

Инженерная экология

ДИНАМИКА ГОРНЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОСЛЕ РУБОК В БУКОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ СОЧИНСКОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ

Битюков Н.А.

Приведены принципы и результаты экологического мониторинга в буковых лесах бассейна реки Мзымты (Северо-Западный Кавказ), а также динамика некоторых элементов лесных экосистем, находящихся под антропогенным воздействием.

Ключевые слова: мониторинг, Северо-Западный Кавказ, осадки, снежный покров, ручьевой сток, листовой опад, молодняки.

УДК 630*
228(23)

Известно, что **экологический мониторинг** — комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния биосферы под влиянием естественных и антропогенных факторов. Без объективной информации о состоянии окружающей среды и тенденциях ее изменения невозможна практическая реализация мер по ее защите. В наших исследованиях объектом экологического мониторинга являлась лесная природная среда, характеризующаяся определенным территориальным масштабом (глобальным, региональным, локальным), а также биологическими, геофизическими и геохимическими свойствами. По определению более низкого уровня **экологический мониторинг** — информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов (Израэль, 1984).

Для лесного мониторинга точным и эффективным способом является слежение за динамикой леса и состоянием древостоев на постоянных пунктах наблюдений (ППН), а также на специально организованных лесогидрологических стационарах (ЛГС) с проведением на них активных экспериментов. ППН представляют собой постоянные пробные площади (пл. до 1,0 га), заложенные в соответствии с ОСТ 56-69-83. Каждый ППН привязывается к квартальной сети или четко обозначенным натурным ориентирам, данные привязки наносятся на абрисы и на планшеты лесоустройства. ППН закладываются в древостоях основных лесобразующих пород с учетом вертикальной зональности в горных условиях и расположениях водосборных бассейнов рек, а также в местах воздействия природных и антропогенных факторов.

Концептуальное решение методологии экологического мониторинга лесных экосистем различного ранга основано на выборе наиболее подходящих типовых программ ГИС-технологий (WinGIS, ArcView и др.). При этом лесные сообщества представляется необходимым разделить на следующие уровни (ранги):

- отдельные особи (деревья, кустарники и т.д.), различающиеся по биологии, экологическим нишам произрастания, санитарному состоянию и т.д.

- древостои, по определению — «совокупность деревьев, иногда кустарников, являющаяся основным компонентом насаждения», которая различается по строению, происхождению, состоянию, сложности и т.д.;

- насаждения — совокупность растений, состоящая из древостоя, а также часто подроста, подлеска и живого напочвенного покрова, объединенных однородными лесорастительными условиями и характеризующиеся определенной внутренней структурой (по определению, может быть различным по ярусности, строению, хозяйственной ценности и т.д.);

- лес — совокупность лесных древесных и иных растений, почвы, животных, микроорганизмов и других природных компонентов, имеющие внутренние взаимосвязи и связи с внешней средой (по определению, может быть девственный, мелколиственный, широколиственный, светлохвойный, темнохвойный).

Как правило, эти биологические уровни связаны с размерами занимаемого физического пространства (площади), определяемым уровнем сообщества (дерево, выдел, квартал, лесничество, лесхоз и т.д.), классификация по которым помогает хозяйственному

выделению и управлению (менеджменту). Если эти площади будут привязаны к географически обоснованной схеме деления участков суши (земли), то появляется возможность комплексно решать многие хозяйственные задачи, увязать задачи ведения лесного и водного пользования, возможно, на основе привязки квартальной сети к водосборам различного ранга. В перспективе геоэкологической основой лесного мониторинга на различных уровнях должны стать геоинформационные системы (ГИС) с оцифровыванием и взаимной увязкой всех видов топографической, геоморфологической, биологической, гидрологической, метеорологической и других видов экологической информации. В основе концептуального решения лесного мониторинга должны учитываться:

- **многоуровневость** (иерархичность) лесных сообществ, и как следствие (в соответствии с законом эмерджентности), – проявление на каждом более высоком уровне свойств системы, отличных от свойств систем более низкого ранга;

- **цикличность** в лесных сообществах, предполагающая восстановление лесных экосистем на основе сукцессионных процессов;

- приложение (действие) в лесных сообществах **статистических закономерностей** (в связи со сложностью взаимодействия экологических факторов в системах, причем с увеличением ранга системы эти взаимодействия упрощаются).

