

КОМИ РЕГИОНАЛЬНЫЙ НЕКОММЕРЧЕСКИЙ ФОНД «СЕРЕБРЯНАЯ ТАЙГА»
ПРОЕКТ «ОЦЕНКА ДОЛГОВРЕМЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛЕСОЗАГОТОВОК НА ВОДНЫЕ
РЕСУРСЫ»

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕМЕ «ОЦЕНКА ДОЛГОВРЕМЕННОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛЕСОЗАГОТОВОК НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ»

СОДЕРЖАНИЕ

ВЛИЯНИЕ ЛЕСОЗАГОТОВОК НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ.....	3
ЛЕСОЗАГОТОВКИ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ УВЕЛЕЧЕНИЯ МУТНОСТИ ВОДОТОКА.....	7
ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ЛЕСОЗАГОТОВОК НА ГИДРОБИОНТОВ.....	9

ВЛИЯНИЕ ЛЕСОЗАГОТОВОК НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

Антропогенный пресс на лесные экосистемы приводит к нарушению важных биосферных функций лесов, включая водорегулирующие и водоохранно-защитные. Масштабы и глубина проявления таких нарушений, а также специфика восстановления биосферных функций лесов должны учитываться при формировании стратегий устойчивого управления лесами и служить индикаторами состояния природных комплексов. В настоящее время актуальность этой проблемы приобретает особое значение. Ежегодно вырубаются сотни тысяч гектаров леса, проводятся различные мероприятия по лесовосстановлению, созданию защитных полос и водоохранных зон. Вследствие этого происходит значительное преобразование гидрологических процессов, зачастую имеющее негативный характер.

Оценка влияния леса на гидрологический цикл и речной сток – классическая задача экспериментальной и теоретической гидрологии.

Большой интерес по гидрологическим последствиям в таежной зоне представляют лесозаготовки, выполняемые сплошными рубками. При сплошных рубках в равнинных лесах Европейской части Российской Федерации древостой удаляется с площади до 50 га за один прием в течение короткого периода (Правила рубок главного пользования..., 1994). Такие рубки приводят к значительным преобразованиям биогеоценоза на участке и изменениям условий формирования элементов водного баланса.

В результате рубок и проведения лесосечных работ без соблюдения лесоводственных требований происходит ухудшение водно-физических свойств почв, снижается их инфильтрационная способность, увеличивается поверхностный сток и, как следствие, усиливается эрозия почвы. В свою очередь, ухудшается плодородие лесных почв, снижается продуктивность восстанавливающихся древостоев. Водоохранные свойства нового поколения леса не восстанавливаются значительный период, особенно на тех площадях, где наблюдается смена хвойных пород на лиственные (Побединский, 1979). Кроме того, уменьшается пополнение подземных вод, ухудшается гидрологический режим рек, что наносит большой ущерб сельскому хозяйству, промышленным предприятиям, населенным пунктам, расположенным около водотоков.

Многочисленные экспериментальные исследования, проводившиеся в разных странах, позволили сформировать основные представления об особенностях гидрологического цикла лесных водосборов и роли лесных экосистем в гидрологических процессах.

Влияние леса на гидрологический цикл и речной сток наиболее заметно проявляется в перехвате осадков кронами деревьев и увеличении потерь стока на суммарное испарение. В среднем полог древостоя может задерживать 10–25% выпадающих жидких осадков, однако величина суммарного испарения в теплый период может меняться в значительном диапазоне в зависимости от климатических условий, почвенных характеристик, а также состава, структуры и возраста древостоя. В зимний период перехват осадков и испарение также играют важную роль, особенно в хвойных лесах, где снег задерживается на кронах деревьев в течение длительного времени. (Кучмент и др., 2012).

Почвы водосборов, покрытых лесом, обычно имеют высокую проницаемость, что приводит к сокращению поверхностного стока и увеличению запасов грунтовых вод. В результате этого увеличение лесистости водосбора способствует снижению максимального расхода и объема весеннего стока и повышению меженного стока. В то же время, во многих исследованиях, при рубке леса наблюдалось увеличение максимального расхода и объема паводков и половодий, а меженный сток уменьшался или полностью прекращался на малых лесных реках. (Рахманов, 1981).

