

К. К. ГАПАРОВ

**ВЛИЯНИЕ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
МЕРОПРИЯТИЙ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ
И ЗАЩИТНЫЕ ФУНКЦИИ ЕЛОВЫХ
ЛЕСОВ ПРИИССЫККУЛЯ**

БИШКЕК 2007

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ**

ИНСТИТУТ ЛЕСА И ОРЕХОВОДСТВА

им. проф. П.А. ГАНА

К. К. ГАПАРОВ

**ВЛИЯНИЕ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
МЕРОПРИЯТИЙ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ
И ЗАЩИТНЫЕ ФУНКЦИИ ЕЛОВЫХ
ЛЕСОВ ПРИИССЫККУЛЯ**

БИШКЕК 2007

Г 19

УДК 634.0.1(23)(47.922)

Г 3901030000-07

ББК 43.2

**ВЛИЯНИЕ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ
И ЗАЩИТНЫЕ ФУНКЦИИ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ ПРИИССЫККУЛЬЯ**

**Национальная академия наук Кыргызской Республики Институт леса и
ореховодства им. проф. П.А. Гана. Б.:2007. -**

ISBN 9967-420-21-3

Работа посвящена одной из актуальнейших проблем влиянию леса на русловый сток и определению оптимальной лесистости. На основе многолетних наблюдений установлена периодичность повторения водных циклов, построены зависимости изменения руслового стока от гидроклиматических параметров состава и полноты насаждения. Изучено влияние различных видов рубок в естественных насаждениях и в культурах на водно-физические свойства лесных почв и на изменение руслового стока а так же способов трелевки древесины. Работа рассчитана на научных работников и специалистов лесного хозяйства, так как кроме теоретического имеет большое практическое значение.

Табл. 17. Илл.20. Библиогр.: 183 назв.

Рецензенты: канд. с/х. наук, доцент КАУ **Н.В. Яковлева**
 канд. тех. наук зам дир. по науке КНИИИ. **А.Ж Атаканов.**

Гапаров Кулмурза Кайымович

Ответственный редактор: **А.В. Космынин**

Утверждено и рекомендовано к печати
Ученым советом Института леса и ореховодства им. проф. П.А.Гана НАН Кыргызской
Республики

ISBN 9967-420-21-3

Института леса и ореховодства
им. проф.П.А.Гана НАН КР
2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА I.	ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ И ЗАЩИТНОЙ РОЛИ ЛЕСОВ.....	7
ГЛАВА II.	ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	19
	ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И РЕЛЬЕФ.....	19
	КЛИМАТ.....	19
	ПОЧВЫ.....	22
	РАСТИТЕЛЬНОСТЬ.....	24
ГЛАВА III	МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	26
	МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	26
	ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	31
ГЛАВА IV	ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА И ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ РУБОК.....	36
	РОЛЬ ЛЕСА В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ОСАДКОВ.....	36
	ФОРМИРОВАНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ВЫРУБКАХ В ЕЛОВОМ ЛЕСУ ПРИ ИССЫККУЛЬЯ	37
	ПЕРЕХВАТ ЖИДКИХ ОСАДКОВ ЕЛОВЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ.....	43
	ИЗМЕНЕНИЕ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ НА ВЫРУБКА.....	46
	ВЛИЯНИЕ ЛЕСОВОСТОПОНОВИТЕЛЬНЫХ РУБОК НА ПЛОТНОСТЬ И ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЧВЫ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ ПРИ ИССЫККУЛЬ.....	47
	ТВЕРДОСТЬ ПОЧВЫ И КОЭФФИЦИЕНТ СТОКА.....	49
	ВЛИЯНИЕ РУБОК УХОДА В ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРАХ НА ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ.....	52
	ВЛИЯНИЕ ТРЕЛЕВКИ ДРЕВЕСИНЫ НА ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ	58
ГЛАВА V	РУСЛОВОЙ СТОК И ВОДОРЕГУЛИРУЮЩАЯ РОЛЬ.....	63
	ВЛИЯНИЕ ЛЕСИСТОСТИ ВОДОСБОРНОГО БАСЕЙНА НА СТОК В ПРИИССЫККУЛЬЕ.....	65
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	76
	ЛИТЕРАТУРА.....	79
	ПРИЛОЖЕНИЕ.....	91

ВВЕДЕНИЕ

Лес является не только источником древесины и другого сырья, применяемого в различных отраслях народного хозяйства, но и выполняет водоохранные и водорегулирующие почвозащитные и другие полезные функции.

Все леса Кыргызстана являются государственной собственностью и образуют единый Государственный лесной фонд. По материалам учета гослесфонда республики (2003г) покрытая лесом площадь составляет 864.9 тыс. га., лесистость – 4.3 %. Леса, несмотря на незначительную площадь, играют в Республике важную экологическую и экономическую роль.

Еловые леса из ели Шренка (*Picea schrenkiana* Fisch. et.Mey.) или тяньшаньской распространены в горной части Центральной Азии - на территории Кыргызстана и Казахстана. Они произрастают на высотах 1800-3200 метров над уровнем моря. На территории Кыргызстана основные их массивы находятся в восточной части горного обрамления озера Иссык-Куль. Еловые леса Прииссыкуля являются важной неотъемлемой частью горной экосистемы. По техническим свойствам древесины и по производительности-это лучшие леса республики (Чешев, 1978).

В первой половине прошлого столетия в результате чрезмерной эксплуатации еловых лесов, нерациональных рубок и проведения в них лесосечных работ без соблюдения лесоводственных требований, площади их в республике значительно сократились. По данным, И.Н. Чеботарева (1958), в период с 1925 по 1950 г. ежегодный размер рубки в 3.7 раза превышал годичный прирост. В результате, только за это короткое время, площадь еловых лесов сократилась на 26 %. По данным на 1 января 1959 года площадь насаждений ели тяньшаньской (Шренка) составила 103.9 тыс. га. (Чеботарев, 1960), на 1 января 2003 г по данным лесоустройства – 116.6 тыс. га или 13,5% от всей лесной площади республики. В последствии, в связи с огромным водоохранным и почвозащитным значением горных лесов республики и еловых, в частности, Совет Министров от 5 марта 1959г. своим Постановлением №119 запретил, начиная с 1960 года, проведение рубок главного пользования во всех лесах Киргизии. Другим Постановлением Правительства № 315 от 3 июля 1960 года они были отнесены к первой группе.

Лесной кодекс Кыргызской Республики с 1999 года придал еловым лесам исключительно природоохранный статус, преследуя, преимущественно, экологические, оздоровительные и иные цели с запретом промышленной заготовки древесины. Национальная программа «Лес» (2001) предусматривает повышение лесистости страны к 2025 году до 6 % (1 % лесистости составляет 200 тыс. га покрытой лесом площади). Леса республики являются источником частичного удовлетворение потребностей в древесине, играют гидрологическую и защитную роль.

Лесам республики принадлежит особая роль в охране от истощения

запасов пресных вод - одного из наиболее ценных видов природных ресурсов. Из всего многообразия экологических функций, выполняемых горными еловыми лесами Кыргызстана наибольшее значение имеют водоохранно-защитные и водорегулирующие. Поэтому вряд ли можно переоценить значение этих лесов для народного хозяйства Центральной Азии, где земледелие основано на орошении.

Бессистемные рубки, лесные пожары и неумеренная пастьба скота в прошлом привели к сокращению горных лесов Республики, усилились эрозионные процессы, снизилось качество воды в водотоках и водоемах.

Законодательные запреты на проведение всех видов рубок в еловых лесах республики, (кроме санитарных) способствовали естественному старению леса. В еловых лесах настоящее время преобладают спелые и перестойные насаждения, занимающие более 57 % их общей площади.

В связи с этим перед учеными и специалистами-лесоведами стоят задачи по восстановлению ранее обезлесенных площадей и улучшению общего состояния сохранившихся лесных массивов. Чтобы успешно решить эти задачи, начаты опытные лесовосстановительные рубки в спелых и перестойных лесах с целью разработки системы лесохозяйственных мероприятий повышающих устойчивость и продуктивность посредством изменения их структуры возраста и других характеристик насаждений.

Пользование лесными ресурсами, особенно в горных условиях Прииссыккуля с пересеченным рельефом предполагает особое внимание к соблюдению экологических требований. Все лесохозяйственные мероприятия в этих лесах должны проводиться таким образом, чтобы обеспечивать своевременное восстановление лесов сохранять водоохранно-защитные функции леса и не допускать развитие эрозионных процессов.

Автор считает своим долгом выразить благодарность А.А. Онучину за помощь и консультации в проведении исследований и глубоко признателен Е.Н.Щербининой, и А.В. Космынину принявшей большое участие при подготовке данной работы.

ГЛАВА I.

ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ И ЗАЩИТНОЙ РОЛИ ЛЕСОВ.

В последнее время интенсивно возрастающий дефицит пресной воды на земле выдвигает в число первоочередных задач поиск путей и способов более полного и рационального использования водных ресурсов. Лесные экосистемы являются одним из важнейших звеньев влагооборота на водосборах и факторов его регулирования. В связи с этим возросла важность лесогидрологических исследований.

Значительные усилия ученых разных стран в области лесогидрологических исследований позволили получить большой объем информации о гидрологических процессах в различных типах леса и географических зонах. Свидетельством внимания к проблеме со стороны науки служат многие сотни публикаций вышедших в свет, особенно в последнее время.

Гидрологическая и защитная роль лесов весьма многогранна, в разных физико-географических условиях она проявляется не одинаково. В пределах одного района геологический характер местности, особенности рельефа, почвы обуславливают различие количественных и качественных показателей водоохранно-защитного влияния леса.

Гидроклиматические условия определяют развитие стихийных природных явлений – наводнений, засух, снежных заносов и т.д. Наряду с климатом, состоянием почвенного покрова, рельефом и строением литосферы, растительность и в первую очередь лесная, оказывает существенное влияние на структуру водного баланса, качество поверхностных грунтовых и даже подземных вод.

Изучение гидрологической и климатической роли леса, развитие идей о значении леса имеет очень давнюю историю. Появилась обширная литература трактующая вопрос о гидрологических и защитных свойствах леса.

Дж Китредж (1951) отмечает, что еще в 1215 г. Людовик VI во Франции опубликовал «Декрет о водах и лесах», тут же автор пишет о защитных функциях лесов: «еще в 1342 г. в Швейцарии общины выделили первый «заповедник» («ban»), или защитный лес для борьбы с лавинами». Из этого следует, что даже в те далекие времена была признана тесная взаимосвязь между лесами и водами и их защитная функция.

Между тем, в некоторых публикациях уверенно заявляется, что вопросы гидрологических и защитных функций лесов решены, в других наоборот. Дискуссия продолжается до настоящего времени. Современный период научного исследования и защиты идей о влиянии леса на климат, почвы и воду начался в Европе.

В дореволюционной России, вследствие общей технической отсталости, водное хозяйство развивалось весьма слабо. Естественно, что и

гидрологические исследования в то время не нашли широкого развития. С 1874 г. начались планомерные гидрометрические работы в России, тогда же В.М. Лохтин, Н.С. Лелявский и С.О. Макаров опубликовали ряд классических работ, научные выводы которых далеко опередили европейскую гидрологическую науку того времени. В Средней Азии в 1909 году были получены первые гидрологические материалы. (И.А. Кузник, 1974, и др). После революции гидрология и гидрометрия начали развиваться очень быстрыми темпами и непрерывно это продолжается в настоящее время.

Все лесогидрологические исследования условно подразделяются на несколько взаимосвязанных направлений. К ним относятся изучение отдельных звеньев влагооборота, особенностей выпадения и перехвата атмосферных осадков, расхода воды на транспирацию, формирования стока и т.д., водорегулирующих, водоохранно-защитных, противоэрозионных функций.

Осадки служат основным источником воды на земной поверхности. Благодаря им происходит пополнение рек за счет поверхностного и внутрисочвенного стока. Известно, что гидрологический процесс в природе находится в тесной связи с климатическими и метеорологическими условиями местности. Внимание гидрологов и климатологов давно привлекал вопрос о влиянии леса на атмосферные осадки.

В последние годы детально изучался гидрологический режим и элементы климата на различного рода лесогидрологических водно-балансовых станциях и опытных участках. Что же касается горных условий, то здесь гидрологические и климатические исследования получили свое развитие, только начиная с 50-х годов прошлого века, прежде всего из-за труднодоступности гор, особенно в зимних условиях.

Издано много научных работ, посвященных гидроклиматическим свойствам леса. Зачастую различные авторы доказывают, что лес способствует увеличению количества атмосферных осадков, но высказываются и прямо противоположные взгляды. Один из первых выводов о положительном влиянии лесов на осадки получен на примере Бузулукского бора. Этот крупный лесной массив около 100 тыс. га, как отмечает в своей работе Е.П. Кнорре (1932), наиболее удачный объект для подобных исследований.

Так, А.И. Воейков (см. Молчанов, 1960) на основании своих наблюдений, проведенных в бывшей Воронежской губернии, сделал вывод, что в лесу осадков выпадает больше, чем в поле, а максимальное количество их - на небольших полянах в лиственном лесу.

После своих четырехлетних наблюдений, А.А. Молчанов (1960) приходит к выводу, что лес, хотя незначительно, но увеличивает количество осадков, в основном, за счет конденсации паров воздуха. Это увеличение, по его мнению, достигает 10 %.

Чтобы исключить влияние рельефа на осадки, В.В. Рахманов (1962, 1981) выбрал три района на равнинной территории европейской части

России, где изменение лесистости сочетается со сравнительно небольшим изменением рельефа местности. Анализируя результаты исследований многих авторов (П. Шрейбера, И. Шуберта, А.И. Воейкова, Г.П. Калинина.), и на основе собственных исследований он пришел к выводу, что увеличение лесистости на 10 % вызывает повышение количества осадков примерно на 5 мм.

Golding, Douglas L. (1971) указывают также на «орографический эффект», вызываемый действием леса как фактора шероховатости. Благодаря этому эффекту годовая сумма осадков увеличивается от 2 до 15 %.

Проводя исследования в лесостепных и степных районах бассейнов рек Енисея и Оби, В.И. Зюбина (1975) обнаружила четкое влияние леса на увеличение осадков. Она указывает, что изменение лесистости безлесных площадей на 10 % , приводит к увеличению осадков на 2-4 % или на 13-16 мм.

Анализируя данные многочисленных метеостанций, В.В. Протопопов (1975) указывает, что количество осадков возрастает с увеличением лесистости территории как по сезонам, так и в течение года. Далее он отмечает, что при увеличении лесистости на каждые 10%, осадки возрастают в среднем на 2 %.

В равнинных районах Сибири А.В.Лебедев (1979) отмечает, что увеличение лесистости на 10 % сопровождается дополнительным выпадением 3-4 %, или 12-13 мм годовых осадков, т.е. это в 2 раза больше, чем в европейской части России. Учитывая, что лес в горах обладает в 10-20 раз большей шероховатостью, чем в безлесных равнинных пространствах, он отмечает усиление турбулентного обмена, торможение воздушных потоков, что приводит к дополнительному выпадению осадков.

Подобные исследования были выполнены Р.В. Опритовой (1978) для Приморского края. Установлено, что в среднем при возрастании лесистости на каждые 10 %, увеличение годовой суммы осадков составляет 12-13 мм. Специальные экспериментальные работы проводились в Новгородской области С.Ф. Федоровым (1977). Он утверждает, что независимо от состава насаждений (еловые, сосновые, лиственные, смешанные) имеет место положительное влияние леса на осадки: увеличение жидких осадков составляет 10-14 %. Это объясняется тем, что основной фактор, определяющий влияние леса на осадки, динамическая шероховатость - для разного состава насаждений в среднем одного порядка. К таким же выводам пришли А.Р. Константинов (1952) и А.И. Михович (1981), изучавшие этот процесс в степных и лесостепных районах Украины. В Новгородской области С.Ф.Федоров (1977), а в условиях Ярославской области В.В.Осипов (1970) так же отмечают положительное влияние леса на осадки.

Ряд авторов придерживается мнения о том, что лес не влияет на увеличение атмосферных осадков. В частности В.Р.Вильямс (1949) считал, что лес не способствует значительному увеличению осадков.

Анализ результатов работ, касающихся влияния лесов на выпадение осадков, позволил Н.А. Воронкову (1985) сделать вывод о том, что «необходимые научно обоснованные материалы, подтверждающие положительное влияние лесов на осадки, в настоящее время отсутствуют». Он так же указывает, что при сравнении лесных и полевых объектов Московской области отмечено одинаковое количество осадков.

В своих работах Китредж. Дж. (1951), на основании собранных им данных, утверждает, что лес не может существенно повлиять на выпадение атмосферных осадков.

Все выше изложенное, относится к лесам, произрастающим в равнинных условиях. В горных районах, где рельеф-основной фактор в изменении климатических условий, подобные исследования затруднены. Высоцкий Г.Н. (1952, 1962) указывает, что горные леса способствуют значительному увеличению осадков. В частности, он отмечал, что «просачивание пересыщенного влагой воздуха сквозь леса дает иногда в горах «внутренний дождь», добавляющий до 84 % осадков». Ряд авторов (В.В.Рахманов, 1962; В.В.Протопопов, 1975; В.И. Таранков, 1970) указывает на увеличение осадков под влиянием леса в горах.

Проводя исследования в лесах Крымского нагорья, И.П. Ведь (1970), установил, что леса могут дополнительно получать около 200 мм влаги за счет горизонтальных осадков, (изморозь, гололед, наморозь), что составляет примерно 20 % от годовой суммы осадков.

Космынин А.В. (1988) отмечает, что в арчевниках Южного Тянь-Шаня, вследствие сухости климата, если и наблюдается увеличение осадков, то весьма незначительное.

Матвеев П.Н. (1984) считает, что еловые леса Тянь-Шаня не способствуют увеличению осадков, так как основной дополнительный источник-конденсационная влага-здесь практически отсутствует.

Изучению зависимостей между количеством атмосферных осадков и характеристиками рельефа посвящен ряд работ (Гарцман, 1971; Шульц, 1972; Корытный, 1980; Онучин, 1987; Онучин, Буренина, 2002; Буренина, 1998).

Онучин А.А. и Буренина Т.А. (2002) отмечают, что на наветренных склонах, являющихся барьерами на путях господствующих влагопереносов, выпадает большее количество осадков, чем на подветренных. Количество осадков зависит от большого числа факторов, а модели их распределения имеют сложную структуру.

Если лес и не оказывает существенного влияния на непосредственное увеличение атмосферных осадков в горах Тянь-Шаня, то его роль в их перераспределении значительна. Большой интерес представляют такие вопросы перераспределения осадков лесами как: задержание осадков кронами, распределение снежного покрова, режим снеготаяния. Из литературы известно, что степень влияния леса на распределение осадков зависит от состояния и характера древесного насаждения (возраст,

сомкнутость полога, состава и др.).

Сравнительно давно исследованием влияния леса на характер проникновения осадков под полог древостоев занимаются А.А. Лучшев (1940), Г.Ф. Морозов (1949), Г.Р. Эйтинген, Н.С. Нестеров (1960), А.А. Молчанов (1961) и др.

Так, Г.Ф. Морозов (1949), анализируя данные наблюдений Эбермайера, отмечает, что 120-летние еловые насаждения задерживают своим пологом 58 % осадков. Лучшев А.А. (1940) указывает, что полог 60-летнего елового леса (Истринский пункт) в среднем задерживает 43 % осадков.

В условиях Швейцарии (Trueb, 1961), еловые и пихтовые насаждения в зависимости от возраста задерживают осадков от 10.5 до 68.3 %.

Молчанов А.А. (1961) отмечает, что в условиях Подмосковья 65-летние еловые насаждения сомкнутостью 1.0 задерживают 36.1 % жидких осадков. G.Stalfeld (1963) утверждает, что в Южной Швеции 40-летние еловые насаждения задерживают 57.2 % жидких и 52.3 % твердых осадков.

Матвеев П.Н. (1984) установил, что еловые леса Тянь-Шаня в 80-летнем возрасте сомкнутостью 1.0 задерживают осадков 65.9 %, а при сомкнутости 0.5 – 35.3 %.

Известно, что лес двояко влияет на снегонакопление. С одной стороны, полог хвойных насаждений задерживает часть выпадающего снега, который испаряется интенсивнее, чем на открытых пространствах, и тем самым уменьшает снегозапасы. С другой стороны, лес предохраняет проникший под полог снег от испарения, выдувания и снеготаяния в период оттепелей, способствуя тем самым снегонакоплению (Протопопов, 1975; Грудинин, 1979). Несмотря на существующие противоречия в оценке влияния леса на снежный покров, существуют общие закономерности изменения снегозапасов в лесу с изменением сомкнутости, возраста, полноты, состава, запаса надземной фитомассы и других таксационных и биометрических показателей насаждений (Рутковский, 1956; Протопопов, 1963, 1975; Матвеев, 1968, 1984; Лебедев, 1982 и др.).

Породный состав является одним из основных факторов, с которым связывают задержание осадков пологом леса. Лиственные породы задерживают снега меньше чем хвойные, в первую очередь это относится к березнякам, где коэффициенты снегозапасов близки к 1.0 (Рахманов, 1984).

Специальными исследованиями Г.В. Грудинин (1979) установил, что при прочих равных условиях наибольшее количество снега задерживают кроны сосны, затем кедра, ели и пихты. Эти выводы подтверждает результатами исследований в Прибайкалье А.А. Онучин (1984).

Кроме возраста и характера древесного полога на проникновение осадков в полог леса оказывают влияние метеорологические факторы. Ветер в этом процессе играет так же двоякую роль. В сухую морозную погоду даже слабый ветер вызывает осыпание снега, пополняя снегозапасы в лесу. Влажный снег хорошо задерживается на кронах и при наличии ветра быстрее

испаряется, что создает условия для перехвата вновь выпадающих осадков и снижает снегозапасы под пологом леса.

Выше сказанное подтверждается результатами исследований, проведенных в различных регионах (Рутковский, 1956; Лейтон, Родда, 1970; Anderson, 1970; Космынин, 1979; Побединский, 1979; Alton, Fred, 1981). В спелых и перестойных насаждениях эффект увеличения перехвата снега кронами, обусловленный повышением зимних температур, реализуется полнее чем в молодняках. Это происходит по той причине, что независимо от географических условий влажный снег, задержанный кронами, лучше удерживается на старых деревьях, ветви которых более прочные и способны выдерживать большее по сравнению с ветвями молодых деревьев сопротивление на изгиб. Наиболее отчетливо тенденция снижения снегозапасов с возрастом прослеживается от 10 до 80 лет, после 150 лет увеличение возраста слабо отражается на изменении коэффициентов снегозапасов (Молчанов, 1960; Воронков, 1973; Побединский, 1979; Онучин, 1985).

Несоответствие общей закономерности уменьшения снегозапасов с увеличением полноты и сомкнутости насаждений в отдельные годы объясняется зимними оттепелями, когда за счет более интенсивного подтаивания снега в низкополнотных насаждениях по сравнению с высокополнотными, перекрывается разница в перехвате осадков пологом (Рутковский, Кузнецова, 1940).

В последние 10-15 лет наметилась тенденция сокращения количества публикаций, связанных с наземными исследованиями и увеличения числа работ, связанных с дистанционными методами наблюдений, таково реальное положение в изучении снежного покрова.

Долгие годы гидрологические процессы и явления связывались только с климатом. Установлено, что не меньшая роль в них принадлежит почве и ее водно-физическим свойствам. Водно-физические свойства почвы оказывают влияние на гидрологические процессы на горных склонах, и как отмечают многие авторы, лес как естественно произрастающий, так искусственно созданный, в процессе своей жизни в значительной степени изменяет эти свойства. Огромная роль почвы как гидрологического фактора впервые была показана в работах А.И. Воейкова, (1888, 1894), а также В.В. Докучаева (1893). Затем это направление было продолжено Г.Н. Высоцким (1960). Значительную роль в развитии представлений о гидрологических свойствах почвы сыграли работы А.А. Роде (1952, 1965), в которых были изложены теоретические основы гидрологического режима различных почв.

Исследования по водно-физическим свойствам горно-лесных почв велись в горных лесах Кавказа В.З. Гулисашвили (1940), Л.З. Азмайпарашвили (1965), Р.Г. Чагелишвили (1979), в Крымском нагорье - Л.Ф. Каплюк (1965), на Урале - В.Н. Даниликом (1978). Побединским (1979), в горных лесах Карпат А.Ф. Поляковым (1965), в горных орехово-плодовых и

еловых лесах Кыргызстана П.Н. Матвеевым (1984), в арчевых лесах Южного Тянь-Шаня А.В. Космыниным (1988) и др.