В наших исследованиях коллективом ученых ФГУ «НИИгорлесэкол» изучены горные буковые леса Северо-Западного Кавказа, для чего использованы репрезентативные речные бассейны региона и целевой стационар с опытными рубками. Местоположение лесогидрологического стационара «Аибга» (ЛГС «Аибга») – в буковых лесах юго-восточной части региона (бассейн р. Мзымты – Веселовское л-во Адлерского филиала Сочинского национального парка). Подробное описание объектов исследования дано нами ранее [2, 3, 4, 5] **Основными методами исследований** при этом явились экспериментальные исследования параметров лесных экосистем на репрезентативной сети постоянных пунктов в регионе, обобщение результатов исследований по горным лесным экосистемам, оценка лесных экосистем и их реакции на техногенные и хозяйственные воздействия. Некоторые результаты исследований, полученные за многолетний период, приведены ниже.

Динамика осадков и снежного покрова в буковых лесах Причерноморья

В водном режиме покрытых лесом горных территорий снежный покров имеет большое значение. Помимо прямого воздействия на микроклимат и климат почвы (из-за небольшой теплопроводности и значительных величин альбедо), аккумулированная в снежном покрове влага оказывает большое влияние на сток рек. Основными факторами, влияющими на динамику снегонакопления, являются орография местности и растительный покров. Поэтому и методически изучение снежного покрова должно ставиться целенаправленно – для выявления особенностей снеготаяния в связи с орографией и влиянием леса. За 45-летний период наблюдений устойчивый снежный покров на ЛГС «Аибга» (высота около 600 м над ур. м.) наблюдался 32 раза – в годы, когда средняя за холодный период года температура воздуха была ниже 4,5° С. При этом самой ранней датой установления снежного покрова была последняя декада ноября, а полностью снег сходит обычно не позднее середины апреля. Исключительно суровой зимой для всего рассматриваемого региона оказалась зима 1975–1976 гг., когда снежный покров наблюдался 130 дней – с 6 декабря по 14 апреля. Максимальная высота его достигла 210 см на вырубке, а запасы воды в снежном покрове – 718 мм.

Как правило, ежегодно накопление снеготопливных запасов на высотах ЛГС «Аибга» начинается во второй половине декабря, имеет два максимума (в середине зимы и в конце зимы) и заканчивается в течение марта месяца. При этом динамика снегонакопления и абсолютные значения максимумов снеготопливных запасов в значительной мере зависят от таксационных характеристик древостоев. Так, в молодняках водосборов на площадях сплошнолесосечной и котловинной рубок максимальные запасы воды в снеге почти в два раза больше, чем на контрольном водосборе и на площади добровольно-выборочной рубки, а сход снега здесь затягивается почти на месяц. Это объясняется как влиянием биомассы древостоя, так и температурными условиями буковой зоны. В многолетнем разрезе это подтверждается графиком зимних сумм осадков, максимумов снегонакопления и средних за зиму температур воздуха на контрольном водосборе ЛГС «Аибга» (рис. 1). Помимо явно прослеживающейся цикличности представленных данных, можно отметить, что при

средней температуре воздуха за зиму 2,7 °С, средней величине зимних осадков около 1166 мм максимальные запасы воды в снеге составляют 154 мм, т.е. 13,2 %.