В таежной зоне страны доля зимних осадков весьма значительна (до 50 % и выше от годовой суммы). Весной здесь обычно наблюдается бурное снеготаяние и обильный сброс талых вод. В древостоях, пройденных выборочными и постепенными рубками, снегозапасы вследствие снижения сомкнутости крон обычно больше, чем в незатронутых рубками лесах. После сплошных узколесосечных рубок снегозапасы также увеличиваются. Несколько иная картина наблюдается на сплошных концентрированных вырубках. На тех участках, где полностью уничтожен подрост и тонкомер, запас воды в снежном покрове вследствие сдувания снега к опушке леса и в понижения обычно меньше, чем в лесу. Ускоренное снеготаяние и слабая водопроницаемость почв на сплошных вырубках способствуют образованию интенсивного стока. Усиление поверхностного стока в результате рубок часто сопровождается эрозионными процессами (смыв и снос почвы, образование оврагов и пр.). Эрозионные процессы более значительны при сплошных рубках, чем при выборочных и постепенных.

Современные виды механизированных лесозаготовок изменяют лесную среду. При применении лесозаготовительной техники на лесосеках существенно нарушается напочвенный покров и верхние горизонты почвы. В результате ухудшаются водно-физические свойства и инфильтрационная способность почв. Особенно резко ухудшаются свойства почв после применения в бесснежный период тракторов с высоким удельным давлением на грунт. Нередко на суглинистых и глинистых мокрых почвах после применения такой техники водопроницаемость почвы снижается в десятки раз. Резкое ухудшение водно-физических свойств почвы приводит к полной утрате водоохранно-

защитных функций участками леса, пройденными рубками. Коэффициент поверхностного стока возрастает более чем в 200 раз, внутрипочвенный сток полностью исчезает, а интенсивность процессов водной эрозии увеличивается в сотни раз (Данилик, 1979). Вследствие удаления при летних лесозаготовках подстилки и ухудшения водно-физических свойств почва промерзает на большую глубину и обычно не успевает оттаять до полного схода снежного покрова. Поэтому весь весенний сток сбрасывается по поверхности, ухудшая гидрологический режим рек. В результате усиливаются весенние паводки, пересыхают ручьи и речки в меженный период.

Согласно исследованиям (Крестовский, 1986) важное влияние леса на гидрологический цикл и годовой сток в северо-западной части Европейской России имеет возраст древостоя, определяющий интенсивность транспирации.

В наибольшей степени рубки влияют на изменение сезонной структуры стока. При вырубке лесов на больших площадях происходит перераспределение стока за счет увеличения поверхностной составляющей и, следовательно, доли весеннего стока (Буренина, 2005).

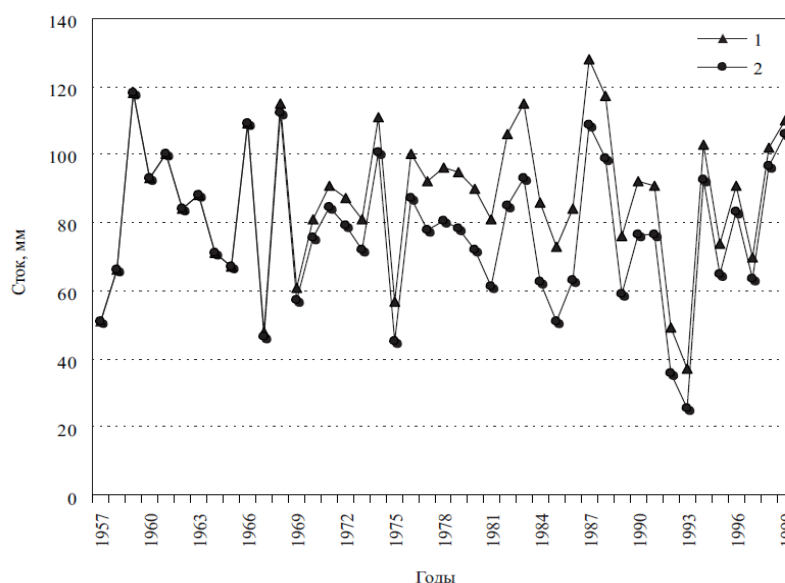


Рисунок 1. Трансформация стока р. Муры в результате рубок и последующих лесовосстановительных сукцессий.
1 – естественный сток, 2 – сток, трансформированный рубками. (Онучин, 2014)

В первые 10–15 лет после вырубки старого древостоя, когда молодой лес восстанавливается, суммарное испарение резко уменьшается и годовой сток увеличивается. В период интенсивного развития древостоя в возрасте от 15–20 до 50–60 лет испарение с лесных массивов увеличивается, и годовой сток начинает снижаться (Лебедев, 1999). Далее по мере старения леса испарение вновь уменьшается, и сток

