработки К. Н. Дяконов (1987 г.) [3] впоследствии представил более наглядно в виде уравнения:

$$X1 + X2 + r = Sп + Sv + Sг + E + T + B \pm g \pm W, \quad (1)$$

где $X1$ – атмосферные осадки в жидкой фазе (за тёплый период); $X2$ – атмосферные осадки в твёрдой фазе (за холодный период); r – роса, иней, изморозь; $Sп$ – поверхностный сток; Sv – внутрипочвенный сток; $Sг$ – внутригрунтовый сток; E – физическое испарение; T – транспирация; B – физическая и химическая аккумуляция воды в годовом приросте фитомассы; g – фильтрационный поток воды из геосистемы в поток глубинных (нагорных) вод; W – изменение запасов воды в почве и грунте за годовой период времени.

Приведенное уравнение характеризует движение воды на протяжении года в пределах больших водосборных территорий, где такие локальные факторы, как перехват осадков кронами деревьев, метелевый перенос снега, не изменяют общей величины приходной и расходной части водного баланса. Это логически прозрачное уравнение позволяет выстроить в естественном порядке цифровые данные, характеризующие основные показатели водного баланса.

Оценка водорегулирующей роли леса по величине прироста подземного стока начинается с обоснования основных характеристик расходной части водного баланса. В табл. 1 они приведены в виде обобщающих средних годовых показателей по природным подзонам.

Таблица 1

Характеристика расходной части водного баланса природных подзон
Европейской части России и Западной Сибири
(по данным Института географии АН СССР, 1987 г.)

Подзона	Осадки, мм	Речной сток, мм	Коэффициент речного стока	Поверхностный сток, мм	Подземный сток, мм	Испарение осадков, мм
Северная тайга	600–700	250–300	0,40-0,45	180–240	60–100	286–310
Средняя тайга	550–690	150–250	0,30-0,36	120–200	120–200	350–380
Южная тайга	520–650	70–180	0,24-0,27	70–150	70–150	390–420
Лесостепь	470–580	40–80	0,12-0,14	35–60	35–60	440–490

Основной характеристикой расходной части водного баланса, определяющей и водорегулирующую роль лесов, является величина речного стока.

Наибольшая выраженность первичного эффекта водорегулирующей роли лесов проявляется в летний период; в этом случае величина прироста подземного стока будет равна:

$$\Delta S = \{X \cdot \alpha \cdot C1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 - X \cdot \alpha \cdot C2\} K1 \cdot \mu = \\ = X \cdot \alpha \cdot K1 \cdot \mu \{C1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 - C2\}, \quad (2)$$

где X – суммарная величина осадков; α – коэффициент речного стока; $C1$ и $C2$ – коэффициенты подземной составляющей речного стока соответственно для данной лесопокрытой и на безлесной территории; $K1$ – коэффициент заболоченности территории, μ – доля (от 1) летних осадков в сумме годовых; $K2, K3$ – коэффициенты, корректирующие возраст и класс бонитета насаждений; $K4$ – коэффициент, корректирующий полноту насаждений.

Для экономических эквивалентов натуральных показателей водорегулирующей роли лесопокрытых водосборов используются:

- величина вреда, предотвращаемого водорегулирующей ролью лесопокрытых водосборов;
- «замещающие затраты», представляющие собой расходы на создание биологических и технических объектов, эквивалентных лесам по водорегулирующему значению;
- величина «человеческого капитала» (стоимость «свободного времени»), определяющая степень повышения производительности труда людей в зависимости от значимости водорегулирующей роли лесопокрытых водосборов.

Экономических эквиваленты, которые когда-либо использовались для оценки водорегулирующей роли лесов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Существующие экономические эквиваленты 1 м³ воды
при оценке водорегулирующей роли лесов

Источник информации	Экономический эквивалент
Удельные нормативы на строительство новых гидроузлов	> 0,87 руб / м ³

(Хильченко, 1998 г.)	
Отождествление водоочистительной роли леса с фильтрующими сооружениями (Лебедев, 1998 г.)	до 6–10 руб / м ³
«Готовность платить» за воду (НПП «Кадастр», г. Ярославль, 2000 г.)	0,82 руб / м ³
НПП «Кадастр», г. Ярославль (2000 г.)	3,22–4,80 руб / м ³
Отождествление водоочистительного сооружения с лесной территорией (Бобылев и др., 2001 г.)	2,7–5,0 руб / м ³
Закон Свердловской области о платах за воду (2002 г.)	6,5–7,0 коп / м ³

В качестве экономического эквивалента мы предлагаем использовать ставку налога при заборе воды из поверхностных водных объектов в пределах установленных годовых лимитов водопользования, что для бассейна реки Обь уральского экономического района составляет 282 р. За тыс. м³ или размер коммунальных платежей за водоснабжение в городе Екатеринбург 23,9 р. За м³

Экономическая оценка годового эффекта водорегулирующей роли лесов за любой год t_i в форме дисконтированной величины составляет :

$$\mathcal{E}_i = \Delta S_i \times d_i \times r, \text{ руб./га в год,} \quad (3)$$

где: d_i - коэффициент дисконтирования r – стоимость (экономический эквивалент) 1 куб. м воды.