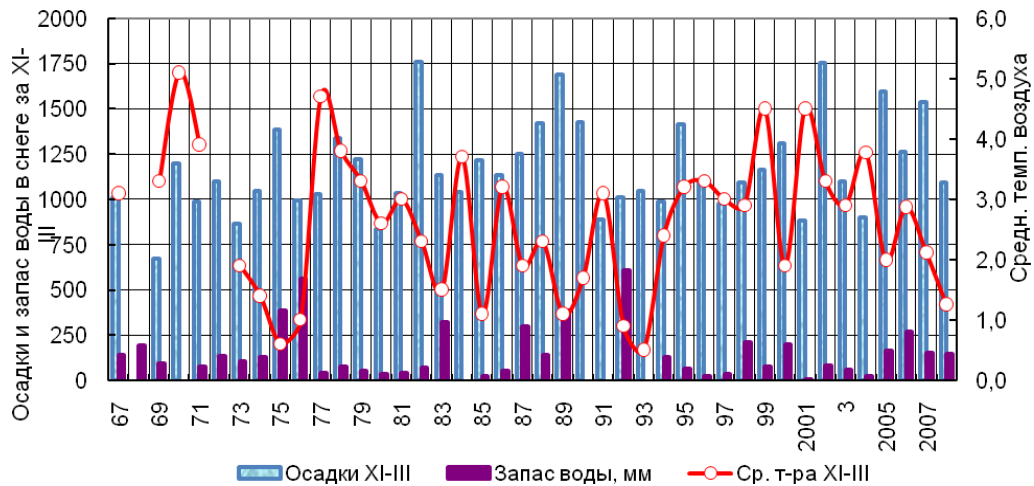


Рис. 1. Хронологический график изменения годовых сумм осадков, запасов воды в снеге и температуры воздуха (водосбор № 4 (контроль) ЛГС «Аибга»)

Установлено, что особенности теплового режима насаждений в зимнее время обуславливают динамику снегонакопления. В течение зимы в буковых насаждениях формируются своеобразные режимы прихода и расхода солнечной радиации, а также особый микроклимат. Использование лесной растительности как фактора влияния на динамику снежного покрова для регулирования стока горных рек представляет важную задачу с точки зрения оптимизации водного режима региона. Лесная растительность оказывает положительное влияние на процессы снегонакопления и снеготаяния. Кроме того, регулирующая роль леса в отношении зимних осадков эффективно сказывается на качестве речного стока. Благодаря влиянию леса в холодное время года более равномерно пополняются запасы грунтовых вод на водосборах, а также уменьшается весенняя паводочная волна.

Динамика склонового стока на водосборах ЛГС «Аибга»

На рисунках 2 и 3 показана динамика индексов изменения склонового стока на водосборах с опытными рубками за весь период наблюдений. Как следует из приведенных данных, к 34-летнему сроку наблюдений после проведения сплошных и котловинных рубок имеется некоторая тенденция уменьшения склонового стока до значений, близких к 1,0, хотя эта тенденция неустойчива. Установлена также слабая зависимость индексов изменения стока после рубок от водности года: чем выше водность года, тем больше изменение склонового стока. Это свидетельствует о проявлении известного в гидрологии положения о том, что режим выпадения стокоформирующих осадков может влиять на генезис стока при различных подстилающих поверхностях.

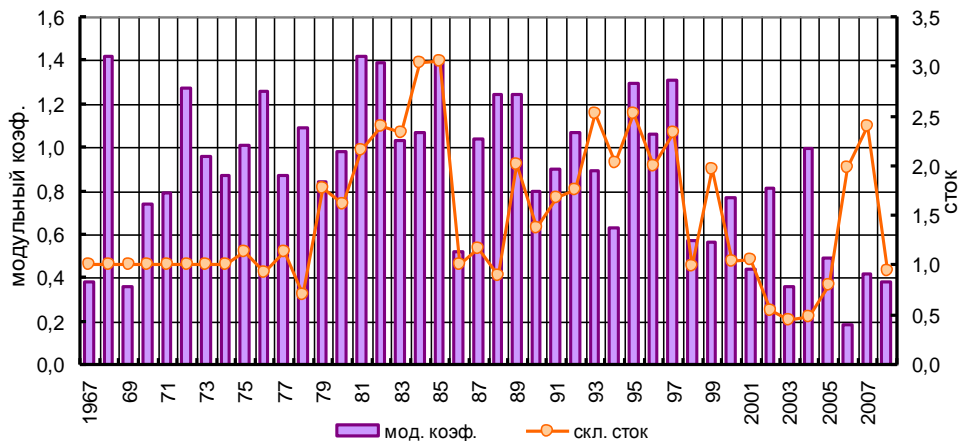


Рис. 2. Изменение склонового стока в буковых насаждениях ЛГС «Аибга» на водосборе со сплошно-лесосечной рубкой за 34-летний период