Особенно рельефно гидрологическая и защитная роль лесов проявляется в горных районах и там, где выпадают интенсивные ливневые осадки или наблюдается сход снежных лавин, быстрое таяние мощного снежного покрова.

Лес - материальное благо природы, разумное пользование которым, дает возможность, не нарушая его структуры и водоохранно-почвозащитного значения, удовлетворить растущую потребность народного хозяйства в древесине. Однако под влиянием различных лесохозяйственных мероприятий, и в первую очередь рубок и механизированных лесозаготовок, в ряде случаев имеет место существенное снижение гидрологических и защитных функций лесов, особенно в горных условиях, что приводит к возникновению эрозионных процессов, селевых потоков, к снижению плодородия почв и ряду других отрицательных последствий.

Изучению гидрологических последствий лесохозяйственных мероприятий в лесах различных природно-климатических зон уделено немало внимания.

По данным И.И. Хуторцева (1962) в весенний период на вырубках в Бурятии смывается почвы в 10-15 раз больше, чем в лесу. В лесах Урала смыв твердого материала на вырубках увеличивается в 2-5 раз. (Побединский, 1979, 1989). В Карпатах в первый год после рубки выносятся до 600 т/га почвы (Горшенин, 1959).

Оценивая последствия выборочных рубок в сосняках юго-восточного Прибайкалья, В.В. Бизюкин (1976) констатирует, что при увеличении интенсивности рубок от 40 до 90 % скорость инфильтрации снижается в 2-3 раза, а коэффициент склонового стока возрастает в 2.2 раза. На трелевочных волоках изменения еще более контрастны.

Как отмечают в своей работе А.В. Лебедев и Л.М. Ускова (1975) в бассейне озера Байкал в зависимости от состояния поверхности волоков коэффициент склонового поверхностного стока в них возрастает в 5-20 раз. В Забайкалье на вырубках с минерализацией 50 % величина эрозии изменяется в зависимости от крутизны, экспозиции склона и слоя склонового стока от 50 до 3000 т/км². В своей работе они предлагают методику расчета допустимой эрозии на вырубках, что позволяет определить предельную площадь вырубки лесов на водосборе.

Чагелишвили Р.Г. (1979) указывает, что на лесосеке 40-летней давности при сплошной рубке объемный вес почвы соответствует 1.045 г/см³, а в древостоях, нетронутых рубками – 0.905 г/см³. Для просачивания слоя воды высотой 10 см под пологом леса в среднем требуется 2.5-3.5 мин., а на лесосеках – 75.0-85.0 мин., т. е. в 25-30 раз больше времени.

Резкое нарушение водного режима рек в горных еловых лесах Тянь-Шаня, особенно в весенне-летний период в результате сплошных рубок прошлых лет отмечает П.Н. Матвеев (1984).

В хвойно-широколиственных лесах южного Приморья проведение сплошных рубок вызывает снижение водорегулирующей способности этих лесов в 3-4 раза, при этом происходит увеличение общего летне-осеннего руслового стока на 26-136 % и в 1.3-3.6 раза увеличиваются максимальные модули суточного стока (Таранков, 1970; Жильцов, 1989).

Данилик В.Н. (1978), для горных лесов Урала отмечает, что при бессистемных рубках и нарушениях технологии лесосечных работ плотность почвы увеличивается более чем в 2 раза, водопроницаемость снижается в 10 и более раз.

Выборочные рубки, по сравнению с бессистемными, в меньшей мере отражаются на водно-физических свойствах почв. Так А.В. Побединский (1979) установил, что под влиянием выборочных рубок в ельниках Среднего Урала плотность в слое почвы 1.5-10 см увеличилась на 16 %.

Резкое ухудшение водно-физических свойств верхних горизонтов почв под влиянием сплошнолесосечных рубок в Карпатах отмечает В.С. Олейник (1989). Вследствие этого максимальные модули стока на водосборе, пройденном рубкой, увеличивается в 1.5-2 раза, а паводковый сток возрастает в среднем на 56 %.

Как подчеркивает в своей работе В.Ф. Лебков (1967), в Забайкалье наиболее велика опасность смыва почв на обнаженных склонах южной экспозиции. Этому способствует сравнительно легкий механический состав почв, значительный поверхностный сток в связи с поздним их оттаиванием весной и ливневым характером летних осадков, малой мощностью подстилки, сильной инсоляцией.

Проблемы, возникающие в связи с развитием эрозионных процессов на водосборах, нарушенных хозяйственной деятельностью, могут быть достаточно серьезными. Их решение часто требует проведения дорогостоящих мероприятий, направленных на восстановление гидрологического режима и качества воды в водотоках (Namba, 1970; Compendium, 1979).

В условиях Сибири сплошная рубка леса не сопровождается сильным повреждением почвы и на вырубках происходит возобновление древесной и травянистой растительности, а через 8-10 лет там почти полностью восстанавливаются инфильтрационные свойства почв и эрозия значительно уменьшается (Лебедев, Краснощеков, 1979; Лебедев, 1982).

Таким образом, результаты многочисленных исследований, проведенных в различных природно-климатических условиях, убедительно свидетельствуют о большом водорегулирующем значении лесов. Водорегулирующие функции леса обусловлены структурой лесных экосистем, и в первую очередь, зависят от водно-физических характеристик верхних горизонтов лесных почв, мощности и влагоемкости лесной подстилки. Повреждение лесной растительности и, прежде всего, нарушение естественного состояния напочвенного покрова и верхних горизонтов почв, вследствие рубок, лесных пожаров, строительства коммуникаций и т.д.

приводит к снижению водорегулирующих функций леса. Снижение и последующее восстановление их происходит не одинаково в различных природно-климатических условиях.

По трансформации физических свойств лесных почв после рубки леса можно судить об интенсивности ее влияния на водоохранно-почвозащитные свойства экосистемы. Это позволяет выбрать наиболее оптимальные варианты способов рубки леса, при которых физические свойства лесных почв изменяются незначительно, и сохраняется водоохранно-защитная роль фитоценоза.

Еловые леса Прииссыккуля сильно расстроены неумеренной эксплуатацией в прошлом, что привело к сокращению их площадей. Ряд исследователей еловых лесов Тянь-Шаня отмечают их неудовлетворительное состояние (Данилик, 1965; Чешев, 1978; Проскураков, 1983, 1999; и др.). Это происходило из-за нарушений в ведении лесного хозяйства, а именно в применении бессистемных рубок. Как уже говорилось выше, в связи с огромным гидрологическим и защитным значением горных лесов республики, в частности еловых, Совет Министров республики от 5 марта 1959 г. своим Постановлением №119 запретил, начиная с 1960 г., проведение рубок главного пользования во всех лесах Киргизии и весь Государственный лесной фонд республики отнесен к лесам первой группы.

Лесное законодательство последних десятилетий, запретившее проведение рубок в еловых лесах Прииссыккуля, способствовало естественному старению леса, и это отразилось на развитии лесного хозяйства республики.

Леса Кыргызской Республики образуют единый Государственный лесной фонд.

Общая площадь земель Государственного лесного фонда по состоянию на 01.01.03 г. составляет 3275.7 тыс.га, в том числе покрытая лесом площадь 834.7 тыс. га лесистость 4.3 %.

Горные еловые леса республики образованы елью Шренка (*Picea schrenkiana*) или тянь-шанской. Они занимают площадь 116.6 тыс.га или 13.5 % от всей площади лесов.

Возрастная структура еловых лесов Кыргызстана распределяется следующим образом, молодняки – 13.2 %, средневозрастные – 20.3 %, приспевающие – 9.5 % и спелые и перестойные - 57.0 %.

Несмотря на незначительные площади леса Кыргызстана, имеют большое экологическое значение для Центральноазиатского региона.

В связи с этим перед учеными и специалистами-лесоводами республики стоят большие задачи по восстановлению ранее обезлесенных площадей и улучшению общего состояния сохранившихся лесных массивов. Чтобы успешно решить эти задачи, начаты опытные лесовосстановительные рубки в спелых и перестойных насаждениях с целью разработки системы лесохозяйственных мероприятий по изменению структуры, возраста и др. аспектов, повышающих устойчивость, продуктивность, гидрологические и

защитные функции этих лесов. Для Кыргызстана увеличение, сохранение и восстановление лесных ресурсов страны является делом стратегической важности, которое закладывает основу имиджа государства, поднятия его экономического и экологического потенциала.

Изменения режима рек привлекают внимание ученых разных профессий сравнительно давно. Лесистость водосборных бассейнов является одним из факторов, влияющих на речной сток.

Первые наблюдения за стоком с водосборов, имеющих разную лесистость, как указывает Tgue (1961), были организованы в Швейцарии в начале XX века. Были начаты наблюдения за стоком с бассейна лесистостью 99 % и 31 %. Отмечается очень большая водорегулирующая роль леса особенно в бассейне с лесистостью 99 %.

В России тоже относительно давно стали изучать влияние леса на речной сток. Еще в 20-х годах А.А.Дубах (1951) проводил исследования по режиму рек в зависимости от лесистости их бассейнов. В последующее время этим занимались Д.Г. Смарагдов (1940), В.И. Рутковский (1948), А.А. Молчанов (1952, 1974, 1976,), М.И. Львович (1950, 1963), П.Ф. Идзон (1960, 1975, 1980) и др.

Многочисленные наблюдения за стоком в различных природно-климатических условиях, на лесных и безлесных объектах различных рангов, от элементарных площадок до разветвленных водосборных бассейнов показали, что лес обладает совершенной способностью переводить поверхностный сток во внутрипочвенный. В этом проявляется его водорегулирующая функция, а также способность лесов поддерживать высокое качество поверхностных и подземных вод и препятствовать развитию эрозионных процессов.

По данным В.И. Рутковского (1948) с увеличением лесистости от 8 до 40 % поверхностный сток уменьшается с 0.77 до 0.58, а при лесистости 90 % он составляет – 0.43.

Олейник В.С. (1989), изучая водорегулирующие функции лесов в Карпатах, пришел к выводу, что в меженные периоды, когда происходит обмеление рек и их водность определяется исключительно грунтовым и подземным питанием речной сток под влиянием леса может возрасти более чем в 12 раз. При этом максимальный речной сток под влиянием леса уменьшается более чем в 7 раз. Отмечено, что наиболее резко он снижается при возрастании лесистости от 30-40 до 60-70 %.

На современном этапе развития научно-технического прогресса все большее внимание привлекают вопросы влияния леса на речной сток, изменение водных ресурсов того или иного района в связи с изменением лесистости и состояния лесов в результате хозяйственной деятельности.

Изучая изменение сезонной структуры стока под влиянием вырубок и его распределение по водоносным горизонтам, А.В. Лебедев (1980) отмечает следующее. Для рек Северного Приангарья с площадью бассейна 4000-5000 км² при площади свежих вырубок около 1 % наблюдается увеличение

весеннего стока на 5-7 %, а при вырубке 40-45 %, весенний сток увеличивается на 15-20 %.

Отмечается также снижение стока нижних водоносных горизонтов на 10-20 % на тех реках, водосборы которых пройдены рубками от 20 до 65 % по площади. Изменение структуры стока под влиянием вырубок, полученные в других регионах, не обнаруживают противоречий с данными А.В. Лебедева (Побединский, 1976; Чагелишвили, 1979 и др.).

В горных лесах Карпат В.С.Олейник (1999), исследуя гидрологические последствия различных видов рубок в ельниках, пришел к выводу, что в результате выборочной рубки на водосборе средние годовые значения стока возрастают по суммарным показателям, на 11 %, внутрипочвенный сток на 16 % и поверхностный - на 5 %.

Анализируя динамику стока рек Южного Урала - Большой и Малый Инзер, М.Э. Муратов (1973), пришел к выводу, что в период интенсивной лесозаготовки летние меженные расходы воды уменьшаются с 21-22 % до 13-14 % от годового стока. Сплошная одновременная вырубка на всей площади водосборов ручьев или небольших рек в ряде районов Среднего и Южного Урала приводит к пересыханию их в летний период (Побединский, 1989).

Низкие значения поверхностного стока и высокую водопоглотительную способность лесных почв на Дальнем Востоке отмечают многие исследователи (Таранков, 1970; Оприцова, 1978; Жильцов, 1982, 1989 и др.). Эти данные хорошо согласуются с результатами аналогичных исследований в европейской части страны (Идзон, Пименова, 1975; Молчанов, 1960, 1977; Арманд, 1961; и др.).

Резкое нарушение водного режима рек в результате сплошных рубок отмечается в горных еловых лесах Тянь-Шаня и особенно в весенне-летний период (Матвеев, 1984). Нарушение водного режима, как правило, выражается в неравномерности расходов воды в течение всего года, а весной проявляется в виде кратковременных, но большой силы паводков, которые чаще всего сопровождаются селевыми потоками.

Вопросу влияния различных видов рубок на изменение гидрологических и защитных функций еловых лесов Прииссыккуля в нашей работе уделено самое серьезное внимание. Изучались распределение атмосферных осадков, изменение основных водно-физических свойств почвы при различных вариантах рубок (Гапаров, 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006). В горных лесах Прииссыккуля этими вопросами ранее не занимались, необходимость же таких исследований очевидна.

Многие исследователи (Рахманов, 1951, 1962, 1981; Соколовский, 1952; Филин, 1953; Будыко, 1956 и др.), изучая сток с бассейнов, имеющих разную лесистость, утверждают, что с увеличением лесистости водосборов увеличивается и сток. Противоположного мнения придерживается М.И. Львович (1950) и Н.И. Маккавеев (1955), которые считают, что лес, являясь большим испарителем влаги и поэтому увеличение лесистости уменьшает

сток в реках. Таким образом, пока нет единого мнения о влиянии леса на речной сток.

Н.А. Воронков (1970), Г.Б. Паулюкявичус (1972) отмечают довольно тесную корреляционную связь между лесистостью бассейна и минерализацией вод. То, что водоохранные полосы являются только элементом в общей системе водоохранно-защитных лесов каждого водосбора и что их влияние локально, признают многие исследователи (Молчанов, 1977; Побединский, 1979; Чубатый, Олейник, 1977 и др.). Они утверждают, что направленное воздействие на сток может быть достигнуто лишь при условии правильного ведения хозяйства во всех лесах водосборного бассейна.

Водорегулирующие функции леса обусловлены структурой лесных экосистем и в первую очередь зависят от водно-физических характеристик верхних горизонтов лесных почв, мощности и влагоемкости лесной подстилки, наличия и характера травяно-кустарничковой растительности.

Реализация водорегулирующей способности лесов проявляется по-разному. В зависимости от ранга территориальных единиц на зарегулированность стока и его структуру по водоносным горизонтам оказывают влияние рельеф и литология. Рубки главного пользования, а также лесные пожары, сопровождающиеся нарушением живого напочвенного покрова, подстилки и верхних горизонтов почв, увеличивают поверхностный сток и создают угрозу загрязнения водотоков.

Таким образом, результаты многочисленных исследований проведенных в различных природно-климатических условиях убедительно свидетельствуют о большом водорегулирующем значении лесов. Леса в горах не только препятствуют образованию поверхностного стока, но имеют огромное значение в предотвращении эрозии, переводят поверхностный сток во внутripочвенный и в более глубокие горизонты, способствуя тем самым снижению непродуктивного испарения и равномерному поступлению осадков в русловую сеть. Этим самым значительно снижаются речные паводки и обеспечивается равномерный русловый режим, что для условий Средней Азии с его поливными земледелием имеет огромное значение.

Анализируя результаты исследований связанных с оценкой водоохранной, и противозерозионной функций леса, можно констатировать, что эти защитные функции, также как и водорегулирующая, проявляются во всех природно-климатических условиях, где произрастает древесная растительность.

Как установлено исследованиями, главной причиной водной эрозии почв является поверхностный сток. Она может проявляться на территориях, где выпадают интенсивных осадки или происходит быстрое таяние снежного покрова. В зависимости от крутизны склонов и других условий рельефа, влияющих на скорость стекания поверхностного стока, создается различная степень потенциальной опасности возникновения эрозии. В его регулировании горные леса играют решающее значение.

ГЛАВА II.

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И РЕЛЬЕФ

На северо-востоке Кыргызской Республики на высоте 1600 м над уровнем моря, расположена котловина озера Иссык-Куль, заключенная между горными хребтами: на севере - Кунгей, на юге - Терской Ала-Тоо. Хребты относятся к системе гор Северного Тянь-Шаня и достигают высоты порядка 5000 м над уровнем моря, в гребневой части покрыты снегом и ледниками. Эти хребты как две гигантские горные дуги вытянуты в широтном направлении, они опоясывают котловину, соединяясь на востоке и западе. Общая длина Иссык-Кульской котловины 240 км, ширина – 70 км.

Территория Иссык-Кульской области представляет в целом горную провинцию с сильной расчлененностью рельефа. В восточной и центральной частях – это широтно вытянутые цепи высоких хребтов, идущих от мощного горного узла Хан-Тенгри.

Склоны Терской Ала-Тоо и Кунгей Ала-Тоо, обращенные к котловине озера Иссык-Куль, обладают сложным разнообразным рельефом, характерной особенностью которого является расчленение склонов глубокими, хорошо выработанными поперечными долинами, в верховьях которых повсеместны следы ледниковой деятельности. Длина долин нередко достигает 40 км (Исаев, 1959).

Пояс еловых лесов в значительной своей части приурочен к области развития крутосклонного средне- и высокогорного рельефа со следами древнеледниковой обработки.

В геологическом строении пояса еловых лесов участвуют породы от древнейшего протерозоя до современного антропогена. Главнейшими горными породами являются граниты и гнейсы, которые на крутых участках склонов часто выходят на поверхность, и нередко образуют скопления глыб и обломков у подножья склонов и на речных террасах. Поймы рек заполнены скалистыми наносными отложениями, состоящими из прослоек разного механического состава. Вследствие большой расчлененности хребтов поперечными речными долинами образовался ряд частных, различно ориентированных склонов, которые изрезаны то глубокими и узкими ложбинами с обнаженными скалами и гребнями, то широкими впадинами с пологими склонами.

КЛИМАТ

По А.С. Селоустьеву (1950) Кыргызстан разделяется на 5 природно-климатических областей, которые различаются между собой условиями рельефа, циркуляцией атмосферы и другими факторами: 1 - Северо-Западный Кыргызстан (Таласская долина), 2 - Северный (Чуйская и Кеминская

долины), 3 - Северо-Восточный (Иссык-Кульская котловина), 4 - Юго-Западный (склоны, обрамляющие Ферганскую долину) и 5 - Внутренний Тянь-Шань. Границы этих областей четко выражены и проходят по гребням горных хребтов.

Иссык-Кульская котловина входит в Северо-Восточную природно-климатическую область. Сложность орографии, резко расчлененный рельеф, покрытые снегом и льдом гигантские хребты Кунгей и Терскей Ала-Тоо, огромный незамерзающий бассейн оз. Иссык-Куль, высокая приподнятость котловины на высоте 1608 м над уровнем моря определяют многообразие климатических условий, обуславливают горизонтально-вертикальную поясность климата и формируют уникальные черты климата, не имеющие аналога в других регионах Кыргызстана (Климат Кыргызской ССР).

Это своеобразие климата подтверждается температурным режимом, количеством и режимом выпадения осадков.

Климат Иссык-Кульской котловины можно охарактеризовать как умеренно-континентальный. Не только в Кыргызстане, но и во всей Средней Азии он наиболее мягкий.

На территории Иссык-Кульской котловины, простирающейся с запада на восток более чем на 200 км, в распределении осадков наблюдаются большие контрасты: в ее западной части их выпадает только 100 мм в год, а в восточной части годовая сумма осадков составляет более 600 мм.

В связи с этим в западной части хребтов Терскей и Кунгей Ала-Тоо еловые леса не произрастают. Природным рубежом ельников здесь является количество осадков т.к. минимальной для еловых лесов суммой осадков является 500 мм. Следует отметить, что изменение климатических условий подчинено закону вертикальной поясности. На нижней границе пояса еловых лесов среднегодовое количество осадков составляет 400-600 мм, а на верхней 800-900 мм.

Если в целом климат данной физико-географической области относительно мягкий, то с поднятием в горы он становится заметно суровее. В высотных границах пояса еловых лесов от 1800 до 3200 м над уровнем моря среднегодовые январские температуры изменяются с возрастанием абсолютной высоты от $+5.3^{\circ}$ до -0.1° (табл.2.1).

Годовые колебания температуры в Иссык-Кульской котловине небольшие. Как известно, в климатологии годовую амплитуду температуры принято считать мерой континентальности. По годовой амплитуде климат большей части Иссык-Кульской котловины можно отнести к типу морского (с амплитудой менее 22°), и только восточная часть котловины имеет климат континентально-морской с несколько большей годовой амплитудой.

Величина безморозного периода довольно непостоянна. Она меняется с запада на восток и от долин к горам. Если на высоте над ур.м. 1770 м (Каракол) безморозный период равен в среднем 151 дню, то на высоте 2036 м (Опорный, нижняя граница ельников) - 132, и на высоте 2560 м - 95 дням.

Скорость ветра в общем небольшая - 3-5 м/сек. Большой силой отличаются ветры на западном и восточном побережьях оз. Иссык-Куль, дующие с горных склонов к озеру. На западном побережье наблюдаются штормовые ветры, достигшие 20-30 м/сек, а нередко даже 40 м/сек. В некоторых случаях вторжение холодного воздуха в Иссык-Кульскую котловину осуществляется с востока, через перевал Сан-Таш, но восточные ветры уступают как по скорости, так и по продолжительности западным.

В лесном поясе гор ветры незначительные, лишь иногда они достигают большой силы и в некоторых урочищах вызывают ветровал ели.

Таблица 1.

Средние месячные и годовые температуры воздуха по Иссык-Кульской котловине °С.

Метеостанции	Высота, м	Месяцы												За год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Рыбачье	1620	-3.9	-2.5	1.0	6.8	11.5	15.4	17.5	17.6	13.5	7.6	1.3	-2.9	6.9
Ч-Ата*	1640	-2.8	-2.0	1.5	7.1	11.5	15.1	16.9	16.7	13.0	7.6	2.6	-1.2	7.2
Тамга	1683	-2.0	-1.7	1.7	7.5	11.8	15.6	17.5	17.2	13.5	8.3	3.1	-0.5	7.7
Покровка	1740	-5,2	-4,1	1	6,6	12,2	14,6	17,5	16,1	12,7	6,6	0,6	-2,7	6,4
Каракол	1776	-6.1	-5.2	-0.2	6.9	11.4	14.8	16.4	16.0	12.0	6.1	-0.2	-4.3	5.6
Опорный	2036	-6	-5,3	0,1	5,6	10,7	13,9	15,9	15,4	11,2	5,7	-0,4	-2,9	5,3
Т-Ш.Об*	3673	-21,5	-18,6	-13,9	-6,3	-1	2,2	4,2	3,9	0	-7,3	-13,8	-18,2	-7,5

*Ч-Ата-Чолпон-Ата

*Т-Ш.Об.-Тянь-Шаньская обсерватория

В пределах восточной части котловины количество осадков также значительно варьирует. Так, на плоских равнинных берегах в районе Джергаланского залива выпадает 300-350 мм, тогда как на берегу Тюпского залива, где хребет Кунгей Ала-Тоо близко подходит к берегу озера, - 500-550 мм. При подъеме вверх количество осадков быстро возрастает: в районе Каракола (1750 м над ур. м.) - до 400 мм, в Теплоключенке (1800 м) - 526 мм, на высоте 2000 м - 600 мм (табл. 2).

Таблица 2

Средне месячные и средне годовые суммы осадков, мм

Метеостанции	Высота, м	Месяцы												За год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Рыбачье	1620	1	1	2	7	17	26	26	20	9	5	1	0	115
Ч-Ата	1640	8	8	17	17	29	33	33	39	21	21	14	8	248
Тамга	1683	7	7	12	23	33	40	33	41	18	16	7	7	244
Покровка	1740	13	16	18	39	56	44	43	53	31	36	27	19	395
Каракол	1776	14	12	21	37	60	51	55	49	43	33	23	17	415
Опорный	2036	22	19	28	55	82	93	77	82	52	48	42	24	624
Т-Ш Об.	3673	5	5	12	23	40	58	57	49	22	10	7	7	295

Максимум осадков выпадает летом, с мая по август, минимум - зимой. Устойчивый снежный покров отсутствует в западной части Прииссыккулья,

в районах от г. Балыкчи до г. Чолпон-Ата- по северному берегу и до с. Тамга - по южному. Далее к востоку устанавливается снежный покров, мощность которого, увеличиваясь по мере движения на восток, достигает 45 см в районе Тюпского залива.