начинает возрастать до средних значений для безлесных водосборов. Таким образом, наименьшие изменения происходят после удаления молодого низкопродуктивного древостоя. С увеличением его возраста и повышением продуктивности снижение испарения с лесного участка после воздействия достигает 300 мм. Основным фактором увеличения стока с вырубki в первый год после воздействия является снижение испарения. Изменение объема предвесенних снегозапасов на лесном водосборе после воздействия зависит от таксационных характеристик удаленного древостоя и зимних оттепелей, причем роль последнего фактора является наиболее ощутимой и возрастает с увеличением суммы положительных температур за период снегонакопления.

Изменения в приходных и расходных составляющих водного баланса после сплошных рубок также отражаются на распределении стока по водоносным горизонтам. Уничтожение древесного полога, который перехватывает до 40 % осадков, предопределяет гораздо большее поступление влаги на поверхность почвы, что в комплексе с нарушением лесной подстилки и ухудшением водно-физических свойств почвы вызывает резкое увеличение склонового стока как в период снеготаяния, так и во время ливневых дождей. При вырубке 10–50 % лесов на водосборах склоновый поверхностный сток увеличивается на 10–20 %, глубокий подземный сток снижается на такую же величину (Kvindesland, 2007).

ЛЕСОЗАГОТОВКИ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ УВЕЛИЧЕНИЯ МУТНОСТИ ВОДОТОКА

Как было сказано выше, на площадях, где лесные почвы в результате деятельности человека сильно повреждены, образуется поверхностный сток воды, а вместе с ним начинается эрозия почвы. При возникновении эрозионных процессов увеличивается доля илистых наносов. В ходе исследования СахНИРО (Клинцов, 1973) было установлено, что наибольшая мутность воды отмечалась при следующем комплексе работ: рубка, вывозка древесины и строительство дороги. На расстоянии 17 км от района работ мутность воды в реке увеличилась в 10,4 раза. Непосредственно в районе работ она составляла до 60 мг/л. Одна только вырубка леса увеличивала осаждение мелких частиц на грунте речного дна в 2-3 раза, а рубка, совмещенная с вывозкой древесины, - в 18 раз. Исследователи отмечали, что это заиливание не носило необратимого характера. После дождевых паводков грунт очищался.

При каждом проходе автомашин мутность воды в реке резко увеличивается. Так, на одном из ключей содержание взвешенных частиц в воде до прохода транспорта составляло 1310 мг/л, а сразу после проезда его возросло до 4040 мг/л; аналогичный результат был получен на другом ключе; содержание взвешенных частиц увеличивалось соответственно с 600 до 1600 мг/л. Вода чистого притока содержала 4 мг/л взвесей. Мутность воды на различных участках р. Приторной в период эксперимента

№ п/п	Участки взятия проб воды	Мутность, мг/л	
		13.10.1973 г.	01.11.1973 г.
1	Участок лесоразработок (верховья р. Приторной)	58960	-
2	0,5 км от лесоразработок	24760	-
3	1,0 км от лесоразработок	8040	-
4	3,0 км от лесоразработок	226	600
5	7,0 км от лесоразработок	87	192
6	12,0 км от лесоразработок	70	220
7	18,0 км от лесоразработок	24	26

Таблица 1. Мутность воды на различных участках р. Приторной в период эксперимента СахНИРО. Дата начала интенсивных рубок – сентябрь 1973 г. (Клинцов, 1973)

В проведенном аналогичном исследовании (Мухамедшин и др., 2003) был сделан анализ данных среднего годового модуля стока воды и илистых наносов Ветлужско-Унженской равнины, которая подверглась сплошным концентрированным рубкам леса в 1930 – 1950 годах. Было установлено, что после вырубки 80% спелых деревьев, с 1952 по 1958 годы существенно изменился режим стока рек бассейнов Средней и Верхней Волги. Также, данные свидетельствуют о том, что сплошные концентрированные рубки на больших площадях с использованием тракторной трелевки существенно повлияли как на

распределение годового модуля стока воды (л/сек с 1 км²), так и на илистые наносы (т/км²) (Таблица 1).