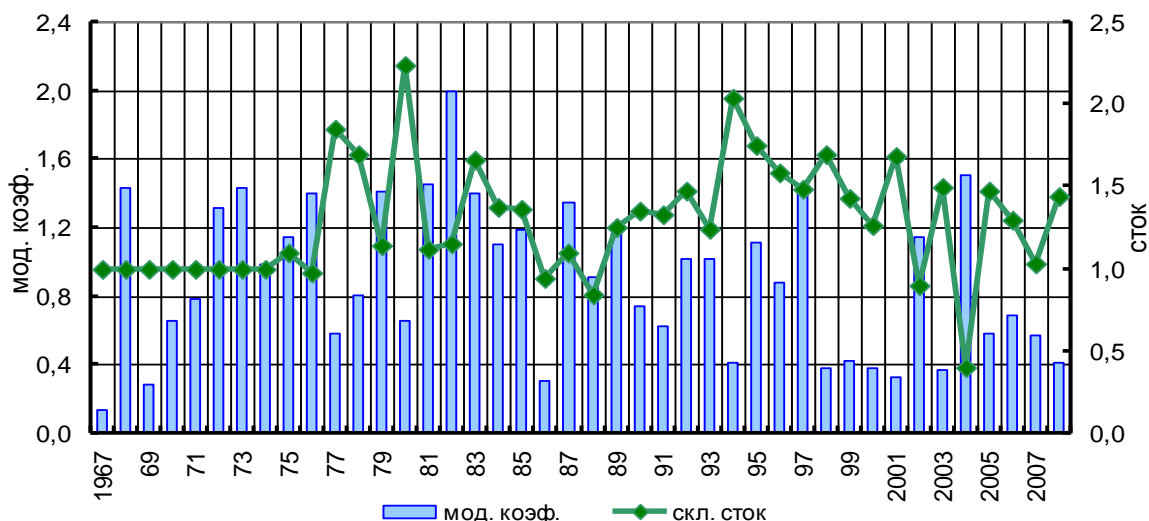


Рис. 3. Изменение склонового стока в буковых насаждениях на водосборе с 3-х-приемной котловинной рубкой, ЛГС "Аибга"

Условные обозначения на рис. 2 и 3 : мод. коэф. – модульные коэффициенты в долях от 1 (левая шкала); сток – индексы изменения стока (правая шкала).

Динамика фитомассы травостоя в буковой зоне (ЛГС «Аибга») на площадях рубок приведена на рис. 4. На сплошной и добровольно-выборочной рубке максимум развития травостоя наблюдается на 3–4-й год после рубки (3,0–3,7 т/га), а затем отмечается постепенное уменьшение ее запасов, и к 16-летнему возрасту вырубki наблюдается стабилизация этого показателя, т.е. приближение его к контролю.

