

---

# ПРИМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ ПРИ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ (на примере вырубок и массового ветровала, Тверская область)

Р.П. Титарев, Н.Ю. Гончарук

Факультет почвоведения  
МГУ им. М.В. Ломоносова  
*Ленинские горы, Москва, 119899*

В статье рассматривается эколого-экономическая оценка двух участков сплошных вырубок (3-х и 25-летнего возраста) и участка массового ветровала. Полученные данные позволили вычислить показатель экологического качества (ПЭК), на основании которого была рассчитана кадастровая стоимость исследованных земель. Для «Молодой вырубки» снижение кадастровой стоимости составило 12%, «Вырубки 25-летней» — 3%, «Ветровала» — 19%.

В настоящее время при экономической оценке земель лесного фонда в расчет принимаются только товарные свойства древесины, качество почв при таком подходе практически полностью игнорируется [1; 2]. Однако значительное влияние почвенных условий на скорость роста и качество лесонасаждений (как первичных, так и вторичных — послерубочных) подтверждено многими научными исследованиями [3—12]. В этих работах рассматривается воздействие различных факторов: ветрового режима, солнечной радиации, напочвенного покрова, количества осадков, достигающих поверхности почвы, воздействия агрегатной техники на почвы и формирующийся тип вырубки.

Изучение динамики плотности корнеобитаемого слоя почвы на вырубках показало, что максимальное значение плотности на свежем волокне составляет  $1,55 \text{ г/см}^3$ , а на двухлетнем — уже  $1,70 \text{ г/см}^3$  (критическое значение, при котором прекращается рост корней хвойных деревьев). Установлено, что степень уплотнения во многом зависит от гранулометрического состава почвы и ее влажности [13—15].

Динамика свойств почв на вырубках сводится к медленному возрастанию кислотности (в том числе и гидролитической), уменьшению степени насыщенности основаниями. Это может сопровождаться увеличением мощности гумусового горизонта, временным увеличением степени оглеения. Изменения затрагивают преимущественно верхние горизонты [16—18]. На восстановление исходных химических свойств почвы требуется 100 и более лет. Авторами отмечено, что эволюция почвенных свойств зависит от степени повреждения почвы, типа фитоценоза, характера сукцессии, скорости восстановления лесного биоценоза. Кроме того, показано, что восстановление почвенных свойств и почвенного покрова в целом несколько запаздывает по сравнению с восстановлением древостоя. При любых типах вырубок существенное значение имеет время их проведения. Так, вы-

рубки и вывоз древесины в зимний период приводят к меньшим нарушениям не только наземного растительного покрова, но и верхних органогенных и органо-минеральных горизонтов почвы [16—18].

За рубежом много работ посвящено внесению азотных удобрений при выращивании саженцев ели на вырубках [19; 20]. Установлено, что в первые несколько лет после рубки леса это ускоряет рост ели, однако требуется применение гербицидов для подавления травянистой растительности.

**Целью** данного исследования была попытка провести эколого-экономическую оценку территории 2-х вырубок и 1-го участка массового ветровала на основе корректировки кадастровой стоимости лесных земель с учетом почвенных свойств.

**Объекты и методы.** В качестве объектов нами выбраны сплошные вырубки и массовый ветровал в Тверской области (Оленинский леспромхоз и Центральнo-лесной биосферный госзаповедник). В геоморфологическом отношении территория представляет собой слабо всхолмленную водораздельную равнину, слабо расчлененную и заболоченную, с абсолютными отметками высот 230—270 м над уровнем моря. Первичный тип леса на всех 3-х участках — ельник неморально-кисличный, почвы — дерново-средне- и сильноподзолистые легкосуглинистые на опесчаненной среднесуглинистой морене. Исследования выполнены в 2004 г. методом парного сравнения: коренной тип леса (фон) — вырубка. На вырубке исследовались сильно нарушенные (магистральный волок) и средне нарушенные (дополнительные волокни, погрузочно-разгрузочная площадка) участки. Возраст объектов: 3 года (молодая вырубка 2001 года, площадь 80 га), 25 лет (25-летняя вырубка 1979 года, в 1981 г. проведена вспашка с посадкой саженцев ели, площадь 85 га), 17 лет (массовый ветровал, 1987 года, площадь 42 га).

**Результаты и обсуждение.** На вырубках нами были диагностированы следующие изменения в морфологии профиля почвы — на сильно нарушенных участках молодой вырубки заметно срезание и уплотнение верхних горизонтов (A1, A1A2, частично A2), а на средне нарушенных — на поверхности образуется горизонт, состоящий из порубочных остатков.