Температурный режим свидетельствует о довольно умеренных условиях летнего периода в районе исследований. К этому следует добавить и небольшой безморозный период, составляющий на уровне 1950 м – 133 дня и значительно сокращающийся с высотой (на высоте 2660 м – 96 дней).

Среднемесячные величины относительной влажности воздуха колеблются в течение года от 60 до 70 %. Такие величины для летних месяцев являются высокими. Влажность воздуха в восточном Прииссыккулье, благодаря оз. Иссык-Куль даже в дневные часы летом остается высокой, благодаря дующим в это время бризам.

ПОЧВЫ

Специальное изучение почв еловых лесов Тянь-Шаня в пределах Киргизии было впервые предпринято Л.И. Прасоловым (1909), который называл их черноземовидными. Затем почвы изучали Н.Н. Дзенс-Литовская (1933) и М.А. Глазовская (1945). В этих работах авторами учитывались как условия произрастания ельников (рельеф, почвообразующие породы, характер почвенного покрова), так и некоторые особенности самой ели (зольность хвои). Это дало им возможность подойти к выделению почв под ельниками более дифференцированно. Позднее почвы ельников Тянь-Шаня М.А. Глазовская отнесла к типу темноцветных бурых.

В 1958 г. появилась работа А.Н. Розанова о почвенном покрове Средней Азии, в которой он относит почвы еловых и пихтовых лесов к горно-лесным темноцветным ненасыщенным. Вместе с тем он не отрицает возможность слабого оподзоливания этих почв и выражает несогласие с мнением Ю.А. Ливеровского и М.А. Глазовской о принадлежности этих почв к типу бурых лесных.

В работах Г.И. Ройченко (1956, 1958) и А.М. Мамытова (1955) почвы еловых лесов всей республики отнесены вслед за Ю.А. Ливеровским, изучившим почвы под еловыми лесами юга Киргизии, к типу бурых лесных.

Позднее, на основании собственных исследований этих почв, а также литературных сведений Г.И. Ройченко (1960-62) относит их к двум разным типам почв: горно-лесным оторфованным и горно-лесным темноцветным. Потом эти взгляды были вновь пересмотрены, и в результате, почвы еловых лесов в пределах всей Киргизии вновь отнесены Г.И.Ройченко (1966) к типу бурых лесных

Зонн С.В. (1962) считает, что, «ель, поселившись на ранее сформированных черноземах и горно-луговых почвах, вследствие высокой буферности их и ослабленного воздействия ели и продуктов ее жизнедеятельности оказывает весьма специфическое влияние на эволюцию почв. Этому способствуют интенсивность биологического круговорота

зольных веществ, а также участие в нем травянистой растительности». Эти почвы носят черты предшествующей степной (черноземной) стадии почвообразования, которые в той или иной степени поддерживаются и под пологом ельников.

Кожеков Д. (1963), занимавшийся ряд лет изучением почв под хвойными лесами Киргизии, дает им название горно-лесных лугово-остепненных (или степных) темноцветных. Формирование лесных почв здесь происходит в условиях большой континентальности, а нередко и сухости климата.

Более глубокие исследования В.Ф. Самусенко (1982) позволили уточнить номенклатуру почв под еловыми лесами. Так, в условиях нижнего и среднего подпооясов еловых лесов Тянь-Шаня, на высоте от 1800 до 2500 м, формируется два типа почв, каждый из которых имеет определенные подтиповые различия. Первый тип почв, формирующийся преимущественно на карбонатной коре выветривания, может быть назван горно-лесным холодно-сухотофьянистым черноземовидным с подтипами: типичные и выщелоченно-лессивированные. Второй тип почв, развитый на бескарбонатных породах, относится к горно-лесным сухоторфянистым темноцветным почвам с подтипами: выщелочено-лессивированные и псевдоподзоленные.

Почвы еловых лесов богаты гумусом, содержание которого в верхнем горизонте колеблется от 5 до 20 % с постепенным уменьшением к низу. Они насыщены кальцием, который составляет 8-90 % от суммы поглощенных оснований. Минерализованный опад ели Шренка, зола которого богата кальцием, имеет рН - 7.0-7.5.

В зависимости от условий увлажнения под еловыми лесами формируется два подтипа темноцветных сухоторфянистых почв:

а) темноцветные торфянистые обыкновенные (в более сухих и свежих ельниках);

б) темноцветные торфянистые выщелочные (во влажных ельниках).

Учитывая все это, А.М. Мамытов (1982) приходит к выводу, что горно-лесные почвы ельников отличаются от известных типов равнинных и горно-лесных почв. Этим почвам свойственны черты лугово-степного почвообразования, а также почв черноземного ряда. В связи с этим они выделены в особую генетическую группу под названием «горные черноземно-лесные почвы еловых лесов».

Мощность мелкоземлистого слоя горных почв определяется местоположением их на склоне. На пологих, нижних частях склона почвы отличаются большой мощностью, достигая 2 м, а по мере поднятия вверх по склону толщина слоя мелкозема уменьшается до 20-30 см, а иногда и меньше. В верхних частях склона и на гребне часто наблюдаются выходы коренных пород. На твердых породах (граниты, гнейсы, песчаники) из-за слабой податливости их выветриванию развиваются почвы чаще всего малой и средней мощности, где коренные породы залегают с глубины 20-40 см для

маломощных и 60-80 см - для среднемощных почв. Такая дифференциация почв по их мощности по склону имеет большое значение при оценке водоохранных и водорегулирующих свойств еловых лесов Тянь-Шаня.

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Распространение растительности тесно связано с климатическими условиями и экспозицией склонов. В пределах Кыргызстана основные массивы еловых лесов сосредоточены в северной части республики по склонам гор, окаймляющих озеро Иссык-Куль и в бассейне р. Нарын. Небольшие массивы ели тянь-шаньской находятся в Кыргызском хребте, на юге республики в Ошской и Жалалабатской областях. Основной особенностью пояса еловых лесов является чередование еловых лесов с лугостепями и лугами на северных склонах гор, степей и лугостепей –на южных.

Выше лесного пояса располагаются разнотравно- луговые и степные участки, чередующиеся с зарослями стланиковой арчи. Основными растительными группировками, распространенными в Прииссыккулье, являются еловые леса. Они приурочены преимущественно к склонам северной экспозиции, где образуют полосу шириной 1000-1200 м, нижняя граница которой, проходит на абсолютной высоте 1800 м, верхняя на высоте 3200 м над уровнем моря.

Ель не образует сплошного пояса, а произрастает отдельными массивами, островками, перемежающимися с полянами, каменистыми осыпями и выходами скал. Парковый характер еловых лесов обусловлен прежде всего сильной расчлененностью территории рядом глубоких ущелий. Еловые леса на склонах северных экспозиций чередуется с мезофильными лугами, что зависит от экспозиции, крутизны склонов и прочих факторов. Так, на пологих склонах (менее 15°) еловый лес, как правило, заменяется лугом и таким образом еловые леса приобретают парковый характер, т.е. островное положение (Быков, 1950). Полнота еловых древостоев невысокая.

Как указывает Л.С. Чешев (1971), ель Шренка имеет очень широкий экологический ареал. Она образует самые продуктивные древостои в самых богатых (D₂) и влажных (B₃, C₃) местообитаниях, а наибольшее распространение получила в типах B₂ и C₂. Поэтому можно считать, что ее экологический оптимум находится на пологих склонах во влажных и богатых местообитаниях, а фитоценотический - на более крутых и бедных, там, где меньше развит травяной покров.

Видовой состав и степень покрытия почвы травостоем в лесу зависят от сомкнутости полога древостоев. В густых древостоях (0.6 и выше), как правило, преобладающую роль играют зеленые мхи. Травяной покров очень редкий (проективное покрытие 10-30 %), представлен снытью таджикской и горной, горцем живородящим, звездчаткой джунгарской. Подлесок выражен слабо, встречаются отдельные экземпляры жимолостей, шиповника, ивы,

рябины. В изреженных древостоях увеличивается обилие злакового, разнотравья, повышается проективное покрытие почвы.

Переходный характер свойственен растительности ЮЗ склонов, где травяной покров включает представителей луговых и сухостепных видов. Наиболее часто, именно на этих склонах встречаются кустарники: барбарис, шиповник, карагана.

Иной облик имеет растительность склонов восточной и юго-восточной экспозиций, часто крутых и щебнистых с поверхности. Проективное покрытие здесь составляет не более 25-40 %, а основными представителями являются полынь и типчак.

Лесные поляны заняты злаково-разнотравными ассоциациями большой сомкнутости (проективное покрытие поверхности почвы составляет 75-80 %).

В верхней части елового пояса высокое проективное покрытие создается представителями субальпийских и альпийских лугов - манжетки, василистника, осоки и др.

ГЛАВА III.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основу изучения гидрологической и защитной роли лесов положен общепризнанный, наиболее точный, используемый в практике лесогидрологических исследований метод водного баланса, дающий широкие возможности выяснения взаимодействия тепло- и влагообмена лесных фитоценозов (Рахманов,1962; Шпак 1968; Молчанов,1963, 1970, 1975; Воронков,1973 и др.). Методика этих исследований подробно изложена в литературе и касается, в основном, равнинных условий.

В последние годы метод водного баланса стал широко применяться в исследованиях горных лесов (Хуторцев,1967; Таранков,1970; Ботман,1975; Коваль; 1975; Матвеев 1984; Чагелишвили, 1984; Космынин, 1988; Опритова, 1988; Онучин 2004, и др.).

При оценке перехвата твердых атмосферных осадков пологом леса использовался общепринятый метод сравнения снеготолщин в лесу и на открытом участке. Снежный покров изучался путем проведения снегомерных съемок с определением высоты снежного покрова, плотности и водозапаса. Эти работы проводились в период устойчивого залегания снежного покрова весовым снегомером и снегомерной рейкой. Обычно устойчивый снежный покров в условиях Прииссыккуля устанавливается в середине декабря, измерения проводили один раз в месяц, а в период снеготаяния замеры учащались и в условиях интенсивного снеготаяния проводились через пять дней и чаще.



Рис. 1. Снегосъемочные работы

В период снеготаяния вели наблюдения ежедневно, отмечая процент площади, освободившейся от снега. На каждой вырубке и в лесу делалось не менее 25-30 замеров, что обеспечивало точность исследований на вырубке не менее 5 %, в лесу 10 %. Съёмка велась параллельными рядами поперек склона с тем, чтобы охватить всю вырубку или такую же полосу леса.

При работе снегомером цилиндр опускают отточенными краем в снег и продавливают его до поверхности почвы. Затем по шкале цилиндра отсчитывают высоту слоя снега, отгребают с одной стороны цилиндра снег до почвы и подсовывают под цилиндр металлическую лопатку, чтобы снег, не высыпался и поддерживая лопаткой, поднимают цилиндр, одновременно поворачивая его дном вниз (рис.1). Цилиндр очищают от снега, прилипшего снаружи, и взвешивают безменом. Результаты взвешивания записывают рядом с записью высоты снега. Высота снежного покрова или мощность измеряется металлической снегомерной рейкой.

Плотность снега определяют по формуле 3.1:

$$P=h/H, \quad (3.1)$$

где h -количество воды в снеговом покрове в мм; (отсчет по безмену);

H -толщина снега в мм.

Мы исходили из того, что ошибки измерения средней величины снегозапасов не должны превышать 10 % со статической надёжностью ($S=95\%$). Определение числа измерений высоты и плотности снежного покрова, которое обеспечивало бы соответствующую точность измерения снегозапасов, проводилось по известной формуле:

$$n = \frac{t_a^2}{m_a^2} \sigma^2 \quad (3.2)$$

где, n - объём выборки; t_a – стандартная нормальная переменная (при $S=95\%$ $t_a=1.96$); m_a – заданная ошибка результата измерения снегозапасов (мм); σ - стандартное отклонение (мм).

Задержание жидких осадков пологом леса определялось при помощи осадкомеров Третьякова, ГГИ-500, установленных на каждой пробной площади по 10 шт. Замеры осадков проводили после каждого случая дождя.

Водно-физические свойства почвы и лесной подстилки определялись по методикам Н.Ф. Созыкина (1939), А.А. Молчанова (1960, 1968), А.А Роде (1960). Объемный вес почв находили методом цилиндров при помощи объемного бура, для чего поверхность почвы у края разреза очищали от травянистой растительности, ставили кольцо бура с надетым на него направителем. Кольцо загоняли в почву, а затем образцы почвы, равные объему кольца, складывали в бьюксы, которые взвешивали и сушили при

105°C, а удельный вес определялся пикнометрическим способом. Величина порозности почвы вычислялась через соотношение объемного и удельного веса по формуле:

$$P=(UB-OB)100/UB \quad (3.3)$$

где, OB - объемный вес почвы, г/см³;
 UB - удельный вес почвенных частиц, г/см³.

Полная влагоемкость почвы определялась из величины порозности и объемного веса:

$$ПВ=P/OB \quad (3.4)$$

Определение водопроницаемости или водопоглощения можно проводить различными методами. Мы применяли наиболее простой и легко осуществимый в горных условиях метод трубок, разработанный и описанный Бурыкиным А.М. (1956), в нашей модификации (рис. 2). Положительной стороной этого метода является то, что он менее громоздок, может быть использован на крутых склонах и не требует большого количества воды. Отрицательной стороной этого метода является малая площадь орошения и большое давление столба воды в трубках.



Рис. 2. Определение водопроницаемости методом трубок

Для определения водопроницаемости почв мы брали металлические трубки с заостренными концами диаметром 4 см и высотой 20 см. Они располагались в шахматном порядке на расстоянии 30-50 см друг от друга, забивались в почву на глубину 5 см до метки на трубке. После забивания трубок в них надевали специально градуированные обыкновенные 0.5-литровые бутылки, уровень воды в трубках поддерживался автоматически.

Как только вода в бутылках заканчивалась, их тут же заменяли полными. Учет просачивающейся воды проводился через: 2, 5, 10, 15, 30, 60, 90 мин. Результаты по вариантам и повторностям записывались в полевой журнал, затем рассчитывалась средняя величина просачивания. Водопроницаемость и объемный вес изучались послойно 0-10 см; 10-20 см; 20-30 см с шестикратной повторностью.

Твердость почвы определялась твердомером Качинского. На пробной площади по двум направлениям – по вертикали и горизонтали, пересекающимся в средней части, через каждый 2.0 метра проводили определения на сжатие и расклинивание почвы. При этом при обработке материалов учитывались категории подстилающих поверхностей (подкрановые пространства, поляны, тропы и др.), для которых производилась соответствующая выборка.

Для определения перевода поверхностного стока во внутрипочвенный нами использовался стокомер, разработанный В.Н. Даниликом. Это наиболее быстрый, простой и доступный способ определения перевода поверхностного стока во внутрипочвенный. Методика применения прибора, конструкция описаны в статье В.Н. Данилик, Г.П. Макаренко (1993).

Определение запасов лесной подстилки, отбор образцов проводился при помощи круглого шаблона с площадью в 500 см² с двадцатикратной повторностью. Влагоудерживающую способность подстилки определяли методом ее насыщения водой в течение двух и двадцати четырех часов.

Многолетняя средняя величина осадков составляет 638 мм, за период исследований -723 мм. Отмечается высокая как внутригодовая изменчивость осадков, так и межгодовая, характеризующаяся чередованием лет с обильными осадками и засушливыми (табл. 3).

Таблица 3

Распределение осадков по месяцам за период исследований по метеостанции «Опорный» (1997-2006гг)

Года	Месяцы												Ср. год сумма ос-в
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1997	17.9	5.3	14.8	1.0	83.2	152.8	33.2	82.2	12.4	0.7	52.8	32.0	488.3
1998	92.2	72.2	93.3	154.3	142.1	155.8	122.2	90.3	88.2	88.5	21.8	52.7	1173.6
1999	15.9	6.5	23.2	26.9	104.5	58.8	59.3	74.2	44.5	56.3	25.8	17	512.9
2000	61.5	43.7	20.9	43.4	74.8	90.6	85.8	68.2	112.1	127	23.9	17.3	769.2
2001	16.5	25.1	20.3	66.9	68.4	26.1	116.8	10.8	126.1	109	14.7	70.2	670.9
2002	64.1	57.4	63.5	107.5	80.1	48.5	42.7	49.2	54.0	60.7	30.1	33.1	690.9
2003	21.0	41.6	53.0	76.9	24.6	55.9	88.9	46.9	47.9	57.9	62.4	12.2	589.2
2004	52.4	13.3	45.9	9.4	69.2	65.9	61.9	16.4	37.3	43.5	20.6	30.0	459.5
2005	31.9	30.6	54.6	12.4	54.6	50.0	44.0	36.0	42.0	49.8	22.6	42.0	470.5
2006	36.4	15.6	18.4	58.0	46.0	42.0	16.4	26.8	28.0	48.8	24.3	32.9	393.6

Распределение осадков свидетельствует о том, что наибольшее их количество приходится на весенне-летний период, когда сумма выпавших осадков составляет более половины от годового количества.

Для климатической характеристики района исследований применены данные наблюдений по метеостанции «Опорный» (рис. 3), расположенной в нижней части елового леса в Аксуйском лесном опытном хозяйстве на высоте 2036 над ур.м..



Рис. 3 Метеостанция «Опорный»

Таблица 4

Среднемесячная температура воздуха по метеостанции «Опорный» (1997-2006гг)

Года	Месяцы												Ср. год тр-а
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1997	-4.9	-6.4	1.1	11.2	12.4	12.0	15.5	12.2	11.6	8.8	1.6	-4.3	4.9
1998	-7.2	-5.4	-2.1	4.1	6.9	8.5	12.6	15.5	13.3	4.6	-1.0	-4.4	3.8
1999	-8.5	-4.9	-3.6	0.9	9.8	11.6	15.0	13.8	7.8	4.1	-2.5	-6.0	3.1
2000	-8.1	-8.4	-3.3	6.4	10.6	11.1	13.9	14.7	10.1	3.2	-2.2	-5.8	3.5
2001	-9.4	-4.8	0.2	5.2	9.1	13.5	15.7	13.5	9.5	3.6	-0.9	-5.4	4.1
2002	-9.4	-7.0	-0.1	4.8	8.0	14.8	16.9	18.3	11.7	7.0	1.4	-5.1	5.1
2003	-5.8	-4.4	-1.3	1.7	11.5	15.3	16.4	15.6	10.2	3.7	1.2	-5.0	4.9
2004	-6.3	-3.1	-0.2	6.3	9.9	14.7	15.1	14.9	10.1	5.2	0.9	-4.9	5.1
2005	-8.0	-6.2	1.4	5.2	10.6	12.8	14.4	17.2	13.8	4.9	1.0	-2.6	5.3
2006	-9.8	-4.4	-1.4	2.4	8.8	16.2	19.4	20.1	15.4	6.2	1.1	-3.6	5.8

Многолетняя среднегодовая температура воздуха составляет 4.7°, в период исследования среднегодовая температура колебалась от 3.1° до 4.9° наиболее холодным был - 1999 год, наиболее теплым - 2002 и 2004 год (табл. 4).

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Влияние хозяйственной деятельности на гидрологические и защитные особенности изучались на 7 постоянных пробных площадях, заложенных на участках еловых лесов Прииссыккуля (рис. 4), где были проведены опытные лесовосстановительные вырубki. Ниже дается краткая характеристика пробных площадей: Типы леса указаны по Чешеву Л.С. (1978).

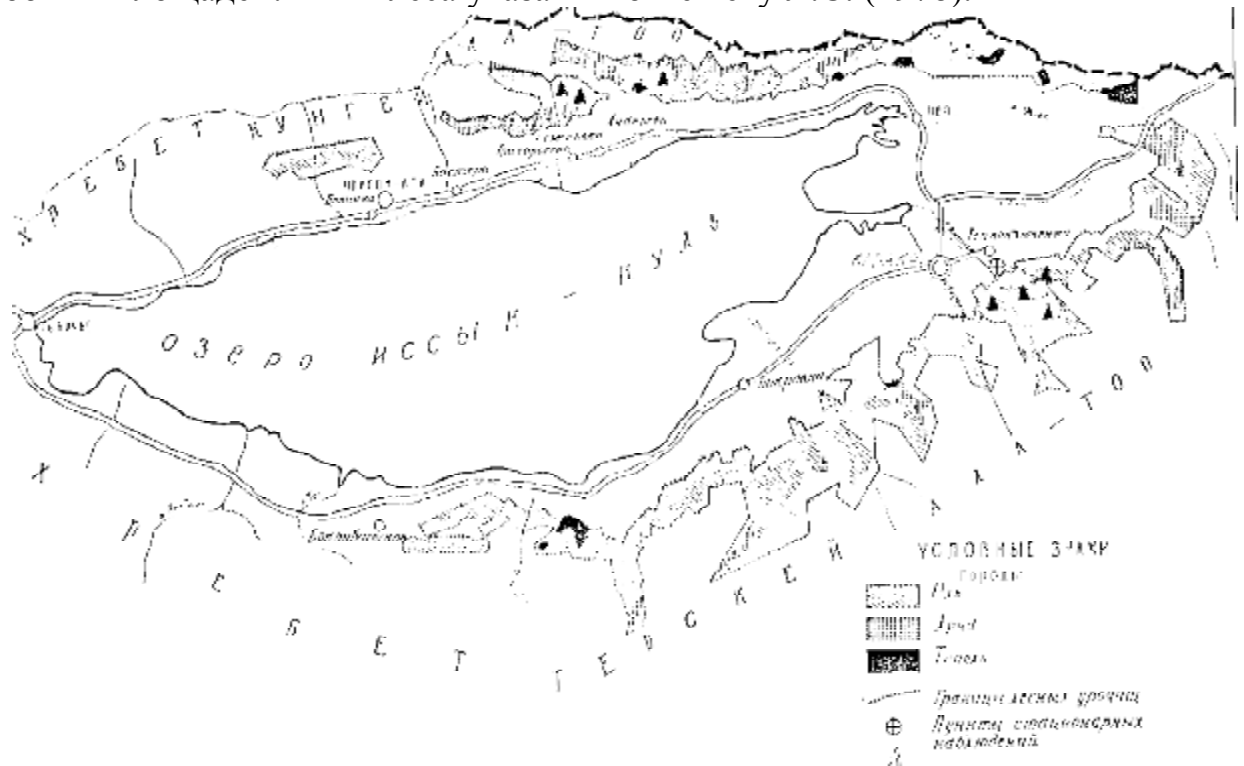


Рис. 4. Карта-схема основной древесной растительности Прииссыккуля с обозначением мест исследований

Пробная площадь №1 заложена в Григорьевском лесничестве в квартале 5, выдел 19 на склоне северо-восточной экспозиции. Крутизна склона 23° . Подошва его расположена на высоте 2400 м, а верхняя граница пробной площади - на высоте 2440 м над ур.м. На площади 0.6 га проведена добровольно-выборочная рубка. Согласно таксационного описания полнота до рубки составляла 0.7, насаждение перестойное, IX класса возраста, тип леса $ЕС_2$, (ельник свежий на среднемощных почвах). Почвы темноцветные, торфянистые, среднемощные, развитые на делювиально-аллювиальных отложениях гранита, среднесуглинистые, свежие. Рубка проведена в 1996 году. Для более равномерного изреживания полога леса с целью стимулирования естественного возобновления в рубку отведено 53.6 % по запасу. Деревья в рубку намечались индивидуально. В первую очередь - сухие и усыхающие, перестойные и спелые, затеняющие подрост или мешающие росту более молодых деревьев. Только в незначительном количестве изреживались куртины средневозрастных деревьев при очень густом их стоянии. Средний диаметр вырубаемых деревьев составляет 39.6 см, средняя высота 21.2 м. Вырубаемый запас - 59 м³.

После рубок осталось средневозрастное насаждение со средней высотой 14.2 м, диаметром ствола 17.6 см, запасом 51 м³, полнотой 0.5. Дальнейшая хозяйственная деятельность в этом насаждении ориентирована на естественное возобновление.