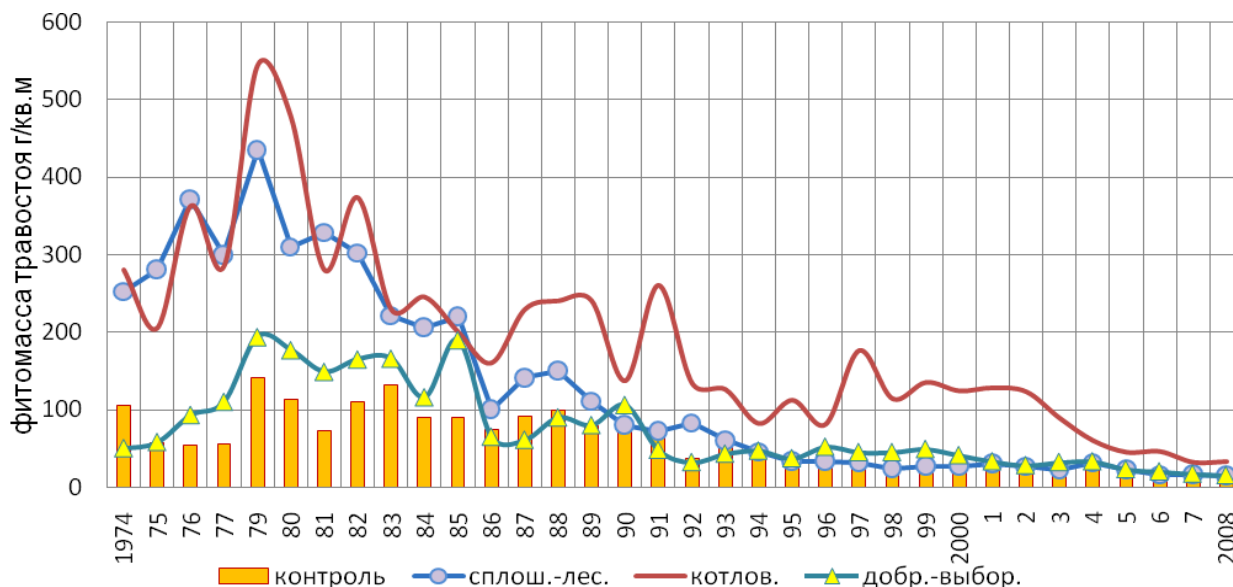


Рис. 4. Динамика фитомассы травостоя на площадях рубок ЛГС «Аибга»

Обозначения: контроль – фитомасса травостоя на контроле в г/м²; спл-лес., котлов. и д.-выбор. – фитомасса травостоя на площадях сплошной, котловинной и добровольно-выборочной рубок в г/м².

В течение последних 10 лет различия по фитомассе травостоя между молодняками 30-летнего возраста и насаждениями на площади добровольно-выборочных рубок незначительны. Отмечаются большие величины фитомассы травостоя в окнах котловинной рубки – в среднем в 2–4 раза выше, чем под пологом леса, что, несомненно, должно сказываться на процессах лесовосстановления на этих площадях. Таким образом, масса травянистой растительности в буковых насаждениях зависит от способа и интенсивности рубок главного пользования. Она по всем способам опытных рубок и на контроле возрастает

в первую половину вегетационного периода. С увеличением возраста древостоев, запаса, полноты и числа деревьев на площадях рубок происходит снижение фитомассы до первоначального количества.

Листоной опад в буковых насаждениях ЛГС «Аибга»

Учет листового опада выполнен на лесосеках опытно-производственных рубок 1973–1974 гг. и под пологом естественного леса (контроль) в конце вегетационного периода каждого года. Масса листового опада наблюдается наибольшей в естественном материнском насаждении – 3,8 т*га⁻¹. В средневозрастном буковом древостое, образовавшемся на сплошной вырубке 1973 г., она составила около 97 % от контроля. В древостое, пройденном добровольно-выборочной (комплексной) рубкой в 1974 г., со средней интенсивностью по запасу 23 %, она несколько ниже – около 95 %. На делянке с интенсивностью 30 % выборки масса листового опада несколько выше, чем на контроле – 103 %, а при интенсивности рубки 16 % она ниже – 87 %. В древостое с интенсивностью 30 % листового опада по-прежнему больше, чем при интенсивности 16 %, что объясняется лучшими лесоводственно-таксационными показателями на делянке с высокой интенсивностью рубки.

Наименьшая масса листового опада была на котловинах 1-го приема группово-постепенной котловинной рубки 1973 г. – 2,2 т*га⁻¹ (57,9 % от контроля). Это зависит от неравномерного произрастания деревьев на котловинах и наличия на них безлесных пространств (до 30 % площади), покрытых травянистой растительностью (ежевика, папоротники и др.), на которые попадает меньшее количество листового опада.