До рубок (1945 – 1951)		После рубок (1952 – 1958)		После лесовосстановления (1959 – 1962)	
Годовой модуль стока (л/сек)	Годовые наносы (т/1 км ²)	Годовой модуль стока (л/сек)	Годовые наносы (т/1 км ²)	Годовой модуль стока (л/сек)	Годовые наносы (т/1 км ²)
6,71	5,28	9,88	8,95	6,92	6,93

Таблица 1. Средние статистические показатели годового модуля стока воды и годовых наносов с 1 км² бассейнов рек Верхней Волги, Унжи, Костромы, Керженца, Ветлуги и их динамика под влиянием сплошных концентрированных рубок (Мухамедшин и др., 2003)

ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ЛЕСОЗАГОТОВОК НА ГИДРОБИОНТОВ

Специалисты гидробиологи и гидрологи из Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (г. Ростов-на-Дону) в 1991 году вели на Сахалине наблюдения за ихтиофауной, бентосными организмами и гидрохимическими показателями рек Амба и Пилевка (западная часть Смирныховского района) в районе проведения лесозаготовок. Их выводы были неутешительны. Биомасса фито- и зообентоса в районе рубки леса была существенно ниже. На участках дна здесь было обнаружено очень высокое содержание нефтепродуктов. В донных отложениях устья реки обнаружено высокое содержание (до 60%) смолистых компонентов. Отмечены морфофизиологические и функциональные отклонения в организме длительно обитающих в этих водоемах рыб – кунджи, мальмы. У них была нарушена сердечно-сосудистая система, отмечены негативные изменения в печени. Рыба была подвержена сильному токсикозу, вызванному воздействием экстрагируемых из древесины веществ.

Немаловажное значение играют лесозащитные полосы по берегам водотоков, которые частично защищают его от воздействия прилегающих земель. Основная задача этих буферов – сохранение условий для естественной очистки загрязненных вод, поступающих с водосбора, до их попадания в водный объект путем перехвата поверхностных вод и перевода их в подземный сток. Это способствует сохранению или восстановлению естественного качества воды и в определенной мере улучшает водный режим. Также стоит обратить на то, что защитные полосы выступают в роли «солнечных зонтов» водотока, минимизируя влияние солнечной радиации и участвуя в теплообмене. (Рис. 2). Температура воды в водотоке на залесенной территории ниже примерно на 7°C, в отличие от вырубленных участков. Особо важное значение водоохранные зоны имеют для малых рек и озер, поскольку запасы воды в них невелики и могут быть легко нарушены как по количеству, так и по качеству воды. Скорость поверхностного стока зависит от наличия лесозащитных зон, обрамляющих водоток. Отсутствие этих буферных полос вследствие рубок приводит к увеличению скорости паводкового стока, с которым в водоток уносится большое количество органо-минеральных соединений и других твердых частиц (USDA National Agroforestry Center, 2012).

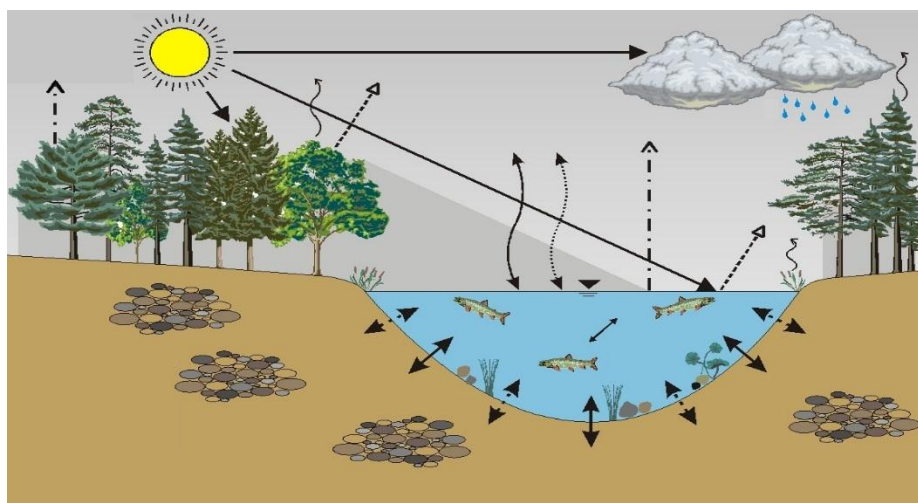


Рисунок 2. Влияние буферных полос на теплообмен водотока с внешней средой.