Рубка древесины приводит к изменению водного режима территории, что проявляется в появлении признаков поверхностного оглеения и оторфовывании верхней части профиля. На 25-летней вырубке стадия переувлажнения уже пройдена, морфологических признаков поверхностного оглеения и оторфовывания профиля нет. В результате вспашки при посадке саженцев ели на 25-летней вырубке произошло перемешивание верхних горизонтов, следы чего сохранились на момент исследования.

Сильно нарушенные участки массового ветровала также характеризуются срезанием верхнего горизонта A1. Однако здесь не происходит уплотнения верхних горизонтов, в то же время, как и на вырубках, отмечаются признаки процессов оторфовывания и поверхностного оглеения. Большие площади заняты сваленными стволами и ветками.

Таблица 1

**Содержание гумуса, железа (реак. Тамма), %  
и значения рН для фоновых участков**

«Молодая вырубка» (Тверская область)				
Горизонт	АО	A2h	A2	A2B
Глубина, см	0	8	12	20
рНводн	4,20	3,31	3,87	4,56
рНсол	5,23	4,35	4,91	5,63
гумус, %	4,03	2,09	1,02	4,03
Железо (реак. Тамма), %	0,26	0,06	0,12	0,24
«Вырубка 25-летняя» (Тверская область)				
Горизонт	АО	Ah	A2	A2B
Глубина, см	0	5	12	25
рНводн	3,98	3,97	4,4	4,35
рНсол	5,24	4,83	5,34	5,69
гумус, %	7,43	4,60	1,98	1,19
Железо (реак. Тамма), %	1,07	0,22	0,61	0,47
«Ветровал» (Тверская область)				
Горизонт	АО	A1	A2 <sub>пал</sub>	A2B
Глубина, см	0	6	13	27
рНводн	4,8	4,0	4,3	3,9
рНсол	—	—	—	—
гумус, %	6,2	0,1	0,2	
Железо (реак. Тамма), %		0,27	0,33	0,48

На участках средней и сильной степеней нарушенности молодой вырубке отмечено подкисление верхней части профиля: значения рН ниже фонового на единицу. На 25-летней вырубке значения рН на всех исследованных участках близки, то есть при проведении вспашки с посадкой саженцев ели нарушения по этому показателю за 25-летний срок нивелируются. На массовом ветровале такой нивелировки показателя рН не наблюдается. Значения рН на нарушенных участках отличаются от фоновых также на единицу (см. таблицы 1—3).

Таблица 2

**Содержание гумуса, железа (реак. Тамма), % и значения рН  
для средне нарушенных участков вырубок и массового ветровала**

Средне нарушенные участки					
«Молодая вырубка» (Тверская область)					
Горизонт	RT	A2h	A2 <sub>пал,г</sub>	A2Bg	
Глубина, см	0	12	19	46	
рНводн	3,97	4,02	3,05	4,13	
рНсол	4,71	4,83	3,97	5,10	
Гумус, %	6,17	2,22	0,98		
Железо (реак. Тамма), %		0,49	0,23	0,36	
«Вырубка 25-летняя» (Тверская область)					
Горизонт	A1A2г	A2г	A2 <sub>пал</sub>	A2B	
Глубина, см	0	10	20	41	
рНводн	3,96	4,05	4,32	4,30	
рНсол	4,94	4,68	5,46	4,98	
Гумус, %	2,02	1,86	1,15		
Железо (реак. Тамма), %	0,55	0,58	0,35		
«Ветровал» (Тверская область)					
Горизонт	АО	A1	A1A2	A2 <sub>пал</sub>	A2B
Глубина, см	0	8	17	25	36
рНводн	4,35	4,25	4,01	3,13	4,26
рНсол	4,99	5,22	5,17	4,19	5,18
Гумус, %	5,22	5,17	4,19	5,18	
Железо (реак. Тамма), %		0,44	0,37	0,32	0,46

**Содержание гумуса, железа (реак. Тамма), % и значения pH  
для сильно нарушенных участков вырубок и массового ветровала**