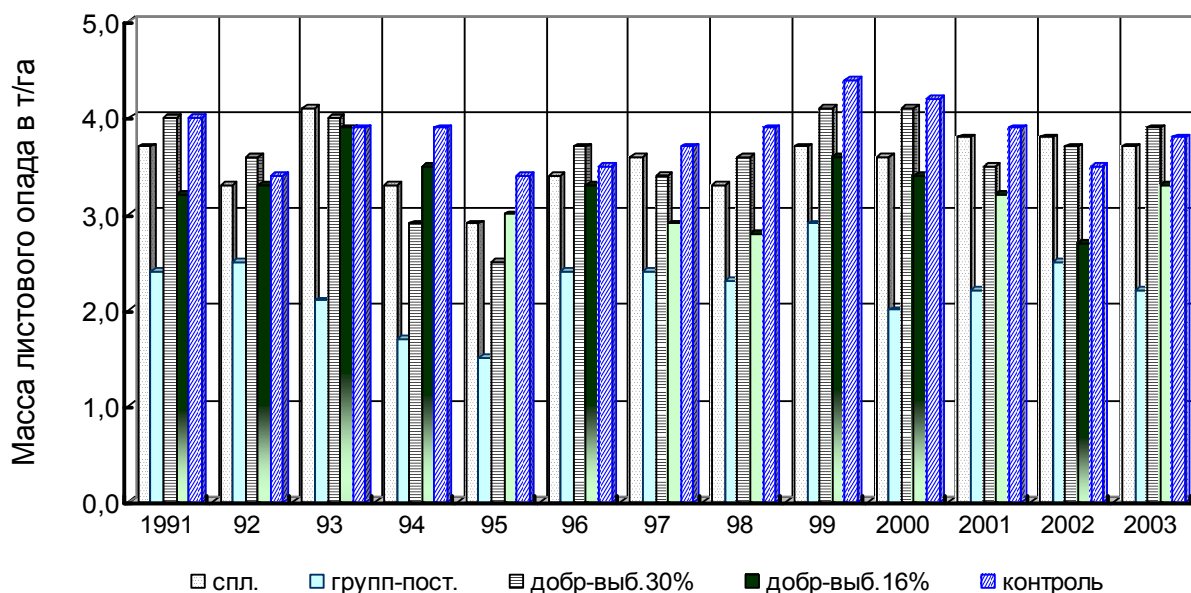


Рис. 5. Динамика массы листового опада в буковых насаждениях ЛГС «Аибга»

Площадь листовой поверхности наибольшей была в естественном насаждении (контроль) – около 9 га*га⁻¹, а в древостое на сплошной вырубке 1973г. – 8 га*га⁻¹(87 % от контроля). В древостоях, пройденных добровольно-выборочной рубкой в 1974 г., с интенсивностью по запасу 30 и 16 %, а также на котловинах группово-постепенной котловинной рубки 1973 г., площадь листовой поверхности составила 5,1-5,2 га*га⁻¹ (56–57 %).

Можно сделать вывод, что в среднем за 34-летний период совместных наблюдений в буковой и дубравной зоне наиболее важной составляющей климата является величина и режим увлажнения как лимитирующие условия произрастания. Между этими характеристиками существует весьма слабая, но прослеживаемая связь для холодного периода, и практически она отсутствует для теплого периода. В среднем за многолетний период зимние осадки в дубравной зоне равны 792 мм, а летние – 744 мм; в буковой зоне – аналогично 1218 мм и 1003 мм. Следовательно, зимой в букняках выпадает на 426 мм, а летом – на 259 мм больше, в дубравах дуба скального.