Экономическая оценка водорегулирующей роли леса за период t_i в форме дисконтированного эффекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_B = \Delta S_i \times t_i \times d_i \times r, \text{ руб./га,} \quad (4)$$

где: t_i – продолжительность i -й группы возраста лет; d_i - коэффициент дисконтирования r – стоимость (экономический эквивалент) 1 куб. м воды. Результатами этих расчётов явились значения годового экономического эффекта водорегулирующей роли лесных ландшафтов Свердловской области с разделением по типам леса, породам и классам бонитета. Так для Екатеринбургского лесокадастрового района стоимость водорегулирующей роли лесопокрывных водосборов сосновых насаждений варьируется, в зависимости от класса бонитета, от 4800 до 6400 руб./га. Так же результатом явился годовой экономический эффект по всей площади лесокадастровых районов и целиком для территории области. При стоимости 1 м³ воды 0,282 руб годовой эффект водорегулирующей роли лесных ландшафтов Свердловской Области составил 587,4 млн. руб., а при стоимости 23,9 руб. – 49783 млн. руб. Для сравнения: ВВП Св. обл. В 2012 году 1406000 млн. руб.

На водорегулирующую роль лесов влияет мозаичность их пространственной структуры. Мозаичность усиливает факторы, полностью (сплошные рубки, пожары) или частично (ветровалы, беглые пожары, несплошные рубки) разрушающие древостой. Они изменяют возрастную структуру древостоев. Нами были

проанализированы данные о динамике изменения относительных площадей (долей в %) лесов разных групп возраста на территории Свердловской области в период с 1961 по 2003 г.

В этот период на Среднем Урале доля спелых хвойных лесов сократилась с 40 до 19%, лиственных – с 14 до 10%, а в целом доля всех спелых насаждений, т.е. с наилучшими биометрическими параметрами, определяющими водоохранно-водорегулирующий потенциал лесной территории, – с 54 до 28%. Необходимо также отметить, что суммарная доля лиственных лесов на Среднем Урале за это же время увеличилась с 36 до 44%, т.е. в среднем в год на 0,2% от площади всех лесов.

Таким образом прогнозные расчёты по определению величины подземного стока, учитывающие пространственно-временную динамику и изменение состояния лесопокрытых водосборных территорий Среднего Урала, показывают, что:

- при существующей ситуации средняя величина подземного стока составляет (50% обеспеченности) 14560 млн. м³ (с площадью 12,97 млн. га);

- при существующей динамике природо- и лесопользования через 50 лет средняя величина подземного стока уменьшится в среднем на 14%, что будет приводить к негативным изменениям гидрологического режима территории (увеличатся наводнения в периоды снеготаяния и ливней, снизится полноводность рек в меженные периоды);

- при сохранении площади лесопокрытых водосборов и восстановленных хвойных лесов в соответствии с их коренными типами произрастания величина подземного стока увеличится по сравнению с существующими величинами в среднем на 18%, что может снизить дефицит водных ресурсов, а главное – позволит улучшить качество воды, что особенно важно в условиях высокого накопленного загрязнения почвенного покрова на Среднем Урале.

Одним из способов решения проблемы недостатка качественной воды может являться восстановление естественных лесонасаждений, а знание стоимости водорегулирующей роли позволит выработать экономический механизм устойчивого управления лесами и водными ресурсами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронков А. И. Экономическая оценка лесных угодий. – Новосибирск: Наука, 1976. – 120 с.
2. Данилик В. Н., Макаренко Г. П., Мурзаева М. К., Теринов Н. Н., Толкач О. В. Изменение водоохранно-защитной роли лесов Среднего и Южного Урала под влиянием хозяйственных мероприятий // Средаобразующая роль и её изменение под влиянием антропогенных воздействий. – М., Сб. научных трудов ВНИИЛМ, 1987. – С. 3-21.
3. Дяконов К. Н. Геофизика ландшафта. Метод балансов: Учебно-метод. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 95 с.
4. Львович М. И. Человек и воды // Преобразования водного баланса и речного стока. – М.: Географиздат, 1963 – 556 с.
5. Черняев А. М., Хильченко Н. В. Экономические проблемы оптимального водопользования // Экономические проблемы природопользования. – Екатеринбург, 1992. – С. 14-18.

© И. А. Неклюдов, В. П. Ануфриев, 2014