Пробная площадь №2 заложена в том же лесничестве (квартал 7, выдел 35). Абсолютная высота 2550-2600 м над ур.м. Склон северо-западной экспозиции, более пологий, крутизной 20°. В 1996 году проведена добровольно выборочная рубка. Площадь - 1.8 га. Насаждение спелое VIII класса возраста, чисто еловое, тип леса-ЕВ₂, (ельник свежий на маломощных почвах). Средняя высота 19.8 м, средний диаметр – 28.4 см, запас 497 м³, полнота 0.7. На этой пробной площади вырубались в основном сухие и усыхающие, перестойные и спелые деревья и затеняющие подрост или мешающие росту молодых елей. Рубка проведена в двух вариантах.

В первом варианте вырублено 79 деревьев, средний диаметр 36.6 м, вырубаемый запас – 84 м³. После рубки в этом варианте осталось средневозрастное насаждение по составу 10Е со средней высотой 14.7 м, диаметром 21.1 см и полнотой 0.5. Деревья в насаждении расположены куртинами, между которыми в «окнах» планируется создание лесных культур ели.

Во втором варианте осталось средневозрастное насаждение со средней высотой 15.8 м, диаметром 24 см при полноте 0.4-0.5. С предпосылкой для естественного возобновления.

Пробная площадь №3 заложена в Ананьевском лесничестве в квартале 20 выделах 1 и 9. В 1996 г. на склоне северной и северо-западной экспозиции проведена санитарно-восстановительная рубка в двух вариантах. Границей выделов является балка, направленная вдоль склона, она же и граница вариантов пробной площади. Средняя крутизна склона 24°, однако, местами она доходит до 35-36°. Высота местности 2370-2480 м над ур.м.. Площадь пробной площади 4.3 га. Почвы маломощные (21-50 см), темноцветные, торфянистые, малогумусные, среднесуглинистые развиты на продуктах разрушения гранитов. На некоторых участках наблюдается смыв почвы. Возраст насаждения 80-120 лет с преобладанием приспевающих деревьев. Тип леса ЕВ₂, (ельник свежий на маломощных почвах), полнота 0.4.

Первый вариант и контрольная площадь расположены на северном склоне (выдел 9). До рубки имела запас древесины 213 м³ или 152 м³ на гектар, что составляет полноту насаждения 0.4. Средний диаметр 28.3 см, средняя высота 20.2 м. Такую же характеристику имеет насаждение в выделе 1, расположенном на северо-западном склоне.

В первом варианте вырублено 21 дерево со средним диаметром 81.1 см и средней высотой 31.4 м, составляющих большую долю запаса – 118 м³.

На втором варианте вырублено 29 деревьев со средним диаметром 62.1 см и средней высотой деревьев 25.6 м. Запас вырубленной древесины составил - 91.5 м³.

После санитарно-восстановительной рубки на пробной площади осталось низкополнотное еловое насаждение. В первом варианте насаждение имеет среднюю высоту 15.9 м, средний диаметр 20.8 см, полноту 0.2. Это насаждение представляет собой редину. Во втором варианте средняя высота 15 м, средний диаметр 20.3 см, полнота 0.3.

Быско Н.Г., проводивший отвод в рубку в 1997 г., указывает, что выбор деревьев в рубку проведен очень осторожно. В рубку намечены только спелые и перестойные деревья, потерявшие свои защитные функции, и дальнейшее их нахождение в насаждении принесет ему только вред. Поэтому рубка в этом насаждении больше санитарного значения, чем лесовосстановительного. На этих участках предусматривается равномерно по прогалинам провести искусственную лесопосадку.

Пробная площадь №4 заложена в Урюктинском лесничестве. Урочище Узун-Булак, квартал 36, выдел 31. Склон северной экспозиции. Крутизна склона 25°. Высота от 2240 до 2290 над ур.м.. Зимой 1999 года на площади 0,6га проведена добровольно-выборочная рубка. Естественное еловое насаждение представлено одноярусным древостоем. Согласно таксационному описанию полнота до рубки составляла 0.6, запас древесины 235 м³, средний диаметр 44 см, средняя высота 29.3 м. Порядок отбора деревьев в рубку был принят следующий. На участке убирались деревья с диаметром больше 28 см. Тонкомерные деревья худшего качества оставались на корню, независимо от состояния их крон. После проведения рубки, согласно таксационному описанию, запас древесины составил 165 м³. Средний диаметр 40 см, средняя высота 27.5 м. Полнота составляет 0.5. Насаждение на пробной площади ориентировано на естественное возобновление.

Пробная площадь №5 заложена в Аксуйском лесном опытном хозяйстве квартал 56 выдел 23. Склон северной экспозиции, крутизна склона 25-30°. Высота 2200 м над ур.м. В 1999 году в естественном еловом лесу проведена группово-выборочная рубка. Диаметр окон 25 м. Согласно таксационному описанию, полнота до рубки составляла 0.6. Запас древесины 244 м³. Средний диаметр 42 см, средняя высота 30.3 м. Порядок отбора деревьев в рубку был принят следующий. На участке убирались деревья, растущие куртинами, а также отдельно стоящие деревья, мешающие росту молодняка. После проведения рубки, согласно таксационному описанию, запас древесины составил 165 м³, средний диаметр - 33 см, средняя высота - 24.5 м, полнота - 0.35. В будущем насаждение на пробной площади ориентировано на естественное возобновление, так как под пологом леса имеется большое количество всходов ели.

Пробная площадь №6 заложена в Урюктинском лесничестве. Урочище Узун-Булак, квартал 36, выдел 53. Склон северной экспозиции, крутизна склона 27°. Высота от 2100 до 2160 м. над ур.м.. Естественное еловое насаждение. Добровольно-выборочная комбинированная рубка проведена в июле 2001 года. Площадь лесосеки 0.4 га, запас древесины

274 м³, средний диаметр 29.7 см, средняя высота 20.5 м. Участок представлен одновозрастным насаждением с полнотой 0.7, деревья расположены равномерно по площади или в мини группах по 2-3 шт. Подрост также равномерно расположен по площади в количестве 2 тысяч шт./га. В большинстве случаев подрост испытывает недостаток света. Так как имеющиеся молодые деревья диаметром 12 см и более, в ряде случаев имеют короткую крону менее 1/3 от протяженности ствола, то после проведения рубки такие деревья не вынесли бы климатических нагрузок (мокрый снег, ожог коры) (Щербаков В.А., 2001). По этой причине на участке одновременно с рубками главного пользования, были назначены рубки ухода. Из молодых деревьев в рубку назначались деревья с диаметром более 12 см, и с протяженностью кроны менее 1/3 от общей высоты ствола. Если молодые деревья в мини группе имели общую крону и один из экземпляров имел крону более 1/3 от протяженности ствола, такая группа вырубалась полностью, так как вырубка одного дерева могла привести к разрушению группы. Также убирались деревья искривленные, поврежденные и усыхающие. В верхнем ярусе убирались деревья худшего качества, а также деревья, мешающие росту молодняка и лучших деревьев верхнего яруса.

Древостой разреживался равномерно с интенсивностью от вырубемого запаса 30 %. Таксационная полнота после рубки составила 0.4, запас - 201 м³, средний диаметр - 26.8 см, средняя высота - 20.5 м.

В будущем вполне можно рассчитывать на естественное возобновление, так как под пологом леса имеется большое количество всходов ели, которые в последствии погибли бы из-за недостатка света.

Для определения изменения руслового стока с малых водосборов разной лесистости продолжены работы П.Н. Матвеева, начатые в 1960 г., с целью определить влияние изменения лесистости водосбора и других таксационных характеристик насаждения на русловой сток. Характеристика водосборных бассейнов дана в таблице 5.

Водосборы организованы в 1959 г. В первый год проводились подбор водосборных бассейнов и оборудование гидрометрических постов, а с 1960 г. были организованы регулярные наблюдения. Расход воды в водостоках учитывался при помощи треугольного водослива с углом при вершине в 90°. Замеры проводились ежедневно в 8 и 17 часов. По расходам воды в водостоках высчитывались модули стока для каждого бассейна.

Водосборы значительно отличаются по степени лесистости (табл. 5). В орографическом отношении бассейны относительно близки между собой. Крутизна склонов - в пределах 25-30°. Нижняя граница водосборов лежит на 2100-2150 м над ур.м., а верхняя поднимается до 2600-2700 м. над ур. м. Водосборы имеют постоянные водотоки, источником питания которых являются снеговые талые воды и летние осадки. Ледникового питания и от вечных снегов они не имеют.

Таблица 5

Характеристика водосборных бассейнов

Водосборный бассейн*	Общая площадь, га	Протяженность водотока, м	Лесопокрываемая площадь, га				Не покрываемая лесом площадь, га				Лесистость %
			Еловый лес	Лесные культуры	Кустарники	Итого	Прогалина	Вырубки	Лука и пастбища	Итого	
Данные 1963 года											
1*	27	764	15.1	1.9	0.2	17.2	4.8	0.5	4.4	9.8	63
2**	285	2185	49.9	31.4	0.6	81.9	114.6	-	76	190.6	33
3***	184	2174	7.9	7.2	0.1	11.2	-	-	172.8	172.8	5
Данные 1998 года											
1*	27	764	15.1	9.9	0.2	25.2	0.2	0.2	1.6	2.0	92
2**	285	2185	49.9	72.1	0.6	122.8	86.9	-	75.3	162.2	43
3***	184	2174	7.9	29.0	0.1	40.6	-	-	114	143.4	21

ГЛАВА IV.

ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА И ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ РУБОК

С развитием научно-технического прогресса изменяется и антропогенное воздействие на лесные биогеоценозы. Чаще всего это воздействие отрицательно отражается на защитных свойствах горных лесов. Вопросы гидрологических и защитных свойств лесов и особенно произрастающих в горных районах, сейчас привлекают к себе все большее внимание. Горные регионы, по сравнению с равнинными территориями, очень чувствительны к антропогенному воздействию. Подчас даже незначительное по силе изменение экологического равновесия в горных местообитаниях вызывает часто необратимые негативные последствия. Проводимые лесохозяйственные мероприятия в этих лесах, должны обеспечивать, в первую очередь, своевременное восстановление древостоя, следовательно, усилить защитные и гидрологические функции леса и не допускать эрозионных процессов.

Поэтому результаты исследований некоторых аспектов, связанных с распределением атмосферных осадков и изменением водно-физических свойств горно-лесных почв под влиянием различных вариантов опытных добровольно-выборочных и группово-выборочных рубок в спелых и перестойных еловых насаждениях имеют важное экологическое значение.

В горных лесах Прииссыккуля изучением гидрологических последствий лесовосстановительных ранее рубок не занимались. Очень важно проследить за тем, каковы будут последствия рубок в горных еловых лесах Прииссыккуля, часто произрастающих на крутых склонах. Целью правильного подбора методов рубок является усиление защитных функций горных еловых лесов.

РОЛЬ ЛЕСА В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ОСАДКОВ

Атмосферные осадки являются важнейшим звеном в цепи влагооборота и основной составляющей приходной части водного баланса геосистем суши. Судьба выпавших атмосферных осадков складывается по-разному в зависимости от вида осадков, характера подстилающей поверхности и геофизического фона. Жидкие атмосферные осадки сразу включаются во влагооборот. Большая часть выпавших твердых атмосферных осадков формирует снежный покров и на длительное время консервируется.

Основными характеристиками снежного покрова являются его высота, плотность, снегозапасы, характер пространственного распределения, даты установления и схода, продолжительность залегания. В зимнее время от характера снежного покрова зависит хозяйственная деятельность: функционирование транспортных магистралей, лесозаготовки, охотничий промысел и др.

В горных районах рельеф является важным фактором формирования климатических условий, в том числе определяет характер пространственного распределения снежного покрова, режим снегонакопления и снеготаяния. Изучению снежного покрова в горных лесах уделяется немало внимания как в нашей стране, так и за рубежом. Связано это, во-первых, с особой водоохранной ролью этих лесов, а во-вторых, с тем, что в формировании стока горных рек, твёрдые атмосферные осадки играют существенную роль. Издано много научных работ, посвященных оценке водорегулирующей роли леса, особенностям формирования снежного покрова в горах Средней Азии, Сибири, Карпатах и Кавказа. Отражены они в ряде работ (Соседов, 1962, 1967; Протопопов, 1963, 1975; Сыпалова, 1975; Лебедев, 1982; Матвеев, 1968, 1973, 1984; Уваров, 1971; Грудинин, 1979, 1981, Черных, 1985; Космынин, 1988; Кадеров, 1989; Погорелов 2000; Онучин, 1982, 1986, 2003; Битюков 2005, Гапаров, 2006, и др.). Лесогидрологические исследования продолжаются в разных регионах и в настоящее время.

ФОРМИРОВАНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ВЫРУБКАХ В ЕЛОВОМ ЛЕСУ ПРИИССЫККУЛЬЯ

Известно, что горные массивы являются своего рода аккумуляторами влаги. Они дают начало многочисленным горным рекам. Леса, произрастающие по склонам гор, регулируют расходы воды в реках, делая их более равномерными в течение года. Основными факторами, влияющими на динамику снегонакопления, являются орография местности и растительный покров. В Кыргызстане насчитывается свыше 35 тыс. рек различной протяженности, берущих начало в горах, воды которых являются единственным источником орошения в республике. Классифицируя реки Средней Азии по характеру формирования стока, В. И. Шульц (1963), пришел к выводу, что в питании большинства рек талые снеговые воды составляют 90-93 %. В связи с этим изучение условий залегания, режима снеготаяния и перераспределения твердых осадков еловыми лесами Прииссыккуля одна из актуальных проблем.

В условиях Прииссыккуля влияние хозяйственной деятельности на процессы снегонакопления и снеготаяния в еловых лесах по сравнению с другими горными регионами слабо изучено.

В еловых лесах и в лесных культурах Тянь-Шаня П.Н. Матвеев (1984), при исследовании характера формирования снежного покрова отмечает, что в зависимости от состояния насаждений, они в разной степени участвуют в перераспределении атмосферных осадков.

Сыпалова Н. Д. (1975), сравнивая снегозапасы в горах Тянь-Шаня установила, что максимальные снегозапасы приурочены к ельникам. Они здесь на 10 % больше чем на безлесных участках.

Хорошим аккумулятором снежного покрова в еловых лесах Прииссыкуля считает З.И. Черных (1985) узкополосные вырубки. Нами

изучалось влияние лесовосстановительных рубок в еловых лесах Прииссыккуля на формирование снежного покрова.

По многолетним данным метеостанции «Опорный», расположенной ближе к нижней границе елового леса на высоте 2036 м над ур.м., доля твердых осадков составляет 134.8 мм или 20-25 % от годовой суммы. (рис. 5). С увеличением высоты за счет более длительного периода залегания снежного покрова доля зимних осадков увеличивается.

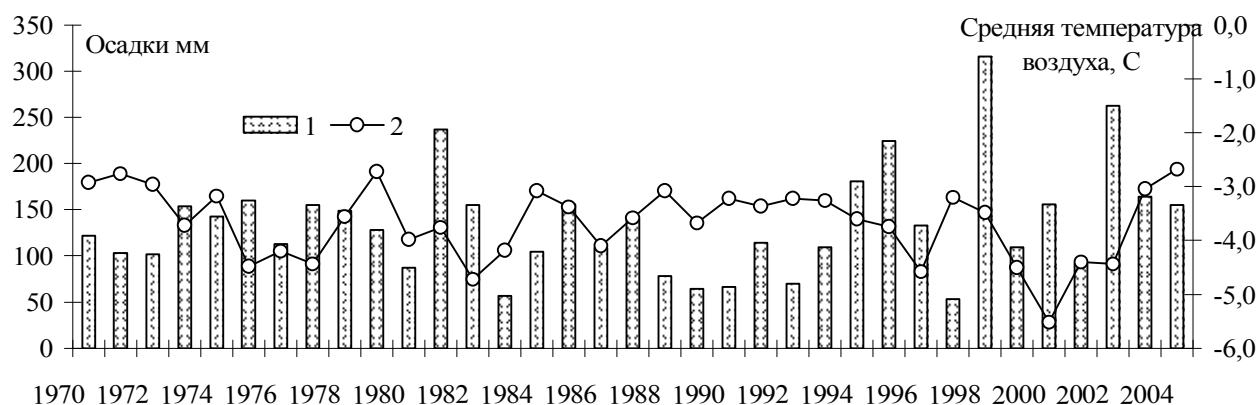


Рис. 5. Цикличность снежности зим и средней температуры воздуха по метеостанции «Опорный»: 1 - сумма осадков за холодный период; 2 - средняя температура воздуха за этот период

Выделение различных по снежности зим произведено нами по двум признакам: по количеству выпавших осадков в течение зимы. Малоснежной или, наоборот, многоснежной мы считаем зиму, если количество осадков в течение зимы более чем на $\pm 25\%$ отклоняется от средней многолетней величины. Когда количество осадков отклонялась от многолетних величин в ту или другую сторону меньше чем на 25 % зима считается среднеснежной.

За 35-летний период многоснежные зимы повторялась 6 раз, из них экстремальной была зима 1998 г. когда выпало 316 мм или в 2.5 раза больше среднемноголетней величины. Малоснежные зимы повторялись 10 раз, из них зима 1997 года была критически минимальной по осадкам. В холодный период выпало всего 53 мм или в 2.5 раза меньше среднемноголетней величины. Средняя температура воздуха за холодный период года была - 3.7°C. очень холодной оказалась зима 1999-2000 гг., когда средняя температура за период была - 5.5°C. Менее холодной был зима 1978-79 гг., когда средняя температура за холодный период составила - 2.7°C.

Семилетние наблюдения показали, что устойчивый снежный покров в еловых лесах Прииссыккуля (рис. 6), в зависимости от погодных условий, устанавливается уже в ноябре, но он частично тает. Устойчивый снежный покров устанавливается чаще всего в первой половине декабря, а затем происходит медленное нарастание высоты снега и его водозапаса. В еловом лесу число дней со снежным покровом в малоснежную и теплую зиму

составляет - 95, а в многоснежную и холодную зиму доходит до 175 дней. Максимальной мощности снежный покров достигает во второй декаде февраля.

Способы рубок существенно влияют на снегонакопление и запасы воды, о чем свидетельствуют табл. 6. и рис. 6.

Таблица 6

Характеристика снежного покрова в период максимального снегозапаса

Варианты рубок	Полнота	Годы наблюдений								
		1998г.			2001г.			2004г.		
		H	d	m	H	d	m	H	d	m
Добровольно-выборочные	0.3	63	0.19	120	33	0.18	59	52	0.19	99
Группово-выборочные	0.4	-	-		29	0.19	55	45	0.21	94
Добровольно-выборочные	0.5	36	0.20	72	23	0.19	44	37	0.2	74
Добровольно-выборочные	0.6	26	0.20	52	17	0.18	31	22	0.2	44
Контроль без рубок	0.7	23	0.24	55	12	0.18	22	16	0.19	30
Открытое место		81	0.22	154	42	0.20	84	64	0.21	134

H-высота снежного покрова, см; *d*-плотность, г/см³; *m*-запас воды в снеге, мм;

Из таблицы 6 видно, что высота и запасы воды в снежном покрове находится в обратной зависимости от полноты насаждений пройденных рубками, при любой снежности зимы. Наибольшая мощность снежного покрова отмечается на открытом месте, а наименьшая под пологом леса не тронутого рубкой.

Выборочная рубка со снижением полноты насаждения до 0.3, увеличивает мощность снежного покрова на 35-40 см, по сравнению с лесом не тронутым рубкой.

При группово-выборочных рубках с диаметром окна 20 и 25 м мощность и коэффициент снегонакопления увеличивается в этих окнах. Высота снега здесь в зависимости от снежности зимы достигает от 35 до 68 см. Такие рубки в еловых лесах способствуют снегонакоплению.

Во многих работах сравниваются снегозапасы в лесу и в поле. В.В. Рахманов (1962), чтобы исключить влияние рельефа на осадки, выбрал три района на равнинной территории Европейской части России. Сравнивая снегозапасы в лесу и в поле, он отмечает, что несмотря на перехват твердых осадков кронами деревьев, в лесу снегозапасы выше. Такие же данные приводят В.В. Осипов (1970) и Е.Д. Сабо (1970).

В горных условиях сопоставлять снегозапасы поля и леса практически очень сложно, так как на перераспределение оказывает влияние такой существенный фактор, как рельеф. Но здесь отсутствует ветровое переотложение снега. Поэтому мы сравнивали снегозапасы в лесу и на ближайшей лесной поляне площадь ее 0.6 га .

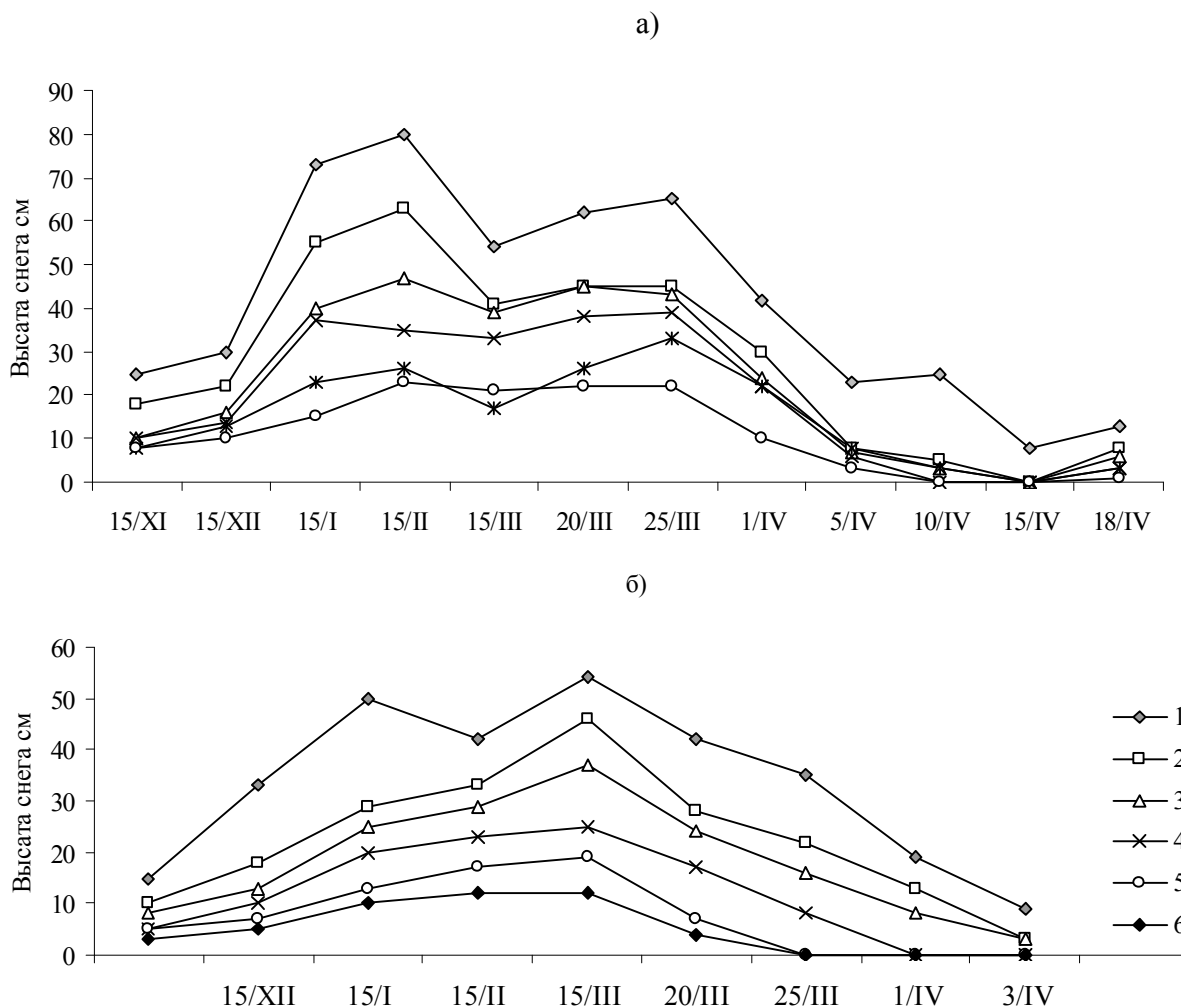


Рис. 6 Динамика снегонакопления. а) многоснежная зима 1998 г., б) малоснежная зима 2001 г.