Достаточно тесными характеристиками связи оцениваются зависимости между величинами поверхности листовой на контроле и в молодняках на сплошнолесосечной и котловинной рубках, а также на площади добровольно-выборочной рубки. При этом в

молодняках на площади добровольно-выборочной рубки поверхность листвы в среднем на 25 % меньше, чем в материнском насаждении, в молодняках котловинной рубки – на 44 %, а в насаждениях добровольно-выборочной рубки – на 19 % меньше. Отсюда можно сделать вывод, что продуцирующая способность молодняков, или насаждений, возникших на площадях рубок даже по прохождении 35–36 лет после рубок, не восстанавливается на 20–40 %.

Динамика запаса древесины буковых древостоев на ЛГС «Аибга»

В целом динамика запаса буковых древостоев на постоянных пробных площадях и постоянных пунктах наблюдений приводится на рис. 5 и 6. На 1-ом водосборном бассейне (ППП-1,6) отпад за 4 года до опытной рубки составил $24 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ или по 6 м^3 в год. После сплошнолесосечной рубки с 1973 г. по 2005 г. наблюдается накопление запаса до $282 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$.

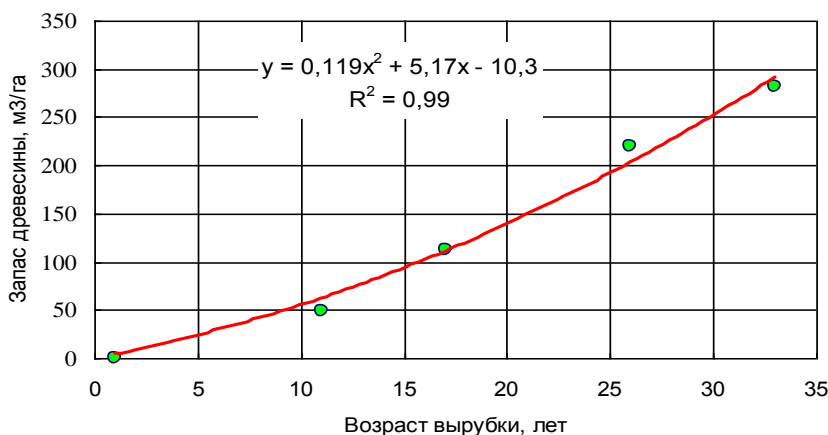


Рис. 6. Рост запаса древесины в молодняках бука на сплошной вырубке ЛГС «Аибга» (водосбор №1)

На 2-м водосборе за 9 лет до 1-го приема группово-постепенной котловинной рубки (ППП-2,7) установлен текущий прирост – $16 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ (по $1,8 \text{ м}^3$ в год). После 1-го приема рубки в 1973 г. на ППН-2а,7а осталось по $448 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ и до 1977 г. приросло $4 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, а затем отпад превысил прирост к 2005 г. на $67 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ или по $2,4 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ в год.

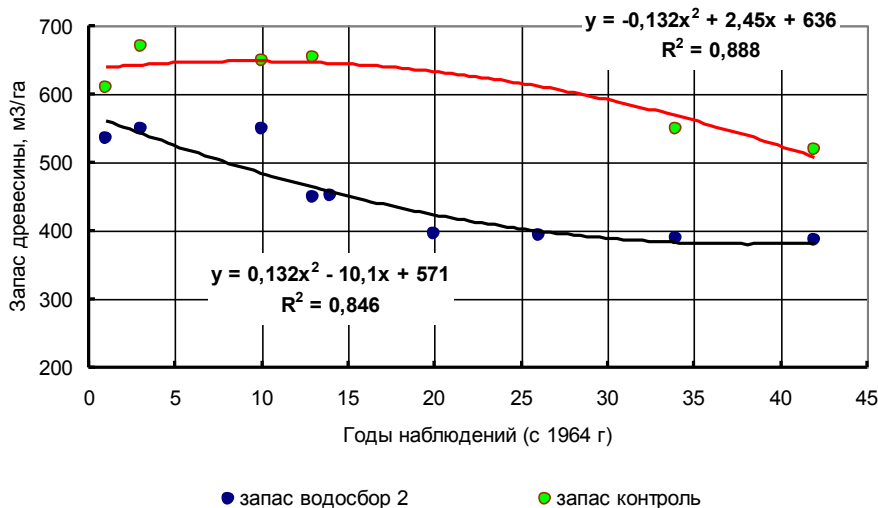


Рис. 7. Изменение запаса древесины в насаждениях бука на контроле (водосбор № 4) и на водосборе (№ 2) с котловинной рубкой ЛГС «Аибга»