Сильно нарушенные участки					
«Молодая вырубка» (Тверская область)					
Горизонт	R	A2g	A2g	B1g	
Глубина, см	0	36	45	58	
pHводн	3,10	3,31	3,40	3,12	
pHсол	4,00	4,32	4,40	4,27	
Гумус, %	1,17	1,6	1,02		
Железо (реак. Тамма), %		0,49	0,19	0,53	
«Вырубка 25-летняя» (Тверская область)					
Горизонт	A0	R1	R2	A2B	B1
Глубина, см	0	8	16	34	45
pHводн	4,40	4,33	4,32	4,00	3,97
pHсол	5,97	4,85	5,42	5,63	4,88
Гумус, %	4,72	1,92	1,16	0,30	0,21
Железо (реак. Тамма), %	0,29	0,39	0,37	0,48	0,50
«Ветровал» (Тверская область)					
Горизонт	A1A2	A2	B1g		B2g
Глубина, см	0	2	17		33
pHводн	4,16	3,70	4,75		5,00
pHсол	5,21	3,36	4,24		3,71
Гумус, %	5,21	3,36	4,24		
Железо (реак. Тамма), %	0,36	0,13	0,46		

Содержание гумуса на всех объектах на нарушенных участках ниже фонового. Повышение наблюдается на средне нарушенных участках молодой вырубки и ветровале, что, на наш взгляд, связано с наличием на поверхности разлагающихся древесных остатков, которые вносят свой вклад в увеличение содержания органического вещества.

На нарушенных участках происходит повышение содержания  $Fe_2O_3$ , определенного реактивом Тамма, — на 0,1—0,2%, что, видимо, связано с подкислением и увеличением содержания органического вещества (см. таблицы 1—3).

Повышение плотности отмечено на сильно нарушенных участках молодой вырубки. На поверхности плотность сильно нарушенного участка превышает соответствующее фоновое значение на 35%, а на глубине 30 см превышение составляет 5%.

По результатам анализов почвенных образцов нами был проведен выбор показателей из перечня, приведенных в Приложении № 2 к «Методике определения размеров ущерба от деградации почв и земель», утвержденной Минприроды России 11.07.94, Роскомземом 08.07.94 [21]. При оценке степени деградации почв и земель проводилась балльная оценка почвенных разностей по каждому из выбранных показателей (0 — недеградированные (ненарушенные); 1 — слабодеградированные; 2 — среднедеградированные; 3 — сильнодеградированные; 4 — очень сильнодеградированные (разрушенные)).

Комплексная оценка экологического состояния почв проводилась на основании сопряженного анализа данных по деградации почв и земель. При сопоставлении унифицированных данных по четырем выбранным оценочным показателям (уплотнение, уменьшение запасов гумуса, увеличение кислотности, уменьшение

площади плодородного слоя (A1 + A1A2), характеризуемым индивидуальным набором балльных оценок (см. табл. 4), был рассчитан показатель экологического качества почв (ПЭК) [22] по формуле 1.

Таблица 4

**Диапазоны изменения свойств для различных степеней деградации почвы**

Показатели	Степень деградации, баллы				
	0	1	2	3	4
Увеличение равновесной плотности сложения плодородного* слоя почвы, % от исходного	< 10	10—20	21—30	31—40	> 40
Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (A + B), % от исходного	< 10	10—20	21—40	41—80	> 80
Увеличение степени кислотности (рН сол.), % от средней степени кислотности	< 10	10—15	16—20	21—25	> 25
Уменьшение площади плодородного (A1 + A1A2)** слоя, % от исходного	< 10	10—20	21—40	41—80	> 80

\* Ранжирование для параметра соответствует градациям для параметра «Увеличение равновесной плотности сложения пахотного слоя почвы, % от исходного».

\*\* Ранжирование для параметра соответствует градациям для параметра «Уменьшение запасов гумуса в профиле (A+B), % от исходного».

$$\text{ПЭК} = \text{Пд} + \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Пдп}_i)}{\left[ \sum_{i=1}^n (\text{Пдп}_i) + n \right]}, \tag{1}$$

где ПЭК — показатель экологического качества; Пд — значение доминирующего параметра (ранжированного параметра высшего класса опасности и уровня потери качества); Пдп<sub>i</sub> — значение дополнительного параметра; n — число дополнительных параметров.