1 - открытое место; 2 - вырубка полнотой 0.3; 3-0.4; 4-0.5; 5-0.6; 6-лес нетронутый рубкой, полнота 0.7.

Коэффициент снегонакопления определяется отношением максимального снегозапаса в лесу к максимальному снегозапасу на поляне. По результатам исследований построен график (рис. 7) и составлено уравнение (4.1) зависимости коэффициента снегонакопления от полноты насаждений:

$$K_n = 0,3553P^2 - 1,224P + 0,99 \quad R^2 = 0,95; \quad (4.1),$$

где K_n – коэффициент снегонакопления; P – полноты насаждений.

На основании этого графика и уравнения можно давать оценку снегонакопления горных еловых лесах Прииссыкулья. На всех вырубках и в лесу, даже в годы с резко различающимися погодными условиями, наблюдается общая закономерность. Коэффициент снегонакопления при полноте - 0.5, в малоснежную зиму 2001 году составляет - 0.52, а в многоснежную зиму - 0.55, а при полноте 0.7 в малоснежную - 0.3, а в

многоснежную - 0.34. То есть в многоснежную зиму под полог леса попадает больше снега, чем в малоснежную.

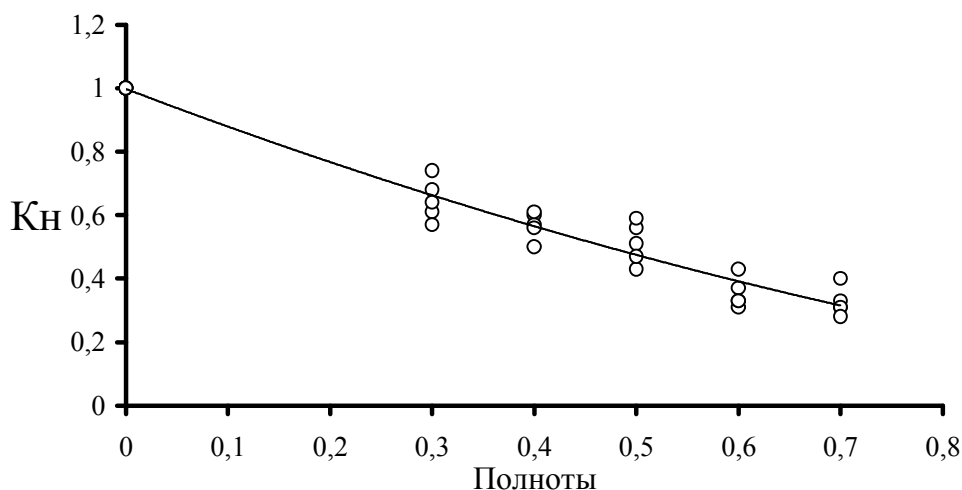


Рис. 7. График связи снегонакопления с полнотой насаждений

Глубина залегания снега сама по себе не дает представления о запасах содержащейся в нем влаги (табл. 6). Они устанавливаются на основании измерения плотности снежного покрова. В течение зимы плотность снежного покрова не остается постоянной. Это зависит от ряда причин: температуры и влажности воздуха, силы ветра во время выпадения снега, но самое главное от радиационного подтаивания.

В период исследований каких-либо существенных закономерностей изменения плотности снега в лесу и на вырубках установить не удалось. В начальный период образования снежного покрова плотность снега была в пределах от 0.14 до 0.20 г/см³, в период максимального снегонакопления составила 0.19-0.25 г/см³ и к началу снеготаяния она увеличивается до 0.31-0.36 г/см³.

В еловом лесу Прииссыккулья за счет выборки перестойных, спелых, сухих и усыхающих деревьев со снижением полноты на каждую долю единицы, снегозапасы увеличиваются на 9-11 %.

Молчанов (1960); Воронков, (1973); Побединский, (1979); Онучин, (1985) утверждают, что в спелых и перестойных насаждениях эффект увеличения перехвата снега кронами, обусловленный повышением зимних температур, реализуется полнее, чем в молодняках. Влажный снег, задержанный кронами, лучше удерживается на старых деревьях, густые кроны и ветви которых более прочные и способны выдерживать большее по сравнению с ветвями молодых деревьев сопротивление на изгиб.

Наблюдения за динамикой снегонакопления и снеготаяния свидетельствуют, что накопление снега продолжается до середины февраля, после этого снежный покров начинает разрушаться. Раньше всего снег

сходит в сомкнутых, не тронутых рубкой насаждениях, так как в зимний период его здесь накапливается меньше, чем на вырубках. Таяние снега в лесу начинается вокруг стволов, затем снег сходит под кронами и, наконец, в окнах. Чем больше прогалина, тем дольше держится снег.

На вырубках снег начинает таять у пней, с их южной стороны, затем на микроповышениях, и в самом конце снег сходит с пониженных, затененных мест. Продолжительность интенсивного снеготаяния в лесу в среднем составляет 17 дней, на вырубках в зависимости от полноты оставшегося насаждения составляет от 15 до 27 дней.

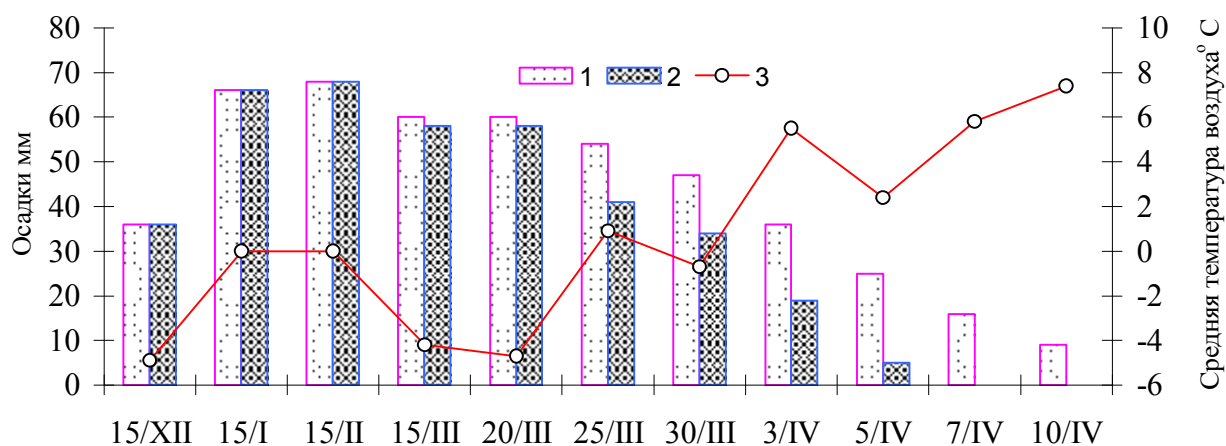


Рис. 8. Влияние экспозиции склонов на снеготаяние:

1-северный склон; 2- склон северо-западный; 3-средняя температура воздуха °C.

Влияние экспозиции склонов на интенсивность снеготаяния изучалось на вырубках в Ананьевском лесничестве (добровольно-выборочная рубка). На двух склонах с одинаковой крутизной северной и северо-западной экспозиции. Результаты наблюдений за зиму 2000 г. отражены на рис. 8.

В холодный период динамика снегонакопления по экспозициям склонов происходит одинаково. Снежный покров достигает максимума во второй половине февраля. По мере повышения температуры воздуха мощность снежного покрова снижается.

Исследования показали, что в еловых лесах экспозиция склонов сильно отражается на снеготаянии. Известно, что снег тает под влиянием солнечной радиации и притока теплого воздуха. В зависимости от экспозиции склона, приход солнечной радиации различен, и чем выше инсоляция, тем интенсивность снеготаяния возрастает. По модели А.Т. Исакова (2005) в Прииссыккулье при крутизне склона 24° приход солнечной радиации составляет на северном склоне 93 ккал/см²/год, а на северо-западном он достигает до 107 ккал/см²/год, что на 14 ккал/см²/год выше, чем на северном. Установлено, что на склонах северо-западной экспозиции интенсивность снеготаяния на 20 % выше, чем на склоне северной экспозиции, а сроки снеготаяния сокращаются на 10-15 дней.

ПЕРЕХВАТ ЖИДКИХ ОСАДКОВ ЕЛОВЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ

Капли ливневого дождя, часто наблюдаемого в Прииссыккулье, механически воздействуя на поверхность почвы на открытых склонах, образуют водяные потоки, которые устремляясь вниз по склону, увлекают за собой почвогрунт и обломки камней. При этом заиливаются поля в долинах. Совершенно иная картина наблюдается на склонах, покрытых лесом. Кроны деревьев всю силу ливневого дождя принимают на себя, и энергия падающих капель гасится и на поверхность почвы дождевая вода попадает в виде мелких, потерявших всякую разрушительную силу капель. Часть осадков, выпадающих над лесом, задерживается различными элементами лесного фитоценоза и испаряясь, вновь уходит в атмосферу.

По многолетним данным в еловой зоне Прииссыккулья на долю жидких осадков приходится 75-80 % от годовой суммы осадков. Количество жидких осадков по среднемноголетним данным в вегетационный период составляет 484 мм. Достаточно увлажненным был 1998 год, когда осадков было (868 мм) в три раза больше, чем в засушливом 1989 году, когда за сезон всего выпало 299 мм. Между температурой воздуха и жидкими атмосферными осадками имеется определенная связь. Чем больше и чаще выпадают осадки, тем ниже температура (рис. 9).

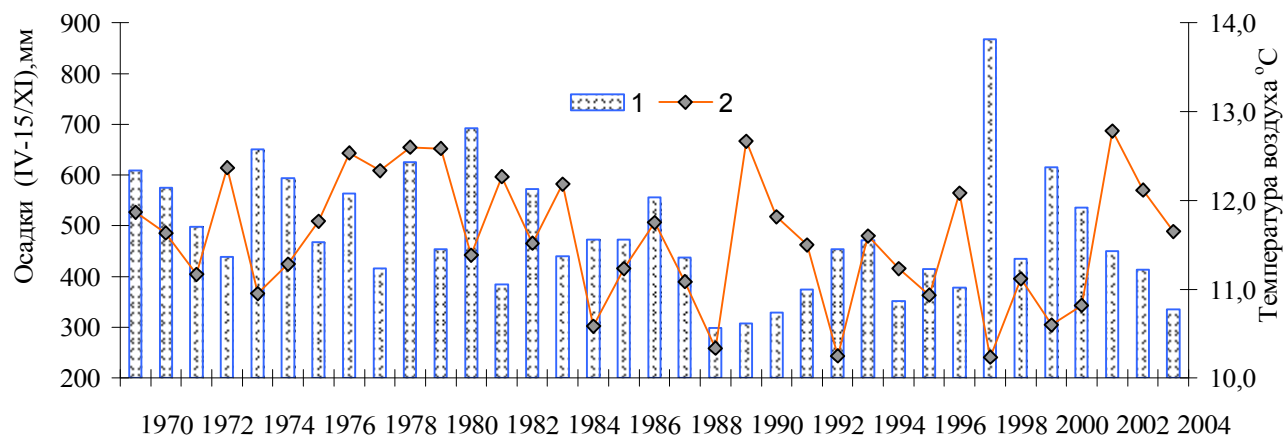


Рис. 9. Сумма жидких осадков и средняя температура воздуха в поясе еловых лесов

1 - количество жидких осадков, мм; 2 - средняя температура воздуха °C за сезон

Распределение жидких осадков по сезонам: весна – 128 мм или 21 % от годовой суммы осадков, лето – 232 мм или 38 % осень- 124 мм осадков или 20 % (рис. 10). Самый теплый месяц июль имеет среднюю температуру 15°C и абсолютный максимум - 38,4°C.

Влияние лесовосстановительных рубок на проникновение жидких осадков под полог елового леса изучалось на выше указанных пробных площадях с мая по 15 октября.

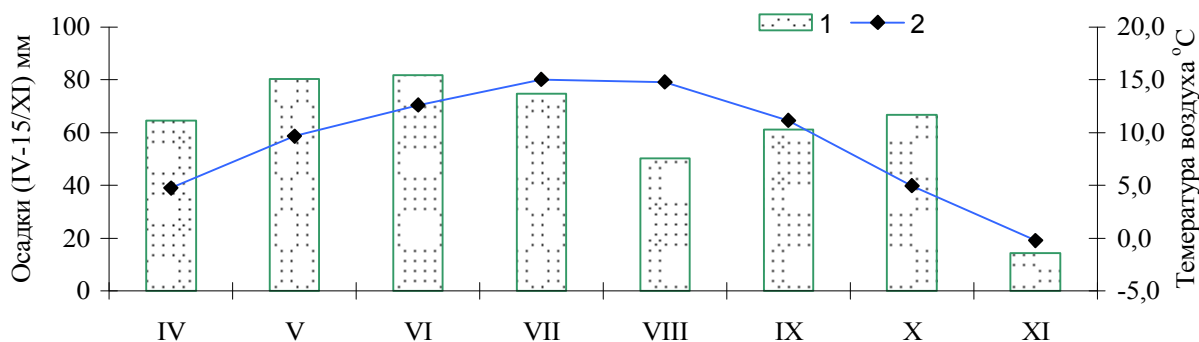


Рис. 10. Изменение температуры воздуха и количество осадков по месяцам

1-количество осадков, мм; 2- средняя температура воздуха °C за сезон.

Результаты наблюдений показывают, что в еловых лесах, пройденных лесовосстановительными выборочными рубками, в высокополнотных насаждениях со снижением полноты на каждую единицу, увеличивается проникновение жидких осадков на 6-7 %, в низкополнотных до 9-10 % (табл.7).

Таблица 7

Проникновение жидких осадков сквозь полог леса и на вырубках

Способы рубок	Полнота	Проникновение жидких осадков в насаждения по месяцам за 2001						Проникло под полог		Задержано %
		V	VI	VII	VIII	IX	X	мм	%	
Добровольно-выборочные	0.3	55	19	95	87	102	86	449	82	18
Группово-выборочные	0.4	41	15	80	77	88	76	382	73	27
Добровольно-выборочные	0.5	34	13	70	64	71	62	316	65	35
Добровольно-выборочные	0.6	36	11	64	59	69	59	299	59	41
Контроль без рубки	0.7	31	8	59	53	62	59	266	53	47
Открытое место (поляна)		68	26	116	108	127	109	554	100	-

При снижении полноты добровольно-выборочными рубками до 0.3, пологом задерживается всего 18 % жидких осадков, при полноте 0.5- 35 %.

Снижение полноты насаждения до 0.4 при группово-выборочной рубке приводит к задержанию 27 % жидких осадков.

При полноте 0.7 в насаждениях, нетронутых рубкой, потери на перехват жидких осадков составляют 47 %.

При лесовосстановительных выборочных рубках выбирались в основном фаутные, перестойные и спелые деревья. Это привело в низкополнотных насаждениях к резкому омолаживанию лесного полога, поэтому проникновение жидких осадков на 3-4 % выше, чем на вырубках в высокополнотных насаждениях. Это говорит о том, что возраст насаждения

оказывает существенное влияние на проникновение осадков сквозь полог леса.

Матвеев П.Н. (1973) отмечает, что с увеличением возраста у ели тьянь-шаньской формируется более плотная крона за счет увеличения длины хвои и продолжительности ее жизни. Длина хвои достигает до 4 см, продолжительность жизни ее до 27 лет. Этим он обосновывает повышенное задержание осадков елью тьянь-шаньской по сравнению с елью обыкновенной.

Кроме возраста насаждения на проникновение жидких осадков под полог леса, также влияют такие факторы, как сила, интенсивность и продолжительность дождя.

В условиях елового леса при выпадении - 26 мм осадков под полог леса полнотой 0,3, проникло 19 мм или 66 %, а при 127 мм осадков проникновение составляет уже 102 мм или 78 % осадков. В лесу, нетронутом рубкой при полноте 0,7 при малых осадках проникает 8,0 мм или 32 %, а при больших соответственно 62 мм и 49 %. Следует, отметить, что выпадение жидких осадков в малом количестве снижает проникновение на 7 % в низкополнотных насаждениях и до 12 % в высокополнотных. Это объясняется тем, что в спелых и перестойных насаждениях густая кроны и больше осадков идет на смачивание хвои, ветвей, стволов.

По результатам исследований построена модель связи проникновения жидких осадков под полог леса разной полноты и на открытом участке (рис. 11).

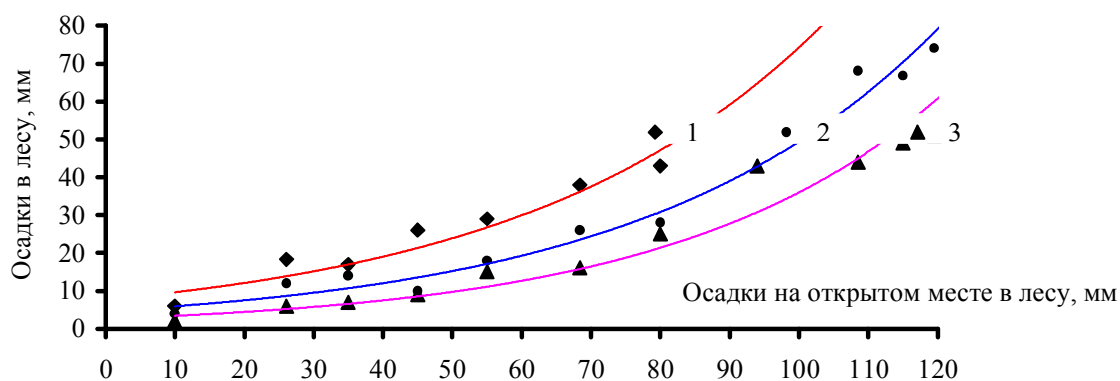


Рис. 11. Связь проникновения жидких осадков под полог леса и на открытом месте: 1-еловый лес, полнота 0,3; $Y_{ж}=9,8785e^{0,021X}$, $R^2=0,86$; 2-полнота 0,5; $Y_{ж}=6,7063e^{0,021X}$, $R^2=0,87$; 3 - лес, не тронутой рубкой, полнотой 0,7; $Y_{ж}=3,8073e^{0,024x}$; $R^2=0,82$;

где $Y_{ж}$ - проникновение жидких осадков в лесу мм; $e = 2,81$; X-осадки на открытом месте в лесу, мм.

В условиях Прииссыкулья выборочные рубки со снижением полноты на каждую десятую долю, увеличивают проникновение жидких осадков на 6-7 %, твердых на 9-11 %. Поэтому выборочные рубки в спелых и перестойных еловых насаждениях способствуют, усилению водопродуктивной функции леса.

ИЗМЕНЕНИЕ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ НА ВЫРУБКАХ

Долгие годы гидрологические процессы и явления связывались только с климатом, в основном с атмосферными осадками. Однако постепенно стало выясняться существенное значение и других факторов: почвы, литологии, рельефа, живого вещества, антропогенных влияний. Сейчас установлено, что не меньшая роль принадлежит почве и ее водно-физическим свойствам. Водно-физические свойства лесных почв давно привлекают внимание исследователей. Водно-физические особенности по сравнению с физической характеристикой лесных и нелесных почв были хорошо известны в конце XIX и начале XX века. Огромная роль почвы как гидрологического фактора впервые была показана в работах А.И. Воейкова (1888, 1894), а также в работе В.В. Докучаева (1893). Более глубокое внимание к физике лесных почв, в связи с изменениями, вызываемыми хозяйственной деятельностью в лесу, уделил Г. Бургер (1922-1928гг). Он предложил методику изучения физических свойств почвы, которая нашла широкое применение.

Водно-физические свойства почвы, такие как скважность, плотность или объемный вес, а так же водопроницаемость оказывают большое влияние на гидрологические функции леса. Бессистемная рубка горных лесов по силе воздействия на лесной биоценоз может сравниться с экологической катастрофой и привести к изменениям первоначальных физических свойств лесной почвы.

Ухудшение водно-физических свойств лесных почв на вырубках отмечал еще в 1898 г Раман (Ramann, 1898), и впоследствии это явление подтвердилось многими другими исследователями. Работы в этом направлении в горных лесах Кавказа проводили В.З. Гулисашвили (1940), Р.Г. Чагелишвили (1979), в Крымском нагорье - Л.Ф. Каплюк (1965), на Урале - В.С. Шумков (1973) В.Н. Данилик (1978), Побединский (1979), в горных лесах Карпат - А.Ф. Поляков (1965), В.С. Олейник (1989), в Прибайкалье В.В. - Бизюкин (1980), в горных лесах Прииссыккуля - П.Н. Матвеев (1984), Л.И. Чешев (1978). К.К. Гапаров (2003), в арчевых лесах Алайского хребта - А.В. Космынин (1988) и др.

Результаты многочисленных исследований, проведенных в различных природно-климатических условиях, убедительно свидетельствуют о том, что только всестороннее изучение водно-физических свойств почв может дать точный ответ на возможность применения того или иного способа рубки в горных лесах с водоохранно-почвозащитной точки зрения.

Влияние рубок на водно-физические свойства почвы в условиях елового леса Прииссыккуля изучены недостаточно. Впервые Л.С. Чешевым и др. (1978) проведены исследования влияния сплошных узкополосных рубок в еловых лесах на водно-физические свойства почвы. Они указывают, что за четыре года на лесосеке в верхнем 20-сантиметровом слое повысилась плотность, уменьшилась порозность почвы.

Нами проведены исследования влияния добровольно-выборочных и группово-выборочных рубок в еловых лесах на водно-физические свойства почв для того, чтобы обосновать способы рубок не нарушающие защитные и гидрологические функции и способствующие лесовосстановлению.

При выяснении особенностей водно-физических свойств лесной почвы важно избрать определенный показатель, а также, чтобы этот показатель имел определенный физический и экологический смысл, и в то же время был легко определяем. Таким показателем может быть плотность почвы.

До сих пор плотность (объемный вес) почвы обычно рассматривается как вспомогательный расчетный показатель. Можно согласиться с И.Б. Ревутом (1962), который настаивает на том, что плотность почвы представляет собой первичный и определяющий фактор всей физики почвы. От степени плотности почвы зависит ее порозность, а следовательно, и водопроницаемость, а так же скорость инфильтрации.

Водопроницаемость, как указывает Н.А. Качинский (1965), является одним из главнейших физических свойств почвы и грунта. В ней отображается вся совокупность свойств почвы: ее механический состав, степень структурности, порозность и прочее.

ВЛИЯНИЕ ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РУБОК НА ПЛОТНОСТЬ И ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЧВ

Плотность почвы нами изучалась параллельно с другими показателями водно-физических свойств почвы. Плотность и водопроницаемость определялись неоднократно, в разные годы. Все результаты исследований сведены в таблице 8, из которой видно, что на всех вырубках в первые годы водопроницаемость и плотность почв в верхних горизонтах снижаются.

Почвы в верхнем 10-20-сантиметровом слое на всех вырубках становятся плотнее, чем в лесу не тронутом рубкой. С увеличением срока после проведения рубки в высокополнотных насаждениях на среднемощных почвах водно-физические свойства восстанавливаются, а в низкополнотных на крутых склонах с маломощными почвами продолжают ухудшаться.

Высокополнотные насаждения на темноцветных, торфянистых, среднемощных почвах, пройденные добровольно-выборочными рубками со снижением полноты до 0.4-0.5, по водопроницаемости и объемному весу фактически ничем не отличаются от контрольного, нетронутого рубкой древостоя. Наблюдалось лишь слабое уплотнение почв верхних горизонтов в первые годы после рубки на глубину до 20 см. На вырубке объемный вес почвы в горизонте 0-10 см первые годы после рубки в среднем составлял 0.60-0.62 г/см³, а по прошествии семи лет 0.56-0.57 г/см³. Водопроницаемость почвы в первые годы после рубки составляла 29.9-31.6 мм/мин, а по прошествии восьми лет 32.7 мм/мин. Рубка не отразилась на водно-физических свойствах нижних горизонтов почвы. В целом водопроницаемость почвы по всему профилю на вырубках высокая, а местами провальная. Под пологом высокополнотных, нетронутых рубкой

древостоев, объемный вес почв варьирует в пределах 0.45-0.55 г/см³, водопроницаемость 34.5 мм/мин.