(Matthew D. Alexander, 2006)

При перенасыщении водоёмов биогенными элементами, возникает эвтрофикация, что может привести к бурному развитию водорослей, дефициту кислорода, заморам рыб и животных – происходит замена сообществ. В ходе экспериментов установлено, что на безлесных водосборных площадках в воде малых рек концентрация солей кальция, магния, калия и нитратов в 4 - 5 раз больше, а сульфатов — в 1,5 раза меньше, чем на залесенных. Отмечено также, что лесные массивы, предохраняя реки от заиления и давая питательные вещества различным гидробионтам, дополнительно способствуют улучшению (сохранению) качества природных вод.

Проведенные в Республике Коми результаты исследований для средней тайги европейского Севера позволяют считать, что при освоении лесных земель сельскохозяйственным производством с целью сохранения водоохранной и водорегулирующей функций леса лесистость малых водосборов (до 100 га) должна быть не ниже 45 %. При этом насаждения следует размещать вдоль водотока. При прогнозе половодья необходимо учитывать представленность различных насаждений на водосборе и особенности их влияния на условия формирования стока. Для повышения водоохранной и водорегулирующей функций таежных лесов с учетом перспективы потребления древесины целесообразно в свежих и влажных типах леса (черничники, долгомошники) выращивать насаждения с преобладанием березы в возрасте до 40—50 лет и с последующим снижением ее участия в составе спелых хвойных древостоев до 20—30 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буренина, Т. А. Водоохранно-защитные принципы лесопользования в бассейнах рек Северного Приангарья // *Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов: Мат. Междунар. конф. Иркутск, 2005.* – С.169-171.
2. Вомперский, С. Е. Влияние леса на водные ресурсы / С. Е. Вомперский, П.Ф. Идзон // М.: Наука, 1976. - 166 с.
3. Денмухаметов Р. Р. Антропогенная составляющая речного стока растворенных веществ / Р. Р. Денмухаметов, А. Н. Шарифуллин // *Экологический консалтинг.* – 2001. – N1(41). – С. 34-41.
4. Мухамедшин, К. Д. Влияние сплошных концентрированных рубок на водоохранно-защитные функции лесов Ветлужско-Унженской равнины / К. Д. Мухамедшин, С. А. Родин, Ю. И. Неволин // *Лесной вестник.* – 2003. – N3. – С. 85-93.
5. Карпечко, Ю. В. Гидрологическая роль лесохозяйственных и лесопромышленных работ в таежной зоне Европейского Севера России / Ю. В. Карпечко, Н. Л. *Бондарик* // Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2010. — 225 с.
6. Карпечко, Ю. В. Оценка изменения элементов водного баланса в первый год после рубок в таежной зоне Европейского Севера России / Ю. В. Карпечко, Н. А. Мясникова // *Учетные записки: Гидрология.* – 2010. – N33.
7. Крестовский, О. И. Влияние вырубki леса и восстановления лесов на водность рек / О. И. Крестовский. - Л.: Гидрометеиздат, 1986. - 117 с.
8. Кучмент, Л. С. Модель гидрологического цикла лесного водосбора и оценка изменений водного баланса при вырубке леса / Л. С. Кучмент, А. Н. Гельфан, В. Н. Демидов // *Лесоведение.* – 2012. – N6. – С. 3-13.
9. Молчанов, А. А. Гидрологическая роль леса / А. А. Молчанов // М.: Изд-во АН СССР, 1960. — 488 с.
10. Онучин, А. А. Лесогидрологические последствия рубок в условиях Средней Сибири / А. А. Онучин, Т. А. Буренина, Н. В. Зирюкина, С. К. Фарбер // *Сибирский лесной журнал.* – 2014. – N1. – С. 110-118.
11. Побединский, А. В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов. / А. В. Побединский // М.: Лесная промышленность, 1979. — 176 с.
12. Правила рубок главного пользования в равнинных лесах Европейской части Российской Федерации. — М., 1994. — 32 с.
13. Рахманов, В. В. Лесная гидрология. Итоги науки и техники. Лесоведение / В. В. Рахманов // ВИНТИ, 1981. - 121 с.

14. Федоров, С. Ф. О влиянии вырубki леса на изменение элементов его водного баланса. /С. Ф. Федоров // Труды ГГИ. – 1979. - вып. 258. - с. 30–44.
15. Kvindseland, S. Hydrogeochemical processes in a forested watershed in southern Norway / S. Kvindseland // Skogforsk. – 1994. - N10. – 37p.