Таблица 5

**Степень деградации и величина ПЭК для исследуемых участков**

Участки	Показатели				ПЭК
	увеличение равновесной плотности сложения плодородного слоя почвы, % от исходного	уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (A + B), % от исходного	увеличение степени кислотности (рН сол.), % от ср. степ. кислотн.	уменьшение площади плодородного (A1 + A1A2) слоя % от исходного	
Молодая вырубка					
Средне нарушен.	0*	0*	0	3	3
Сильно нарушен.	1	0*	2	3	3,5
25-летняя вырубка					
Средне нарушен.	0*	0	0	1	1
Сильно нарушен.	0*	3	0*	1	1,5
Массовый ветровал					
Средне нарушен.	1	0*	0	2	2,2
Сильно нарушен.	1	3	0	3	3,6

Из табл. 5 видно, что по показателю «Увеличение равновесной плотности сложения плодородного слоя почвы, % от исходного» степень деградации соответствует 1-му уровню (слабо деградированная) на сильно нарушенном участке молодой вырубки и на обоих участках ветрвала; по показателю «Уменьшение

запасов гумуса в профиле почвы (A + B), % от исходного» максимальное значение — 3 (сильно деградированная) на сильно нарушенных участках 2-х объектов (25-летняя вырубка и ветровал). По показателю «Увеличение степени кислотности (рН сол.), % от средней степени кислотности» отмечается 2-й уровень (средне деградированная) на сильно нарушенном участке молодой вырубки. Показатель «Уменьшение площади плодородного (A1 + A1A2) слоя, % от исходного» характеризуется значением 3 (сильно деградированная) на средне и сильно нарушенных участках молодой вырубки и сильно нарушенном участке ветровала.

Перевод балльной (уровневой) оценки экологического качества (ПЭК) в процентную оценку осуществлялся на основании таблицы 6 [22].

Таблица 6

**Оценка уровня потери качества почв в процентах**

Уровень потери экологического качества почв	%
1 — условно нулевой	0—5
2 — низкий	6—20
3 — средний	21—40
4 — высокий	41—70
5 — катастрофический	71—100

Таблица 7

**Уровни ухудшения состояния почв в соответствии с рассчитанным показателем экологического состояния почв**

Участки	Показатель экологического качества	Уровень ухудшения состояния почв	Оценка уровня потери качества, % от исходного
<b>Молодая вырубка</b>			
Средне нарушенный	3	3	21
Сильно нарушенный	3,5	4	41
<b>25-летняя вырубка</b>			
Средне нарушенный	1	1	0
Сильно нарушенный	1,5	2	6
<b>Массовый ветровал</b>			
Средне нарушенный	2,2	2	6
Сильно нарушенный	3,6	4	41

Таким образом (табл. 7), уровень потери качества почв исследуемых участков молодой вырубки варьирует от 3-го до 4-го, на 25-летней вырубке этот показатель варьирует от 1-го до 2-го уровней, а на ветровале — от 2-го до 4-го.

Расчет кадастровой стоимости и нормативной цены лесных земель в Российской Федерации проводится в соответствии с «Методикой государственной кадастровой оценки земель лесного фонда Российской Федерации» (Росземкадастр, 2002). Поскольку данная методика не учитывает почвенные свойства, нам представляется целесообразным скорректировать полученные на ее основе данные, учитывая экологическое состояние почв (для наших объектов это показатели деградации почв и показатель экологического качества почв — ПЭК).

Исходя из рассчитанного процентного ухудшения состояния почв нами определена стоимость участков разной степени нарушенности. В итоге была рассчитана общая кадастровая стоимость территории объектов исследования с учетом площади, занимаемой сильно и средне нарушенными участками.

## **Выводы.**

1. Вырубки леса и массовые ветровалы являются наиболее распространенными видами антропогенных нарушений лесных экосистем. На вырубках и ветровалах происходят срезание верхних почвенных горизонтов — O, A1, A1A2, A2, уплотнение, поверхностное оглеение и оторфовывание верхней части профиля. Почвы вырубков проходят стадию гидроморфизма, дерновую стадию, с постепенным возвратом почвенных свойств к исходному фоновому состоянию.

2. В настоящее время при оценке лесных земель доминируют подходы, основанные на экономических показателях. Наиболее перспективным путем развития существующих методов оценки лесных земель, на наш взгляд, является учет экологического состояния почвенного покрова на основе определения степени деградации почв.

3. Степень деградации на исследуемых участках изменяется от недеградированной (0) до сильно деградированной (3). Максимальная степень деградации выявлена по показателям — «Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (A + B), % от исходного» и «Уменьшение площади плодородного (A1 + A1A2) слоя, % от исходного» на сильно нарушенных участках всех изученных объектов и на среднем нарушенном участке молодой вырубки.

4. Общая кадастровая стоимость территории молодой вырубки площадью 80 га составила 218 тыс. 400 руб. до корректировки, 191 тыс. 318,4 руб. — после корректировки (снижение стоимости составило 12%); 25-летней вырубки площадью 85 га до корректировки — 232 тыс. 50 руб., после — 225 тыс. 88,5 руб. (снижение стоимости составило 3%); массового ветровала площадью 42 га 114 тыс. 660 руб. до корректировки, 92 тыс. 416 руб. после (снижение стоимости составило 19%).