Таблица 8

Влияние добровольно-выборочных рубок на водопроницаемость и плотность
лесных почв

Вид рубки	Полнота	Глубина, см	1997г.		2000г.		2004г.	
			Объемный вес, г/см ³	Ср. Водопр-сть, (мм/мин).	Объемный вес, г/см ³	Ср. водопр-сть, мм/мин.	Объемный вес, г/см ³	Ср. водопр-сть мм/мин.
Добровольно-выборочная рубка	0.5	0-10	0.62	29.9	0.58	31.1	0.57	33.3
		10-20	0.87	28.8	0.82	27.3	0.80	29.5
		20-30	1.14	18.5	1.14	18.3	1.15	19.6
	0.4	0-10	0.60	30.6	0.58	32.7	0.56	32.32
		10-20	0.92	27.4	0.88	29.8	0.89	28.5
		20-30	1.15	20.8	1.12	19.4	1.05	19.8
	0.3	0-10	0.69	28.4	0.68	28.8	0.68	28.8
		10-20	0.94	25.6	0.90	26.2	0.95	27.4
		20-30	1.12	18.5	1.1	19.7	1.1	20.0
Контроль	0.7	0-10	0.55	34.6	0.56	33.8	0.55	35.1
		10-20	0.76	29.7	0.70	30.1	0.76	28.8
		20-30	1.05	18.2	1.05	19.5	1.1	19.7

Добровольно-выборочные рубки в низкополнотных насаждениях на маломощных почвах со снижением полноты до 0.3 привели к более сильному уплотнению почв. Даже в первые годы после рубки плотность в верхнем горизонте составляла 0.70 г/см³, водопроницаемость 28.4 мм/мин. По сравнению с лесом плотность почв увеличилась в 1.5 раза, водопроницаемость снизилась в 1.5-2 раза. На этом участке наблюдаются микротеррасы от скотопрогонных троп с разрушенной дерниной. В некоторых местах ель имеет обнаженную поверхностную корневую систему.

Исследование влияния группово-выборочных рубок на водно-физические свойства почв проводилось на территории Аксуйского лесного опытного хозяйства. Размеры окон составляют не более одной средней высоты древостоя или 25-30 м с площадью 400 и 500 м². Почвы темноцветные, черноземовидные, торфянистые, среднемощные, развитые на элювии глинистых и известковистых сланцев. Результаты опытов по водно-физическим свойствам почв приведены в табл.9.

Из табл. 9 видно, что показатели объемного веса почвы в окнах составляет 0.52-0.59 г/см³, водопроницаемость 32.7 мм/мин. В верхних горизонтах высокая скорость инфильтрации, водопроницаемость провальная. Эти показатели почти полностью совпадают с данными, полученными при добровольно-выборочных рубках полнотой 0.4-0.5.

**Влияние группово-выборочных рубок на водопроницаемость и плотность
лесных почв**

Вид рубки	Полнога	Глубина, см	2001г.		2002г.		2004г.	
			Объемный вес, г/см ³ .	Ср. водопр-сть. мм/мин.	Объемный вес, г/см ³ .	Ср. водопр-сть. мм/мин.	Объемный вес, г/см ³ .	Ср. водопр-сть. мм/мин.
Группово- выборочная	0.4	0-10	0.59	27.3	0.57	28.5	0.52	32.7
		10-20	0.90	22.5	0.90	24.4	0.89	25.2
		20-30	1.1	17.8	1.1	19.8	1.05	18.3
Контроль	0.7	0-10	0.45	39.6	0.45	40.2	0.44	39.7
		10-20	0.76	25.7	0.70	30.8	0.76	27.1
		20-30	1.05	20.6	1.05	20.5	1.1	19.4

На четвертый год после рубки объемный вес и водопроницаемость почв мало отличаются от таковых на контроле, следовательно вырубка леса небольшими площадями при сохранении напочвенного покрова слабо влияет на изменение водно-физических свойств почв.

ТВЕРДОСТЬ ПОЧВЫ И КОЭФФИЦИЕНТ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

Важными характеристиками почв, которые связаны с ее структурой являются ее твердость и коэффициент поверхностного стока. Твердость почвы определялась твердомером Качинского, коэффициент стока-стокомером Данилика. Для этого на каждой пробной площади проведено по 3 варианта измерений: в подкроновом пространстве, на минерализованном участке, и на лесной поляне. Средние значения для каждого из вариантов рассчитаны по 40 повторностям. Материалы сведены в табл. 10.

Исследования показали, что самые низкие показатели коэффициента поверхностного стока, сопротивления почвы сдавливанию и расклиниванию наблюдаются в подкроновом пространстве, а наиболее высокие на лесных полянах.

В куртинах ели горно-лесная, темноцветная, оторфованная, почва со слоем мощной подстилки обладает высокой поглотительной способностью. Здесь коэффициент внутрипочвенного стока составляет 0.90, такие участки леса не только поглощают ливни высокой интенсивности, но и переводят поверхностный сток, образовавшийся выше по склону, во внутрипочвенный. Сопротивление этой почвы сдавливанию - 12 кг/см² и расклиниванию 7 кг/см².

Таблица. 10.

Твердость и коэффициент стока по вариантам опыта

Вид рубки	Полнота	Варианты опыта	Сопротивление, г/см ²		Коэффициент стока		Доля участия в %
			сдавливанию	расклиниванию	Кв	Кп	
Добровольно-выборочная	0.5	а	12	7	0.90	0.10	55-65
		б	18	13	0.58	0.23	7-9
		в	24	19	0.60	0.40	35-45
	0.4	а	14	8	0.88	0.12	45-55
		б	19	13	0.67	0.33	6-8
		в	27	21	0.56	0.44	55-45
	0.3	а	17	12	0.73	0.27	30-35
		б	28	22	0.65	0.35	4-6
		в	31	26	0.40	0.60	65-70
Группово-выборочная	0.4	а	15	8	0.87	0.13	45-60
		б	20	15	0.65	0.35	6-8
		в	24	18	0.58	0.42	40-55

а - подкрановое пространство; б - минерализованный участок вырубki; в - лесная поляна. Кв - коэффициент внутрипочвенного стока; Кп - коэффициент поверхностного стока.

На минерализованных участках леса показатели сопротивления почвы составляют: 17-18 кг/см² - сдавливанию и 13-15 кг/см² - расклиниванию. Эти участки приурочены в основном к местам, где вырублены деревья. На таких участках коэффициент внутрипочвенного стока составляет 0.58-0.70. Эти показатели зависят от подстилающего слоя почвы и процента минерализации.

На задернованных участках в межкрановых пространствах, поврежденных трелевкой, сопротивление сдавливанию возрастает до 24 кг/см², а расклиниванию до 20 кг/см², коэффициент внутрипочвенного стока снижается до 0.4-0.5 и соответственно увеличивается поверхностный сток.

Показатели твердости почвы и коэффициента стока на лесных полянах и прогалинах зависят от мощности почв. На среднемощных почвах показатели сопротивления почвы расклиниванию составляют 18-24 кг/см², сдавливанию от 24 до 29 кг/см², коэффициент внутрипочвенного стока 0.6, а поверхностного соответственно 0.35-0.40. На лесной поляне, бывшей ранее под лесом, эти показатели возрастают до 26 кг/см² - сопротивление расклиниванию и до 30-40 кг/см² - сдавливанию.

Самых больших значений коэффициент поверхностного стока, сопротивление почвы сдавливанию и расклиниванию достигают на микротеррасах с дерниной, нарушенной выпасом скота. Это связано с недостаточным объемом лесной подстилки после рубок, которая более

интенсивно разлагается и частично смывается в связи с увеличением поверхностного стока. Площади фильтрационных окон уменьшаются, продолжается дегумификация, в летне-осенний период почва сильно иссушается. Отсюда видно, что нерегулируемая пастьба скота в прошлом принесла непоправимый вред этим лесам. Увеличение коэффициента поверхностного стока и возрастание показателей сопротивления почвы на таких участках леса свидетельствует о том, что здесь продолжается дальнейшее ухудшение свойств почв, и они постепенно переходят в эрозионно-опасные территории.

Из табл. 10 видно, что по всем вариантам рубок в высокополнотных насаждениях на среднемощных почвах со снижением полноты до 0.4-0.5 под кроновые пространства занимают 45-65 % площади, а минерализованные участки не более 7-9 %.

В низкополнотных насаждениях подкроновые пространства занимают всего 30-35 % площади, а поляны и прогалины 65-70 %. Так как вырубается незначительное количество древесины, минерализованные участки составляют всего 4-6 %.

На основании этих исследований получена зависимость коэффициента поверхностного стока и сопротивления почвы расклиниванию (рис. 12).

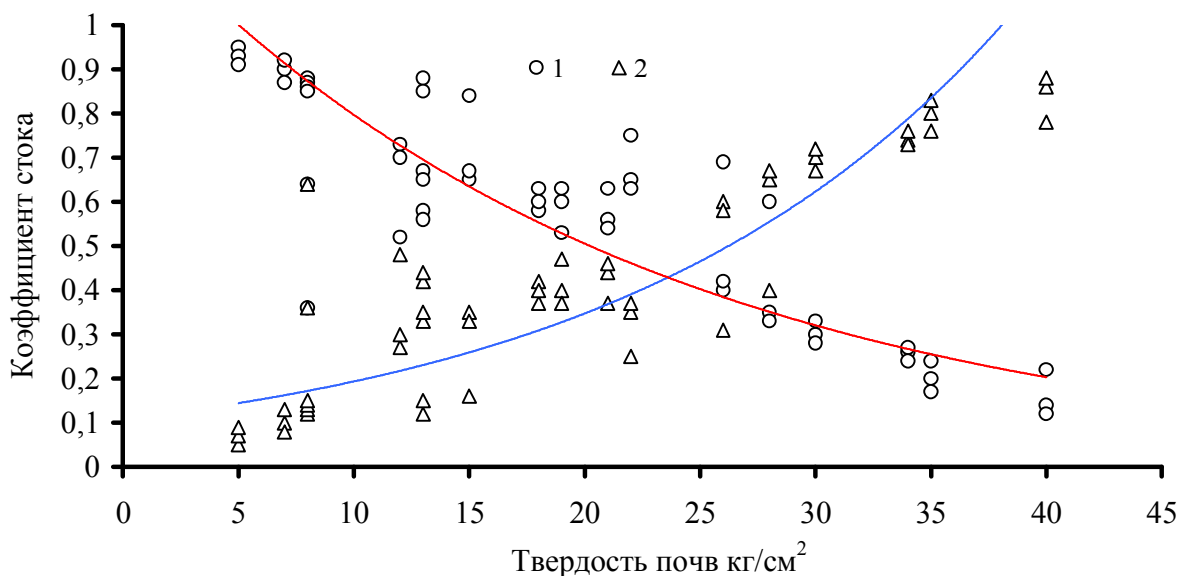


Рис. 12. Связь между твердостью почвы и коэффициентами стока:

1- поверхностный сток; 2-внутрипочвенный сток;

$$Y_p = 0,107e^{-0,0585T}; R^2 = 0,67; \quad Y_v = 1,2567e^{-0,0456T}; R^2 = 0,785;$$

где Y_p - поверхностный сток, Y_v - внутрипочвенный сток. T - твердость почвы (сопротивление расклиниванию kg/cm^2)

Посредством выявленной зависимости можно дать предварительную шкалу оценки фильтрационной способности почвы еловой зоны Прииссыккуля и вероятности проявления эрозии почвы (табл.11).

**Шкала фильтрационной способности горно-лесных почв еловой зоны
Прииссыккулья**

Твердость почвы, кг/см ² (расклинивание)	Внутрипочвенный сток, %	Оценка фильтрации	Признаки эрозии
До 12	100	высокая	Отсутствуют
13-18	более 70	хорошая	Отсутствуют
19-23	до 55	средняя	Поверхностный сток незначительный эрозия отсутствует
24-26	25-30	слабая	Мелкие следы эрозии
Более 27	0-10	очень слабая	Развитие эрозионных процессов

Суммируя вышеизложенное можно сказать, что показатели твердости верхнего горизонта почвы объективно отражаются на водопроницаемости. В условиях Прииссыккулья под высокополнотными еловыми насаждениями на среднемощных почвах с полнотой выше 0.5 более 60 % площади леса имеют твердость почвы до 18 кг/см², что соответствует хорошей фильтрационной способности, при которой отсутствуют следы эрозии. Это подтверждает высокие защитные свойства высокополнотных насаждений.

В низкополнотных насаждениях на маломощных почвах хорошая фильтрация имеет место всего на 30-35 % площади насаждения, а более 65% площади обладают средней и слабой фильтрационной способностью и на таких участках леса возможно проявление эрозии.

Таким образом, следует констатировать, что водно-физические свойства почвы и водорегулирующая способность леса в связи с различными видами рубок главного пользования меняются не одинаково. Выборочные рубки леса слабой интенсивности на среднемощных почвах существенно не отражаются на изменении водно-физических свойств почв и соответственно на насаждениях. Эти изменения в первые годы связаны в основном с трелевкой древесины, а в последующие годы эти свойства восстанавливаются.

**ВЛИЯНИЕ РУБОК УХОДА В ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРАХ НА ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА ПОЧВ**

Лесные культуры создаются на участках склонов, где из-за антропогенных и природных факторов, естественное лесовосстановление не возможно. Целью создания лесных культур в горных условиях является получение продуктов леса, но главным образом, повышение почвозащитных и гидрологических функций.

В течение длительного периода еловые леса республики являлись основным поставщиком древесины, в результате чего к семидесятым годам прошлого века площади их сократились наполовину, что привело к резким колебаниям уровней и снижению меженного стока, а местами к эрозии почв на склонах и прохождению селевых паводков.

Как указывает П.А. Ган (1960), искусственное лесоразведение в Киргизии, в частности в еловых лесах, было начато еще в 1932 году, но широкий размах эти работы получили с 1947 года. Так в еловой зоне Прииссыккуля с 1947 по 2000 год создано более 133 тыс. га лесных культур, в том числе из сосны обыкновенной - 5942 га, ели тянь-шаньской – 23834 га, лиственницы сибирской - 2934 га, березы повислой – 1745 га.

П.Н. Матвеев (1985), изучая хвойные лесные культуры в поясе еловых лесов Тянь-Шаня, отмечает, что искусственно создаваемые насаждения уже к 30-летнему возрасту значительно улучшают водно-физические свойства почв.

Ж.М. Узакбаева (2000), проводившая исследования в этих культурах, указывает, что с увеличением возраста культур до 50 лет значительно снижается плотность почвы и на большую глубину (до 70 см) по сравнению с контролем, и это отражается на водорегулирующих свойствах этих почв.

Загущенные лесные культуры не только снижают качество древостоя (тонкомер, снеголом, и т.д.), но и увеличивают непроизводительные расходы осадков (задержание кронами, повышенная транспирация и др.), что сильно снижает внутрпочвенный и русловой сток.

Своевременное проведение рубок ухода в искусственно создаваемых насаждениях за счет изменения сомкнутости насаждения не только улучшает качество древостоя, но и повышает водоохранные, водорегулирующие и защитные свойства насаждения, что положительно отражается на гидрологическом режиме занимаемых ими территорий.

В связи с этим возникла необходимость выяснить, как рубки ухода в лесных культурах влияют на водно-физические свойства почв.

Первые исследования в этом направлении нами проводились в урочище Джеланды в Аксуйском лесном опытном хозяйстве - на участках в чисто еловых культурах в возрасте 23 года, пройденных рубками ухода, и в сосновых и еловых 50-летних культурах - рубками прореживания. Характеристика пробных площадей приведена в третьей главе.

Почва под лесными еловыми культурами 23-летнего возраста горно-лесная холодно-сухоторфянистая, черноземовидная, бывшая ранее под лесом, но из-за сплошных рубок в прошлом, длительное время была безлесной. Почва еловых и сосновых насаждений 50-летнего возраста горно-лесная черноземовидная холодно-сухоторфянистая выщелоченно-лессированная на известковистых сланцах (Ж.М. Узакбаева, 2000).

Полученные нами материалы исследований о влиянии рубок ухода в лесных культурах на водно-физические свойства почв приведены в табл. 12.

Из табл. 12 видно что, в 50-летних насаждениях плотность почвы ниже, чем в 23-летних культурах, как на не минерализованном, так и на минерализованном участке леса.

В лесных культурах наименьший объемный вес имеет верхний (0-10 см) слой почвы. С глубиной плотность почвы возрастает. Объемный вес почвы связан с механическим составом почвообразующих пород. Плотность поверхностных горизонтов почвы, лежащих непосредственно под лесной подстилкой, определяется не столько механическим составом почвообразующей породы, сколько степенью оструктуренности и заселенностью почвы корнями. С помощью плотности удобно и просто оценить особенности общезфизических свойств почв. Любая рубка в лесу приводит к уплотнению верхних слоев почвы. С плотностью почвы непосредственно связано падение скорости фильтрации. В условиях горных склонов водопроницаемость является очень важным показателем, характеризующим способность почв впитывать и пропускать влагу в нижележащие горизонты. При хорошей водопроницаемости все осадки проникают в почву и создают запасы влаги, при низкой- вода, стекая по поверхности, вызывают эрозию.

Таблица 12

Влияние рубок ухода в лесных культурах на изменение водно-физических свойства почв

Вид культур	Возраст, лет	Глубина, см	Минерализованный участок				Контроль (загущенная культура)			
			Объемный вес г/см ³	Удельный вес твердый фазы	Общая порозность, %	Водопр-ть, мм/мин.	Объемный вес г/см ³	Удельный вес твердый фазы	Общая порозность, %	Водопр-ть, мм/мин.
Ель тьянь-шаньская	23	0-10	1.0	1.9	46.8	19.3	0.58	1.9	69.5	33.3
		10-20	0.92	2.1	54.0	26.4	0.98	2.0	51.5	27.8
		20-30	1.1	2.2	50.0	18.7	1.1	2.1	48.6	18.3
Ель тьянь-шаньская	50	0-10	0.96	1.9	49.5	24.1	0.56	1.9	72.6	33.2
		10-20	0.99	2.2	55.0	22.2	0.72	2.1	68.3	30.3
		20-30	1.1	2.2	50.0	17.3	0.84	2.2	64.9	28.9
Сосна	50	0-10	1.1	2.0	45.0	16.9	0.69	2.0	69.4	28.7
		10-20	1.1	2.0	45.0	17.3	0.99	2.0	54.0	26.3
		20-30	1.2	2.1	42.9	16.1	1.2	2.1	46.3	15.8

Полученные нами данные порозности и водопроницаемости почв (табл. 12) показывают, что изучаемые почвы под культурами обладают разной фильтрационной способностью.

В 23-летних еловых культурах, пройденных рубками с интенсивностью 20 %, общая порозность в верхнем (0-10 см) слое почвы снизилась на 33.5 %, а водопроницаемость на 42 %.

Прореживание еловых насаждений 50-летнего возраста с интенсивностью рубки 35 % от запаса, снижает общую порозность почв в верхнем (0-10 см) слое на 32 %, а водопроницаемость на 31 %. В насаждениях сосны эти показатели снизились на 36 % и 43 % соответственно.

Наибольшая водопроницаемость почв наблюдается в насаждениях ели 50-летнего возраста. В сосновых насаждениях того же возраста водопроницаемость на 13 % ниже, чем в еловых. Объясняется это, прежде всего тем, что лесные почвы под разными культурами имеют на поверхности неодинаковый слой органического вещества и запаса лесной подстилки (табл. 13), вследствие чего отмечается разная фильтрационная способность почв. Хвойная подстилка сосны обладает пониженной гигроскопичностью и впитывает меньше влаги, чем подстилка ели. Это связано, по нашему мнению, с небольшой мощностью сосновых подстилок и разной сомкнутостью этих пород в культуре.

Нами взяты образцы для определения влагоемкости и запаса подстилок в летний период времени. Результаты опытов приведены в табл.13.

Таблица 13

Влагоемкость и запас лесных подстилок в культурах разного возраста в Прииссыккулье

Виды культур	Возраст, лет	Сомкнутость крон	Мощность подстилки, см	Запас подстилки, т/га	Абсолютно сухой вес подстилки, кг/м ²	После 24 час. замачивания л/кг
Ель	50	0.8	1.5-4	32.0	3.2	3.56
Сосна	50	0.7	1-2	27.3	2.7	2.63
Ель	23	0.8	1-1.5	17.6	1.7	1.93

Из табл.13 видно, что еловые насаждения 50-летнего возраста сомкнутостью 0.8 накапливают 32 т/га подстилки, а сосновые насаждения этого же возраста сомкнутостью 0.7-27.3т/га. Еловые культуры 23-летнего возраста сомкнутостью 0.8 накапливают почти в два раза меньше лесной подстилки (17.6 т/га).

Воронков Н.А. (1988) отмечает, что в условиях Подмосковья лесные еловые культуры 40-летнего возраста накапливают 34.3 т/га лесной подстилки, сосновые - 26.6 т/га и лиственничные 14.4 т/га.

В условиях Подмосковья под еловыми культурами 40-летнего возраста накапливается на 9 т/га подстилки больше, чем в условиях Прииссыккулья,

что объясняется разной продолжительностью жизни хвои ели тянь-шаньской и ели обыкновенной. Из-за более жестких условий местопроизрастания под сосновыми культурами в Прииссыккулье подстилки накапливается на бт/га меньше.

По данным Краснощекова Ю.Н. (1986) в подтаежных лиственничных лесах мощность подстилки в зависимости от типа леса изменяется от 1 до 3 см; запас от 6.2 до 16.8 т/га, влагоемкость от 5.1 до 10.0 мм. На вырубках и гарях запасы подстилки уменьшаются до 1.7-7.9 т/га, а их влагоемкость снижается до 2.0-4.8 мм. Им установлено, что под пологом лиственничных насаждений в теплый период времени поверхностный сток не превышает 1 % от суммы осадков, а на вырубках, в зависимости от степени минерализованности поверхности, сток составляет до - 2.5 %.

На объектах наших исследований наиболее существенное воздействие на порозность и водопроницаемость почвы оказывает запас подстилки и ее снижение после рубок.

Лесная подстилка обладает высокой влагоемкостью и задерживает большое количество осадков (табл. 13.). Восстановить плотность почвы после рубки могут атмосферные осадки и связанные с ними явления набухания. В изменении плотности естественных почв большое значение имеют замерзание и разморзание.

В горных условиях поверхностный сток сильно изменяется в зависимости от крутизны склона, сомкнутости древостоев, в тесной связи с которыми находятся физические свойства почв.

Результаты влияния рубок ухода на коэффициент стока в зависимости от физических свойств почв и крутизны склона приведены табл.14.

Таблица 14

Изменение коэффициента стока в лесных культурах в зависимости от крутизны склона и физических свойств почв

Место наблюдений	Возраст культуры, лет	Крутизна склона, °	Полнота	Твердость почвы, кг/см ²		Коэффициент стока	
				Расклинивание	Сдавливание	Кп*	Кв*
Еловые культуры	23	10-15	0.65	29	36	0.73	0.27
Контроль	23	10-15	0.8	19	24	0.42	0.58
Еловые культуры	50	10-15	0.55	26	33	0.56	0.44
Контроль	50	10-15	0.8	18	22	0.32	0.68
Сосновые культуры	50	30-35	0.45	28	35	0.69	0.31
Контроль	50	30-35	0.7	19	26	0.48	0.52

Кп - коэффициент поверхностного стока; Кв - коэффициент внутрпочвенного стока.

Из табл. 14 видно, что наиболее высокий коэффициент внутрипочвенного стока наблюдается под еловыми насаждениями 50-летнего возраста, нетронутых рубками ухода. На склоне крутизной 10-15° он составляет 0.44, что указывает на хорошую водопропускную способность почв. В сосновых насаждениях на склонах крутизной 30-35° этот показатель на 29 %, а в еловых культурах меньшего возраста, созданных на менее крутых склонах на - 38 % ниже. Высокий коэффициент внутрипочвенного стока в еловых насаждениях 50-летнего возраста объясняется большим запасом лесной подстилки (32 т/га) и невысокой крутизной склона.

Увеличение коэффициента поверхностного стока до 0.73 наблюдается в еловых культурах 23-летнего возраста, пройденных рубками ухода. После проведения рубок он увеличился на 74 %. Это связано с тем, что еловые культуры 23-летнего возраста имеют запас подстилки всего 17.6 т/га мощностью 1-1.5 см. После рубок и трелевки древесины мощность и запас подстилки уменьшается, а твердость почвы увеличивается на 30 %.