На 4-м водосборе (на контроле) древостои оставлены без рубки. Запас на них за период с 1963 г. по 1977 г. варьировал в пределах – $610 \dots 670 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, к 2005 г. он уменьшился до $519 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. За последние 28 лет отпад превысил текущий прирост на $134 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ или по $4,8 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ в год.

Выводы

Таким образом, анализ погодных условий в основных лесных формациях региона показывает весьма сложные взаимозависимости развития лесной и травянистой растительности в экосистемах, а также их влияние на гидрологические условия и почвенный покров. Однозначно доказана многолетняя, годовая и сезонная динамика термического режима и условий увлажнения и их влияние как на природный режим лесных экосистем, так и процессы восстановления после активного техногенного вмешательства в этот режим.

По результатам многолетних данных изучения условий произрастания дубовых и буковых древостоев на лесогидрологических стационарах ФГУ «НИИгорлесэкол», а также реакции этих древостоев на хозяйственное воздействие различной интенсивности и технологии установлены математические зависимости между таксационными показателями древостоев и климатическими параметрами. Эти зависимости определяются как динамикой во времени, так и характером воздействия на древостой (способ и технология рубок). Так, одним из основных показателей временной динамики лесных экосистем на площадях рубок является **склоновый сток**, являющийся результирующей величиной как изменений климатических характеристик в различных древостоях, так и изменений особенностей подстилающей поверхности (в основном напочвенный и почвенный покров). Установлено, что, с одной стороны, склоновый сток формируется в весьма динамичных условиях как во временных рамках, так по генезису, а с другой стороны, определяет водный баланс и режим его составляющих на площадях различного уровня (от микроплощадок до бассейнов основных рек и регионов).

Примечания:

1. Положение о лесном мониторинге. Федеральная служба лесного хоз-ва России. М., 1995. 15 с.
2. Битюков Н.А. Водный баланс водосборов в связи с рубками в буковых лесах Северного Кавказа // Лесоведение. 1988. № 3. С. 56–65.
3. Битюков Н.А. Методические основы мониторинга горных лесных экосистем // Охрана лесных экосистем и рац. использование лесных ресурсов.: Тез. докл. Всерос. науч.-техн. конф. М., 1994. С.82–84.
4. Битюков Н.А. Методические принципы изучения гидрологической роли горных лесов. // Проблемы лесоведения и лесной экологии: Тез. докл. АН СССР, Госкомлес СССР. М., 1990. С. 8–11.
5. Битюков Н.А. Экология горных лесов Причерноморья. Сочи: ФГУ НИИгорлесэкол, 2007. 397 с.
6. Коваль И.П., Битюков Н.А. Экологические основы пользования лесом на горных водосборах (на примере Северного Кавказа). Краснодар, 2001, 408 с.
7. Правила рубок главного пользования в горных лесах Северного Кавказа. М.: Федеральная служба лесного хозяйства России, 1993. 20 с.

Сведения об авторе:

Битюков Николай Александрович, д-р биолог. наук, профессор СГУТиКД (г. Сочи).
E-mail: nikbit@inbox.ru

MOUNTAIN FOREST ECOSYSTEMS DYNAMICS AFTER SOCHI BLACK SEA REGION BEECH TREES CHOPPING

BITYUKOV N.A.

The article presents the Mzymta River (Northwestern Caucasus) basin beech forests ecological monitoring principles and results and environmental impact dynamics on some elements of forest ecosystems.

Keywords: monitoring, Northwestern Caucasus, precipitation, snow cover, brook outflow, leaf litter, offspring.

UDC 630*
228(23)