## **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Методика государственной кадастровой земель лесного фонда Российской Федерации. Утверждена Приказом Росземкадастра от 17.10.2002 № П/336.
- [2] Приказ Федеральной службы лесного хозяйства России от 10 марта 2000 г. № 43 «Об утверждении методики экономической оценки лесов».
- [3] *Декатов Н.Е.* Мероприятия по возобновлению леса при механизированных лесозаготовках. — М.-Л.: Гослесбумиздат, 1961.
- [4] *Мелихов И.С.* Лесоведение. — М.: Лесная промышленность, 1980.
- [5] *Мелихов И.С., Корконосова Л.И., Чертовский В.Г.* Руководство по изучению типов концентрированных вырубков. — М.: Наука, 1965.
- [6] *Обыденников В.И.* Лесоводственно-географические аспекты типологии вырубков // Лесхоз. информ. — 2002. — № 4. — С. 28—54.
- [7] *Обыденников В.И., Кожухов Н.И.* Типы вырубков и возобновление леса. — М.: Лесная промышленность, 1977.
- [8] *Петров В.В.* О различиях в растительном покрове северной и южной стороны узкой лентовидной вырубки в сосново-еловом лесу // Вестн. МГУ. — 1969. — № 5. — С. 47—52.
- [9] *Побединский А.В.* Возобновление леса на концентрированных вырубках. — М.-Л.: Гослесбумиздат, 1955.
- [10] *Побединский А.В.* Методика изучения лесовосстановительных процессов. — Изд. 2-е, доп. и перераб. — М., 1962.

- [11] Системы ведения лесного хозяйства на зонально-типологической основе / ЦБНТИ Гослесхоза СССР. — М., 1983.
- [12] *Ткаченко М.Е.* Общее лесоводство. — М.-Л.: 1955.
- [13] *Баранцев А.С.* Способ оценки естественного возобновления // Лес. х-во. — 1983. — № 6. — С. 17—19.
- [14] *Побединский А.В.* Лесоводственная оценка древостоев разного состава // Лесн. хоз-во. — 1993. — № 6. — С. 23—25.
- [15] *Побединский А.В.* Лесопользование и устойчивость лесных экосистем / Леса будущего — проблемы и решения. — М.: Гослесхоз СССР, 1986. — С. 35—43.
- [16] *Морозова Р.М.* Изменение процессов почвообразования под влиянием концентрированных рубок леса / Возобновление леса на вырубках и выращивание сеянцев в питомниках. — Петрозаводск, 1964. — С. 23—25.
- [17] *Тоцева Г.П.* Изменение почвенного покрова на вырубках ельников южной тайги: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М., 1988.
- [18] *Холопова Л.Б., Солнцева О.Н.* Динамика естественных и искусственных лесных биогеоценозов Подмосковья. — М.: Наука, 1987.
- [19] *Jonsson A.M., Morten Ingerslev, Karsten Raulund-Rasmussen.* Frost sensitivity and nutrient status in a fertilized Norway spruce stand in Denmark // For. Ecol. Manage. — 2004. — N 201.
- [20] *Ulf Sikstrom.* Survival, growth and needle element concentrations of *Picea abies* (L.) Karst. seedlings after brush removal in a previously N fertilized stand. // For. Ecol. Manage. — 2004. — № 203.
- [21] Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель. — М., 1994 (Утверждена Минприроды России и Роскомземом).
- [22] *Макаров О.А.* Состояние почвы как объект экологического нормирования окружающей природной среды: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — М., 2002.

**THE APPLICATION OF SOIL PROPERTIES MEASURES  
IN ECOLOGICAL-ECONOMIC ESTIMATION OF FOREST SOILS  
(by example of clear cuttings down and wind throw  
in Tverskaya region)**

**R.P. Titarev, N.U. Goncharuk**

Faculty of Soil Science  
Lomonosov Moscow State University  
*Leninskiye Gory, Moscow, 119899*

The ecological-economic assessment of the two sites of clear cuttings down of 3 years and 25 years age and a site of catastrophic wind throw of 17 years is lead. Obtained data have been used for calculation of a index of ecological quality (PEQ) which size has allowed to correct cadastral cost of the ground areas. Decrease from 3% to «cutting down 25-years» up to 12% «young cutting down» was noted. The maximal decrease (19%) corresponds to a site «wind throw».