При рубках прореживания в сосновых насаждениях с запасом лесной подстилки 27.3 т/га коэффициент поверхностного стока увеличивается на 43 %. Это объясняется тем, что рубка проведена на крутом 30-35° склоне интенсивностью 35 % от запаса. Следует отметить, что факторами, оказывающими большое влияние на быстроту впитывания воды в почву и формирование поверхностного стока, являются рельеф местности, запас подстилки и структура лесных почв. После рубки подстилка разрушается, плотность почвы увеличивается.

По данным Ж.М. Узакбаевой (2003) наибольшее оструктурирующее влияние на почвы лесных культур в возрасте 50 лет наблюдается в верхней 30-сантиметровой толще. Содержание агрегатов от 1 до 10 мм в насаждении ели составляет 96.4 %, сосны 90.5 %, а от 1 до 5 мм соответственно 58.7-64.6 %.

К 50-летнему возрасту лесные культуры в значительной степени выполняют свои водорегулирующие свойства. Накопленная подстилка переводит значительную часть поверхностного стока во внутрипочвенный. Проведение рубок ухода в культурах обосновано не только необходимостью улучшения сортиментно-сортной структуры древостоев, но и положительным гидрологическим эффектом, который заключается в снижении непродуктивного испарения с крон и увеличении руслового стока.

При проведении рубок ухода в лесных культурах, выполняющих преимущественно водоохраные и почвозащитные функции, необходимо соблюдать все требования и правила рубок ухода. Они должны обеспечить минимальное нарушение лесной среды и все усилия должны быть направлены в первую очередь на сохранение и усиление гидрологических и защитных функций. От состояния и проводимых в них лесохозяйственных мероприятий зависит водность и зарегулированность стока горных рек.

В заключение следует отметить, что проведенные исследования по выявлению влияния рубок ухода в лесных культурах разного возраста в Прииссыккулье не являются исчерпывающими, а выводы и рекомендации не могут считаться окончательными. В дальнейших исследованиях сведения о гидрологических свойствах этих лесов будут дополняться.

ВЛИЯНИЕ ТРЕЛЕВКИ ДРЕВЕСИНЫ НА ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

В лесоводственной литературе существует много указаний на то, что под влиянием лесозаготовок на вырубках в горных лесах резко увеличивается поверхностный сток и развивается ускоренная водная эрозия.

Изучив влияние трелевки на изменение водно-физических свойств почв Урала В.С. Шумков, А.Б. Воронков (1973) отмечают, что степень изменения зависит от способа трелевки, сезона заготовки, типа леса, запаса древостоя на 1 га, влажности, механического состава и других местных особенностей почв и насаждений.

По данным А.В. Побединского (1965) и Н.Ф. Петрова (1974) под влиянием механизированной трелевки древесины заметно изменяется плотность верхних горизонтов на волоках, где она увеличивается на 20-30 %.

Трелевка приводит к значительному изменению первоначальных водно-физических свойств лесной почвы, особенно верхних горизонтов. При трелевке нарушается лесная подстилка, верхняя часть профиля почвы подвергается заметным изменениям, возникающим в результате механического воздействия. Уничтожение или нарушение лесной подстилки, а также ухудшение структуры почвы проявляется в снижении фильтрационной способности.

Уборка и вывоз заготовленной древесины и порубочных остатков проводятся различными способами. В наших условиях при проведении лесовосстановительных рубок применены три способа трелевки древесины: тракторная и конная трелевка и свободный спуск леса с многократным использованием волока.

На участках, где рубки проведены ближе к нижней границе леса, на склонах крутизной до 20°, применяется тракторная трелевка гусеничным трактором ДТ-75 хлыстами (средний объем хлыста - 1.24 м³, А.Б.Чотонов, 2003). Проводится она в начале весны.

На склонах крутизной более 20-35° применяются конная трелевка. При крутизне более 35° используется свободный спуск раскряжеванной древесины по дну лощин. При необходимости древесина подтаскивается до волока конной тягой, а затем спускается по ложине.

При оценке влияния трелевки древесины на водно-физические свойства почв в зависимости от степени нарушенности трелевочные волока и их участки были подразделены на категории:

а) тракторная трелевка: 1 - однократный проход; 2 - многократные проходы; 3 - поверхность почвы, не измененная трелевкой, рядом с волоком (контроль);

б) конная трелевка: 1 - подстилка снесена, нарушен верхний горизонт почвы; 2-поверхность почвы со следами волока; 3-контроль;

в) свободный спуск: 1 - начало спуска; 2 - конец спуска; 3 - контроль.

При тракторной трелевке происходит сдирание подстилки, живого напочвенного покрова и верхнего горизонта почв до глубины 30см. С увеличением количества конных проходов уплотнение почвенных горизонтов усиливается.

Результаты исследований изменения водно-физических свойств почв при тракторной трелевке приведены в табл. 15, из которой видно, что при тракторной трелевке с однократным проходом объемный вес почвы увеличивается на 83 % , а поверхностный сток в три раза. Водопроницаемость почв при этом снижается на 14 %, твердость почвы возрастает на 57 %. Через пять лет разница в объемном весе почвы в слое 0-10 см составляет 30 %. А в водопроницаемости 5.2 %, т.е. пятилетнего срока не достаточно для полного восстановления водно-физических свойств почв.

Таблица 15

Изменения водно-физических свойств почв при тракторной трелевке

Категории поверхности почвы	Глубина, см	1998г				2003г			
		Объемный вес, г/см ³	Водопр-ть, мм/мин	Твердость почвы, кг/см ²	Коэффициент стока	Объемный вес, г/см ³	Водопр-ть, мм/мин	Твердость почвы, кг/см ²	Коэффициент стока
Однократного прохода	0-10	0.88	28.9	32/39*	0.9/0.1**	0.62	30.4	22/27*	0.55/0.45*
	10-20	1.10	16.6			1.07	17.9		
	20-30	1.12	18.5			1.1	18.9		
Многократного прохода	0-10	1.36	15.6	50/<60*	1.0/0.0**	1.09	18.1	52/<60*	1.0/0.0*
	10-20	1.33	15.6			1.1	16.5		
	20-30	1.33	15.5			1.2	15.9		
Контроль	0-10	0.48	33.6	15/20*	0.3/0.7*	0.45	32.2	14/21*	0.27/0.73*
	10-20	0.96	28.5			0.97	28.1		
	20-30	1.09	17.5			1.1	16.9		

*Показатели твердости почвы: в знаменателе - сопротивление почвы расклиниванию, в числителе – сдавливанию;

**Коэффициент стока: в знаменателе - показатели коэффициента поверхностного стока, в числителе -внутрипочвенного стока.

При многократном проходе трактора по волоку показатели водно-физических свойства почв изменяются до глубины 30 см. Плотность почвы в слое 0-10 см увеличивается на 183 %, водопроницаемость снижается на 54 %. В последующие годы эти показатели трудно восстанавливаются (табл.15).

На местах однократного прохода трактора, и там где были на волоке использованы порубочные остатки, сильного изменения в почвенном покрове не наблюдается, так как давление трактора равномерно распределяется по поверхности. При многократном проходе порубочные остатки уже не в состоянии выполнить эту защиту почвы. На волоках однократного прохода в последующие годы буйно развивается травяной покров. При такой трелевке, не смотря на небольшой объем вывоза древесины и отсутствие пасквальных нагрузок, восстановление водно-физических свойств почв происходит довольно медленно. Многократные тракторные проходы практически не восстанавливаются, а на склонах могут служить причиной развития эрозионных процессов.

Использование лошадей вместо тяжелой трелевочной техники, а также трелевка сортиментами со средним объемом крупного сортимента 0.5 м³ (А.Б. Чотонов, 2003) наносит меньший урон лесным экосистемам при этом лучше сохраняется живой напочвенный покров, подрост и оставшиеся после рубки деревья.

Результаты исследований изменения водно-физических свойств почв при конной трелевке приведены в табл. 16.

Таблица 16

Изменения водно-физических свойств почв на волоках конной трелевки

Категории поверхности почвы	Глубина, см	1998г				2000г			
		Объемный вес, г/см ³	Водопр-ть, мм/мин	Твердость почвы, кг/см ²	Коэффициент стока	Объемный вес, г/см ³	Водопр-ть, мм/мин	Твердость почвы, кг/см ²	Коэффициент стока
Подстилка снесена, нарушен верхний горизонт почвы	0-10	0.95	23.5	34/38*	0.1/0.9**	0.69	24.4	23/29*	0.65/0.35**
	10-20	0.98	26.8			0.98	17.9		
	20-30	1.09	18.5			1.1	18.9		
Слабо нарушенная подстилка имеются следы волока	0-10	0.65	29.6	21/27*	0.63/0.37**	Волок восстанавливается			
	10-20	0.95	25.6						
	20-30	1.10	15.5						
Контроль	0-10	0.51	33.6	15/20*	0.71/0.29**	0.45	34.4	13/20*	0.78/0.22**
	10-20	0.96	28.5			0.97	28.9		
	20-30	1.09	17.5			1.1	17.0		

*Показатели твердости почвы: в знаменателе - сопротивление почвы расклиниванию, в числителе - сдавливанию;

**Коэффициент стока: в знаменателе - показатели коэффициента поверхностного стока, в числителе - внутрпочвенного стока.

При этой трелевке не происходит сильного уплотнения верхнего почвенного горизонта. Трелевка на среднемощных и мощных почвах по порубочным остаткам не изменяет водно-физических свойств почв. Остаются только следы волока, нарушения подстилки и верхнего дернового горизонта.

Плотность на участках нарушенного верхнего горизонта почвы в

первый год после трелевки увеличена на 48 %, водопроницаемость снижена на 27 % (табл.16). Плотность ненарушенного поверхностного слоя увеличивается на 20 % твердость до 21 кг/см². В течение двух лет волокнистые слои восстанавливаются, а их следы постепенно исчезают и зарастают травой, вследствие чего они уже не могут быть источником эрозии.

Расчеты выполненные специалистами лаборатории лесных культур Института леса и ореховодства им. проф. П.А. Гана НАН КР свидетельствуют о меньшей себестоимости 1 м³ древесины при конной трелевке по сравнению с тракторной, что объясняется низкой оплатой труда рабочих при конной трелевке и дороговизной горюче-смазочных материалов и запчастей.

Свободный спуск в наших условиях практикуется на крутых склонах и на участках, где невозможна конная трелевка. При необходимости могут сочетаться свободный спуск с конной трелевкой, т.е. лошадь используется для трелевки древесины по горизонтали до спуска, а затем по лощине древесина свободно спускается вниз.

Влияние такого способа трелевки на водно-физические свойства почв изучены на волоке длиной 356 м шириной 1-1.5 м и крутизной 35° и более.

Таблица 17

Изменения водно-физических свойств почв при свободном спуске леса

Категории поверхности почвы	Глубина, см	1998г				2003г			
		Объемный вес, г/см ³	Водопр-ть, мм/мин	Твердость почвы, кг/см ²	Коэффициент стока	Объемный вес, г/см ³	Водопр-ть, мм/мин	Твердость почвы, кг/см ²	Коэффициент стока
Начало спуска	0-10	1.22	15.9	45/50*	0.9/0.1**	1.24	14.8	48/56*	0.9/0.1**
	10-20	1.03	16.6			1.07	17.7		
	20-30	1.12	18.5			1.13	18.4		
Конец спуска	0-10	1.1	16.6	38/47*	0.9/0.1**	1.3	13.9	50/<60*	0.9/0.1**
	10-20	0.98	24.7			1.1	16.5		
	20-30	1.1	15.9			1.2	16.9		
Контроль	0-10	0.45	33.6	15/20*	0.33/0.67**	0.47	32.2	14/21*	0.3/0.7**
	10-20	0.89	28.5			0.99	28.1		
	20-30	1.1	18.4			1.1	16.9		

*Показатели твердости почвы: в знаменателе - сопротивление почвы расклиниванию, в числителе - сдавливанию.

**Коэффициент стока: в знаменателе - показатели коэффициента поверхностного, в числителе - внутриводного.

Многочисленное использование спуска приводит к полному уничтожению травяного покрова и сильному уплотнению поверхностного слоя почвы, а местами и разрушению плодородного верхнего слоя почвы. Плотность почвы в начале спуска увеличивается на 187 %, водопроницаемость снижается на 57 %, а в конце спуска эти показатели

составляют: плотность - 145 % и водопроницаемость – 50 %. Твердость почвы в верхнем (0-10 см) слое увеличивается на 200 %, коэффициенты стока по всей длине составляет 0.9 т.е. почти все осадки стекают поверхностным путем и этот волок представляет собой очаг эрозии.

В последующие годы эти спуски используются как тропы и в результате даже при осадках малой интенсивности образуется поверхностный сток, а с ним и эрозия, особенно в нижней части волока. Этот способ более приемлем в зимних условиях, так как снег способствует скольжению и меньше нарушается почвенный покров. На таких волоках, отрицательное воздействие трелевки на почву может быть уменьшено путем укладки порубочных остатков на дно волока. Создание лесных культур предотвращает дальнейшее использование волока, и предохраняют почву от механических повреждений. В течение 10-15 лет почвенный покров полностью восстанавливает свои свойства. В дальнейшем следует усовершенствовать свободный спуск леса путем применения специальных передвижных лотков.

Данные наших исследований свидетельствуют о том, что тракторная трелевка, не смотря на небольшой объем вывоза древесины и незначительную продолжительность использования волока, наносит большой ущерб лесной экологии, а восстановление водно-физических свойств почвы происходит очень медленно.

При конной трелевке водно-физические свойства почвы изменяются только в первые годы, а за счет разделки древесины на сортименты на месте рубок, снижается масса трелеваемой древесины. При этом сильного уплотнения верхнего почвенного горизонта не происходит, наблюдается меньше повреждений оставшихся деревьев, не развиваются эрозионные процессы, а восстановление волока происходит за более короткий срок.

В горных условиях при разумном сочетании всех трех способов заметно сокращается площадь минерализованных участков, и обеспечивается большая сохранность подроста и меньше повреждаются, оставшиеся после рубки деревья.

Трелевка древесины должна осуществляться в зимний период, порубочные остатки целесообразно укладывать на тракторных волоках однократного прохода, это способствует сохранению водно-физических свойств почвы. Укладка порубочных остатков на волоках предотвращает поверхностный сток и обогащает почву подвижными элементами, тем самым сохраняет водно-физические свойства почвы.

ГЛАВА V. РУСЛОВОЙ СТОК И ВОДОРЕГУЛИРУЮЩАЯ РОЛЬ ЛЕСА

Лесные экосистемы являются одним из важнейших звеньев влагооборота на водосборах и фактором его регулирования. При целенаправленном воздействии на лесные экосистемы возможно решение важных водохозяйственных задач, включая увеличение стока. Известно, что сток, как важнейшее звено влагооборота тесно связан с климатом. Климатологическая концепция до сих пор продолжает занимать ведущее место в гидрологии, поскольку динамика речного стока тесно связана с конкретными метеорологическими условиями увлажнения и испарения. В тоже время процесс формирования речного стока обусловлен комплексом факторов характеризующих водосборные бассейны. В настоящее время все большее внимание специалистов привлекают вопросы влияния леса на русловой сток. Большой практический интерес представляет знание закономерностей изменения водных ресурсов того или иного региона в связи с динамикой лесистости, состоянием лесов и характером использования земель на водосборах. Русловой сток имеет большое значение во многих сферах деятельности человека. Нежелательные изменения гидрологического режима в связи с хозяйственной деятельностью стимулировали изучение влияния растительности, состояния почвенного покрова, мелиоративных мероприятий и прочих антропогенных изменений ландшафтов на речной сток. Большое внимание уделялось в частности влиянию лесов на формирование объема руслового стока. В этом направлении проведено множество исследований в различных географических условиях.

Издано много научных работ, посвященных наблюдению за стоком в различных природно-климатических условиях на лесных и безлесных объектах различных рангов от элементарных стоковых площадок до крупных водосборных бассейнов.

Зачастую различные авторы доказывают, что лес способствует увеличению речного стока. Концепцию всеобщей увлажняющей роли лесов, начиная с 50-х годов, развивал В.В. Рахманов (1951, 1962, 1975, 1984), который, используя метод сопоставления годового стока рек водосборов с разной лесистостью, пришел к выводу, что увеличение стока под влиянием леса происходит по линейному закону. Его мнение полностью или в той или иной мере разделяют и другие исследователи (Соколовский, 1952, 1959; Филин, 1953; Бочков, 1954; Будыко, (1956); Протопопов, 1975; Побединский, 1976; Данилик, 1982; Идзон, Пименова, Цыганова, 1986; Крестовский, 1986 и др.). Согласно данной концепции, леса во всех случаях характеризуются как экосистемы, способствующие накоплению влаги на водосборах. Они испаряют меньше, чем травянистые сообщества, обуславливают дополнительное выпадение осадков и вследствие этого увеличивают годовой суммарный сток.

Противоположного мнения придерживаются М.И. Львович (1955) и Н.И. Маккавеев (1955), которые считают что лес, являясь большим

испарителем влаги, уменьшает сток рек. По данным В.И. Рутковского (1948, 1958) с увеличением лесистости от 8 до 40 % сток уменьшается от 77 до 58 %.

Шпак П.С. (1968) в своих наблюдениях в районе Велико-Андола (Украина) отмечает, что, годовой сток с водосбора, на 27 % покрытого лесными полосами, почти в восемь раз меньше, чем с полевого водосбора.

Рядом авторов водоохранная роль леса связывалась с природно-климатическими условиями, характером лесной растительности и другими факторами (Hewlett, 1970). Очевидно, что водоохранная роль леса обусловлена целым комплексом метеорологических, почвенно-грунтовых, фитоценологических и других факторов.

Анализ литературы показывает, что нет единого мнения о степени и направленности влияния залесенности водосборных бассейнов на слой стока. Разноречивость мнений о влиянии леса на сток многие объясняют применением несовершенных методик или использованием недостаточного по объему и характеру экспериментального материала.

Учитывая существующие закономерности влагооборота в фитоценозах Н.А. Воронков (1988), отмечает, что в целом лесные экосистемы являются одним из важнейших звеньев влагооборота на водосборах и факторов его регулирования. Он так же указывает, что «решение этих задач требует объединения усилий различных ведомств, прежде всего лесного и водного хозяйства...».

Результаты многочисленных исследований, проведенных в различных регионах, свидетельствуют о важной водорегулирующей роли леса. Его влияние на водный режим территории и речной сток имеет большое хозяйственное значение и должно учитываться в решении проблем водных ресурсов.

Как уже отмечалось ранее, в горах Тянь-Шаня формируется большинство рек Средней Азии (Нарын, Чу, Талас и др.), которые являются основными источниками орошения сельскохозяйственных земель. Поэтому все леса республики, играющие важную защитную, водорегулирующую и водоохранную роль, имеют большое экологическое значение. Лес и вода являются одними из важнейших составляющих национального богатства республики. От количества и качества водных ресурсов напрямую зависит состояние сельского хозяйства. (К.К. Гапаров, П.М. Жоошев, 2004).

Следует заметить, что актуальность изучения закономерностей формирования речного стока в условиях Прииссыккуля обусловлена все возрастающим дефицитом водных ресурсов. Полученные результаты исследований в других горных регионах, не могут быть распространены на территорию Кыргызстана, имеющую свою специфику физико-географических и лесорастительных условий, а также низкую природную лесистость.

ВЛИЯНИЕ ЛЕСИСТОСТИ ВОДОСБОРНОГО БАСЕЙНА НА СТОК В ПРИИССЫККУЛЬЯ

Среди всех естественных ресурсов водные ресурсы Кыргызстана имеют выдающееся значение. Вопросы их комплексного использования и охраны представляют задачу государственной важности. Хотя наша страна в целом еще и не испытывает «водного дефицита», но для отдельных территорий уже теперь или в ближайшей перспективе возможно большое напряжение в водохозяйственном балансе.

В накоплении, регулировании и сбережении запасов воды в бассейнах, леса признаны играть весьма важную роль. Все леса в той или иной степени выполняют водоохранно-защитные и водорегулирующие функции. Степень выполнения этих функций неодинакова и зависит от географических особенностей каждого региона. Вместе с тем следует отметить, что отдельные высотно-поясные комплексы выполняют эти функции неодинаково. Известно, что горные водотоки отличаются большими колебаниями уровней воды в зависимости от погодных условий и характера лесной растительности.

В настоящее время в Аксуйском лесном опытном хозяйстве Института леса и ореховодства НАН КР в поясе еловых лесов Прииссыккулья ведутся наблюдения за суммарным стоком на трех водосборных бассейнах, имеющих различную лесистость.

Первые наблюдения за суммарным стоком на этих бассейнах были начаты в 1960 г. П.Н. Матвеевым первоначальная лесистость бассейнов была: «Адыбаево» - 62 %, (Рис.13). «Ак-Таш» - 33 % и «Бель» - 5 %.



Рис. 13. Водослив в русле водосбора «Адыбаево»

Следует отметить, что леса республики длительное время являлись основным поставщиком древесины, в результате чего к 1960 г. площадь их сократилась почти наполовину. Еловые леса, произрастающие по водосборным бассейнам, имели низкую полноту. Поэтому во всех бассейнах проводились лесохозяйственные работы по повышению лесистости. По данным лесоустройства 1998 года лесистость составила в бассейне «Адыбаево» - 92 %, длина водотока 764 м, «Ак-Таш» - 43 % имел длину водотока - 2185 м и «Бель» - 21 %, 2174 м.

На основании обработки многолетних данных наблюдений построен гидрограф внутригодовой изменчивости стока по экспериментальным бассейнам с разной лесистостью (рис. 14).

В поясе еловых лесов Прииссыккуля многолетняя средняя величина осадков составляет 640 мм. На долю зимних осадков приходится 27-30 % от годовой суммы, при этом небольшом количестве зимние осадки являются, основной составляющей руслового стока.

В зимний период (XI–III) минимальный сток за счет запаса грунтовых вод становится равномерным, без суточных колебаний, с постепенным снижением к весне.

Весеннее половодье обычно здесь начинается в конце апреля и продолжается до конца мая. Это происходит за счет зимних снеготазов и повышения температуры воздуха. Спад расходов воды зависит от погодных условий.

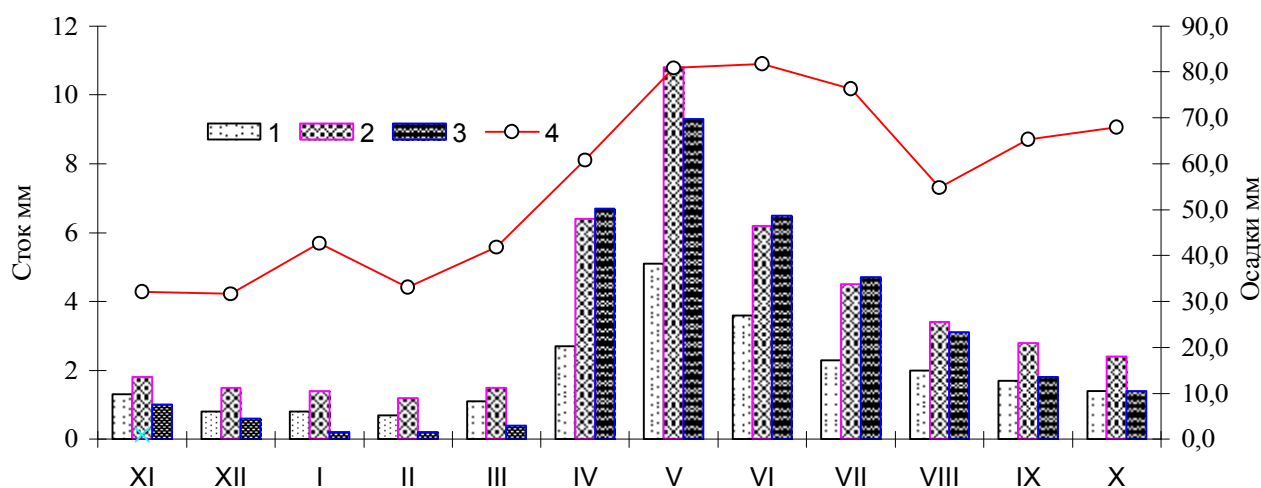


Рис. 14. Внутригодовая изменчивость стока в водосборных бассейнах разной лесистости.

1-бассейн «Адыбаево»; 2-«Ак-Таш»; 3-«Бель»; 4-Внутригодовой ход осадков

Из рисунка 14. видно, что более равномерные расходы воды прослеживаются в бассейне «Адыбаево», где лесистость 92 %. В этом бассейне максимальный сток весеннего половодья 5.1 мм (май) превышает

минимальный 1.6 мм (ноябрь) в 3 раза. Спад уровня воды происходит довольно медленно и продолжается до глубокой осени.

В бассейне «Ак-Таш» лесистостью 43 % пик половодья в мае составляет 10.8 мм, что в 5.5 раза выше минимального ноябрьского в 1.9 мм. Сток в период половодья увеличивается на 0.15 мм/сутки. В этом бассейне в течение всего сезона наблюдается постоянный и повышенный по сравнению с другими водосборами сток. Спад уровня после пикового половодья происходит так же медленно.

В бассейне «Бель» лесистостью 21 % максимальный сток 9.3 мм в мае, он превышает в 8 раз ноябрьский минимальный 1.1 мм. На этом водосборе сток по сезонам года неравномерен. Пики расходов в ручье появляются во время интенсивного снеготаяния и после продолжительных и сильных дождей. В засушливые годы, когда истощаются грунтовые воды, сток прекращается с середины осени и до начала весеннего половодья. Водосборы с малой лесистостью слабо воздействуют на русловой сток.

Казалось бы, что увеличение стока должно быть пропорционально увеличению лесистости бассейна, однако в действительности этого не наблюдается. Это не значит, что повышение лесистости бассейнов в горных условиях снижает гидрологическое значение. Очевидно, что водоохранная роль леса обусловлена целым комплексом метеорологических почвенно-грунтовых, фитоценологических и других факторов. Исследования, проведенные в Северной Америке, Европе и Азии, свидетельствуют о том, что перераспределение расходной части водного баланса между испарением и стоком обусловлено возрастом, составом и строением насаждений в большей мере, чем лесистостью водосборов (Лалл, 1970; Venecke, 1976; Golding, Swanson, 1978; Воронков, 1988; Онучин, 1984, 1987, 2003).

Причину этого явления мы склонны объяснить следующим. К настоящему времени проведено большое количество исследований гидро-климатических параметров и закономерностей формирования стока. Выявлен целый ряд параметров, влияющих на режим рек. Имеется опыт использования регрессионных моделей для оценки величины годового стока через количество атмосферных осадков и климатические параметры (Riggs, 1969; Rigg, Hardison, 1973). Все это делает актуальным проведение анализа исследований в этом направлении, в том числе и в Кыргызстане, что мы попытались сделать в данной работе.

В зависимости от погодных условий отдельных лет речной сток с водосборов с разной лесистостью существенно изменяется. Поэтому для получения достоверных материалов нужны многолетние наблюдения за гидрологическим режимом.

Используя регрессионные модели для оценки величины годового стока в зависимости от комплекса гидро-климатических параметров, мы попытались, вскрыть закономерности формирования стока. В результате статистической обработки многолетних данных для каждого бассейна были

получены уравнения, которые приведены ниже. Климатические параметры получены по ближайшей метеостанции «Опорная».

Уравнение связи годового стока бассейна «Адыбаево» с комплексом гидро-климатических параметров имеет следующий вид:

$$Y_a = 49,3 + 20 \cdot \ln(X_l - Y_p) \cdot T_8 / T_5 \cdot \ln(n) + X_z(0,03T_5 - 0,4) + 0,07X_l(T_l + 12) / T_6 \quad (5.1)$$

$$R^2 = 0,66; \quad \sigma = 8,9; \quad F = 9,1;$$

где Y – годовой сток, мм; X_l – годовое количество жидких атмосферных осадков, мм; X_z – годовое количество твердых атмосферных осадков, мм; Y_p – годовой сток предыдущего года, мм; n – время от начала создания лесных культур, лет; T_l ; T_5 ; T_6 ; T_8 – среднемесячная температура воздуха в январе, мае, июне и августе, С°; R – коэффициент множественной корреляции; F – критерий Фишера; σ – среднеквадратическая погрешность.

Из уравнения (5.1) и построенной модели (рис. 15) видно, что годовой сток водосборного бассейна «Адыбаево» возрастает с увеличением количества жидких и твердых атмосферных осадков и стока предыдущего года. Повышение августовской температуры воздуха в сочетании с осадками за этот же период также положительно отражается на увеличении стока. Высокая температур воздуха в мае (выше 8°) снижает объем стока.

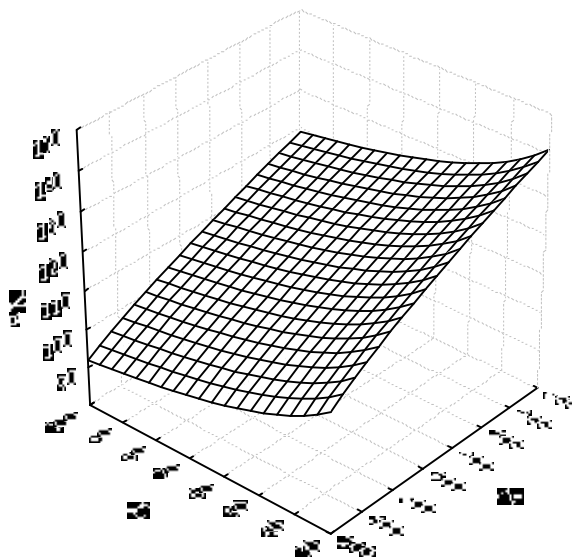


Рис. 15 Зависимость годового стока водосборного бассейна «Адыбаево» (Y_a , мм) от количества зимних атмосферных осадков (X , мм) и времени с момента создания лесных культур (L , лет).

Уравнения связи годового стока с комплексом гидро-климатических параметров для бассейна «Ак-Таш» лесистостью 43 % имеет вид:

$$Y_n = -361 - 0,83Y_p + 8,8 \ln(X_l Y_p) T_8 / T_5 \ln(n) + 41 \ln(X_l Y_p) \quad (5.2)$$

$$R^2 = 0,57; \quad \sigma = 15,2; \quad F = 8,9;$$

где X_l – годовое количество жидких атмосферных осадков, мм; n – время от создания лесных культур, лет; остальные обозначения те же, что и в формуле (5.1).

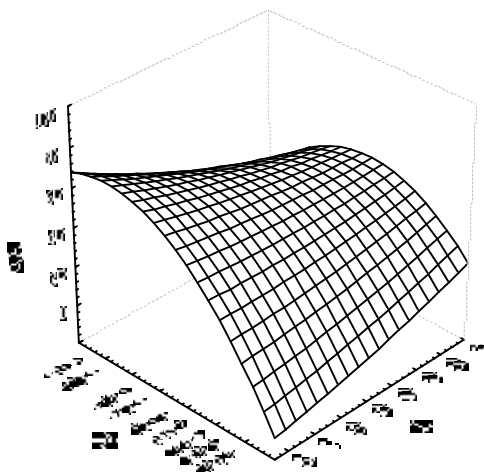


Рис. 16. Зависимость годового стока бассейна «Ак-Таш» (Y_b , мм) от количества жидких осадков (X , мм) и лесистости водосбора (L , %).

Годовой сток бассейна «Ак-Таш» с лесистостью 43% по уравнению (5.2) и (рис. 16) возрастает с увеличением количества атмосферных осадков, лесистости водосбора и стока предыдущего года.

Повышение августовской температуры воздуха сопровождается также увеличением стока. Повышение температуры воздуха выше 8° в мае достоверно влияет на снижение стока.

Уравнение связи годового стока бассейна «Бель» с лесистостью 21% с комплексом гидро-климатических параметров имеет следующий вид:

$$Y_b = 62,2 + 27,7 \ln(Y_p X_l) T_8 / T_5 - 517,3 T_5 / T_8 + 73,2 T_5 - 52 T_8 - 0,8 Y_p \quad (5.3)$$

$$R^2 = 0,51; \quad \sigma = 21,5; \quad F = 3,7;$$

Все обозначения те же, что и в формулах (5.1)–(5.2).

Увеличение годового стока бассейна «Бель» зависит от следующих гидро-климатических параметров: количества атмосферных осадков и стока предыдущего года, высоких августовских температур. Высокая температура воздуха в мае резко снижает сток. Низкая лесистость водосбора слабо отражается на колебаниях руслового стока, поэтому в этом уравнении отсутствует (n) – время создания лесных культур.

Характер связи годового стока бассейна «Бель» (рис. 17) с климатическими параметрами аналогичен бассейну «Ак-Таш». Водосборные бассейны с лесистостью выше 40% начинают выступать регуляторами режима речного стока.

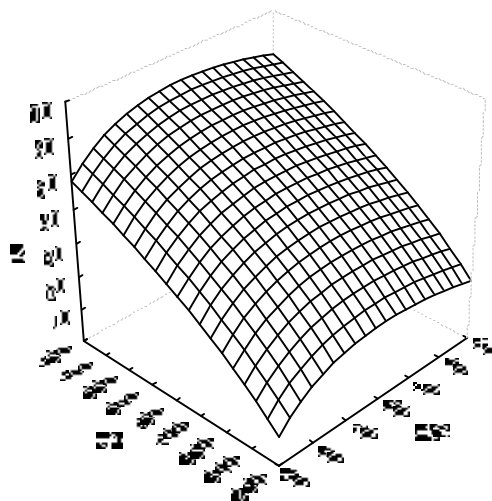


Рис. 17. Зависимость годового стока бассейна «Бель» (Y_b , мм) от количества жидких осадков (X , мм) и среднемесячной температуры воздуха в августе (T , °C).

Поэтому водосборный бассейн «Бель» лесистостью 21 % слабо регулирует речной сток. В водосборных бассейнах с малой лесистостью необходимо продолжать лесокультурные работы. По повышению лесистости П.Н. Матвеев (1984) отмечает, что лесные культуры, создаваемые в поясе еловых лесов Тянь-Шаня, в относительно короткий срок улучшают водно-физические свойства почвы и способствуют увеличению годового стока.

Большаков М.Н. (1962) указывает, что все реки, формирующиеся в горах Киргизии, питаются в основном за счет влаги, образующейся при таянии снега, накапливающегося в горах в холодное время года. Эти талые воды он делит на два компонента: талые воды сезонных снегов средних и нижних ярусов гор и талые воды вечных снегов и ледников высокогорной зоны. Поэтому водосборные бассейны с лесными насаждениями, расположенными в нижней и средней зоне гор, имея высокие показатели водно-физических свойств лесных почв, выступают как фактор регулятора водного режима горных рек.

Относительно узкие диапазоны изменения лесистости на каждом отдельном водосборе, а также различия в их размерах и другие специфические особенности осложняют возможность количественной оценки влияния лесистости на сток в региональном масштабе. Тем не менее, анализ изменения стока во времени свидетельствует о наличии определенной тенденции его снижения со всех водосборов, несмотря на увеличение атмосферного увлажнения (Рис. 18).

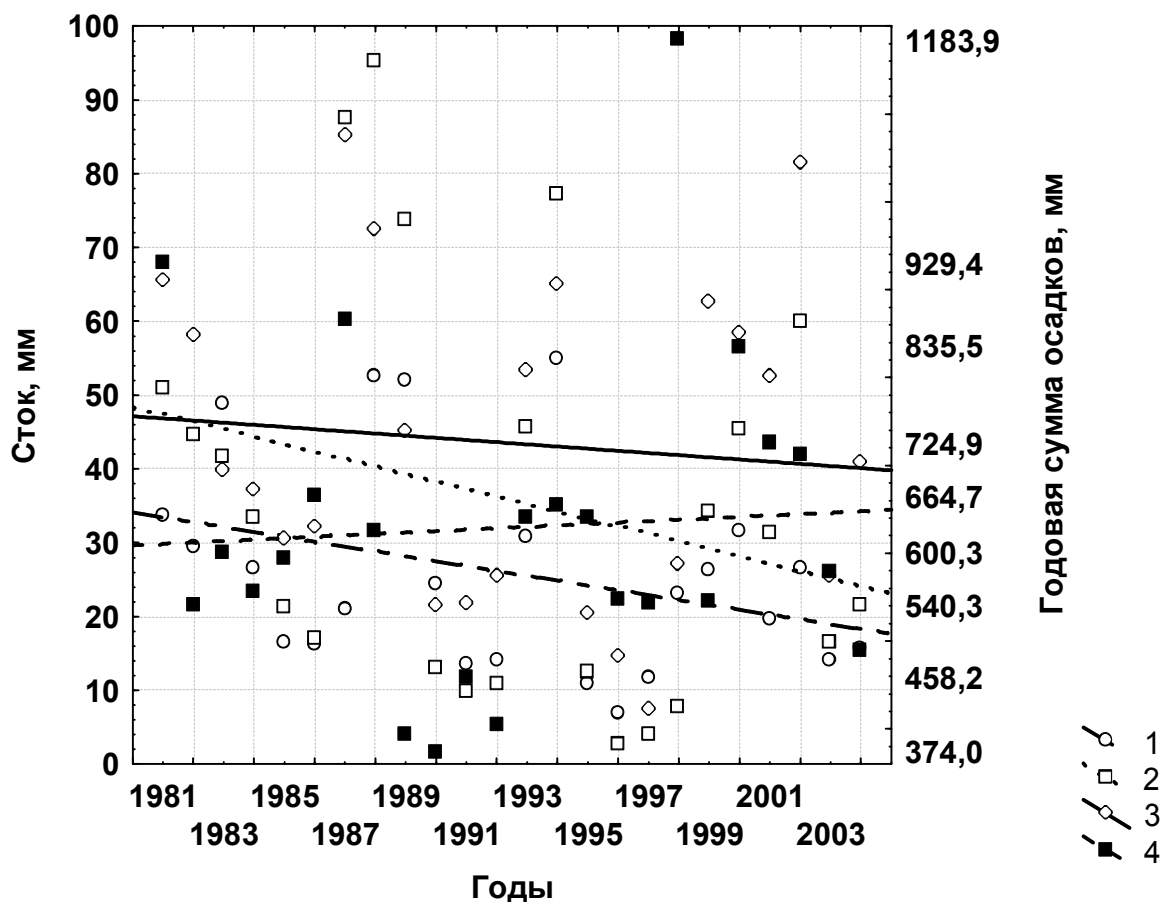


Рис. 18. Динамика годового стока и суммарного увлажнения.

1 –бассейн Адыбаево; 2 –Ак-Таш; 3 Бель; 4-сумма осадков.

Анализ динамики температур воздуха, свидетельствует о наличии положительного тренда для августовских температур и отрицательного для июньских, а это также должно сопровождаться увеличением стока. Таким образом, наблюдаемое на всех водосборах снижение годового стока не может быть следствием климатических факторов, а обусловлено по всей вероятности изменением ландшафтных условий и в первую очередь увеличением лесистости.

Эти противоречия, не укладывающиеся в рамки климатической концепции формирования стока, послужили стимулом для интеграции имеющейся информации и построения содержательной региональной модели формирования стока.

В качестве исходных данных служили, временные ряды годового стока с исследуемых водосборов, их лесистость с учетом временной динамики, а также площади водосборных бассейнов. С целью элиминирования многочисленных гидро-климатических параметров влияющих на годовой сток, в качестве фактора отражающего их интегральное значение использовалась водность цикла представляющая среднее значение годового стока со всех исследуемых водосборов. В результате обработки данных была

получена региональная модель формирования годового стока в условиях восточного Прииссыккуля:

$$Y_0 = -38,8 + 2,6V + 0,44L - 0,44V \ln L + 0,1S \quad (5.4),$$

$$R^2 = 0,89; \quad \sigma = 7,6; \quad F = 142;$$

где: V - водность цикла года; L - лесистость водосборного бассейна (%), S - площадь водосборного бассейна (га)

Анализ уравнения (5.4) свидетельствует о сложном характере связей годового стока с лесистостью, водностью цикла и площадью водосборов. В маловодные циклы с увеличением лесистости водосборов наблюдается рост стока, а в многоводные наоборот увеличению стока способствует снижение лесистости (Рис. 19).

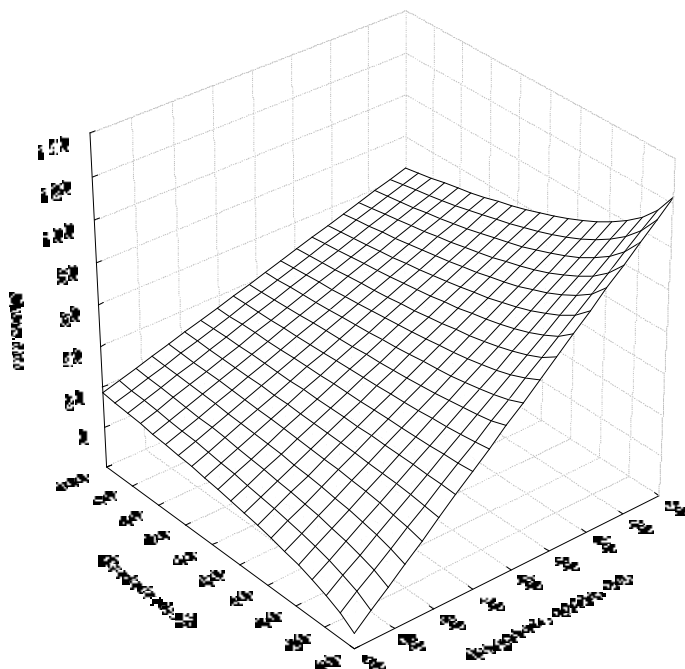


Рис. 19. Зависимость годового стока от лесистости водосбора и водность цикла

Таким образом, изменения фоновой погодно-климатической ситуации приводят к качественным изменениям гидрологических функций лесных экосистем. В континентальных условиях Прииссыккуля при избытке влаги лес по сравнению с открытым местом «работает» как испаритель, а при недостатке, как накопитель и источник пополнения грунтового питания водотоков.

Уменьшение стока с лесных территорий по сравнению с безлесными в многоводные циклы, обусловлено, на наш взгляд, двумя основными причинами. Если рассматривать потоки влаги, поступающие на поверхность

почвы, то очевидно, что при одинаковом атмосферном увлажнении, на безлесные водосборы ее всегда поступает больше, чем на лесные. Это и является первой причиной, а также основной предпосылкой, формирования там при прочих равных условиях, большего объема стока. Исключение могут составлять районы с преобладанием конденсационных осадков, к каковым не относится Прииссыккулье.

Большее поступление влаги на безлесные водосборы обусловлено перехватом, как жидких, так и твердых атмосферных осадков лесным пологом и последующим их испарением с крон. В многоводные циклы, абсолютная разница в поступлении осадков на поверхность почвы лесных и безлесных водосборов возрастает. Таким образом, перехват осадков пологом леса в условиях достаточного и избыточного увлажнения превышает расходы влаги на испарение с открытых участков, поэтому с безлесных территорий формируется больший сток, чем с лесных. В засушливые годы микроклиматические условия под пологом леса (меньшая освещенность, отсутствие иссушающих ветров, особенности радиационного и теплового режима) обеспечивают более экономный расход влаги на физическое испарение, за счет чего сток с лесных территорий может оказаться выше, чем с безлесных.

Вторая причина различий заключается в том, что лесные водосборы по сравнению с безлесными являются более сложными барьерами в системе влагооборота. Имея специфическую структуру и обладая большими запасами живой органики и фитодетрита, лесные экосистемы, трансформируют вводно-физические свойства почв, обеспечивая тем самым своеобразие гидрологических функций которые существенно отличающиеся от таковых у других экосистем суши. Обладая хорошей водопроницаемостью и большой влагоемкостью, лесные почвы лучше сохраняют влагу, что обеспечивает сглаживание руслового стока во времени, и соответственно уменьшает его в многоводные и увеличивает в маловодные циклы.

Наиболее интенсивные изменения стока проявляются в диапазоне изменения лесистости от 0 до 30 %, как при высокой, так и при низкой водности цикла, а увеличение лесистости выше 60 % мало сказывается на его изменении (рис. 5.6). Поскольку снижение лесистости водосборов ниже 30 % приводит к потере гидрологических и водорегулирующих функций лесных экосистем, а ее увеличение свыше 60 % не сопровождается адекватным их усилением, критической водоохранной лесистостью в условиях Прииссыккулья следует считать ее 30 % порог, а оптимальной будет лесистость на уровне 60 %.

Как свидетельствуют результаты наших исследований в маловодные циклы, когда роль леса, как регулятора влагооборота, наиболее выражена, сток возрастает, как с повышением лесистости, так и с увеличением площади водосборов.

В условиях Прииссыккулья (рис. 20.) многоводные периоды повторяются через 5–6 лет. Между ними в пределах трех лет отмечаются

периоды с пониженным количеством осадков. После каждого засушливого периода наблюдаются годы с экстремальным количеством атмосферных осадков. После засушливого периода 1998 г. выпало 1172 мм осадков, но увеличение стока по водосборным бассейнам незначительное, т.е. большая часть осадков задерживается на водосборе, и они пополняют истощившиеся грунтовые воды в зоне аэрации, израсходованные в засушливый период, что влияет на сток только со следующего года. Поэтому в бассейне «Адыбаево» увлажненные годы после засушливого периода отражаются на стоке меньше, чем в других бассейнах.

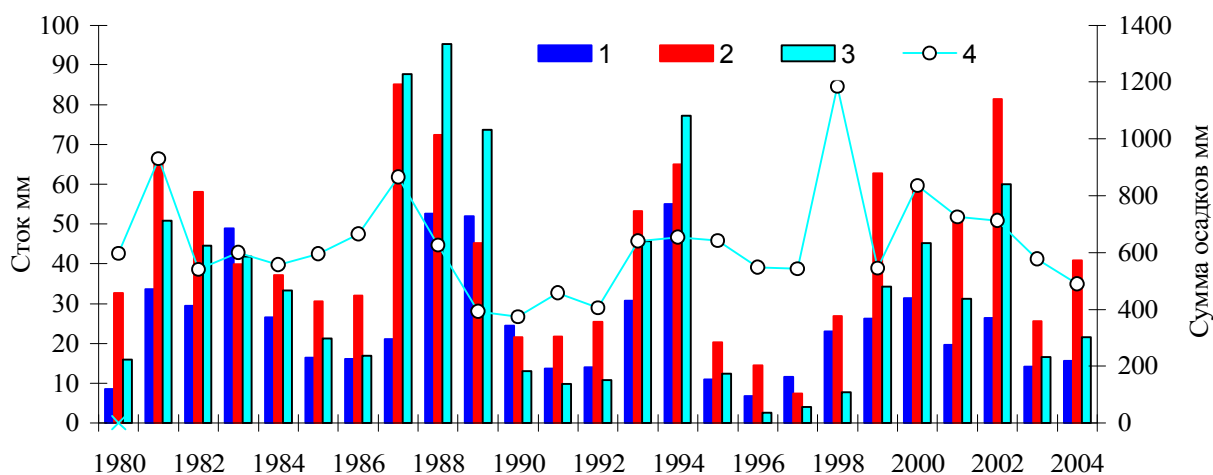


Рис. 20. Повторяемость водности цикла

1 – бассейн «Адыбаево»; 2 – «Ак-Таш»; 3 – «Бель»; 4 – сумма осадков.

На водосборах с пониженной лесистостью сток не равномерный. Пики расходов во внутригодовом стоке появляются во время интенсивного снеготаяния и после продолжительных и сильных дождей, как в многоводные периоды, так и маловодные. Почвы водосборных бассейнов с высокой лесистостью обладают большой фильтрационной способностью, снижают пиковые расходы, увеличивают меженные, но имеют такие дополнительные непроизводительные расходы, как задержание осадков и повышенную транспирацию.

Таким образом, несмотря на то, что роль климата в формировании годового стока в поясе еловых лесов Прииссыккуля является ведущей, не климатические факторы (лесная растительность, почвы, размеры и геологические особенности водосборов) также имеют большое значение. Обе группы факторов влияют на сток взаимобусловлено, вследствие чего проявляются синергетические эффекты, позволяющие оценить возможности регулирования стока посредством лесохозяйственных мероприятий в связи с фоновой погодно-климатической ситуацией. Посредством многовариантных численных экспериментов с моделями формирования стока представляется возможным оценить диапазоны погодно-климатических факторов, в которых роль леса, как регулятора влагооборота претерпевает качественные

изменения. При этом изменение знака водопродуктивной функции леса, позволяет оценить значения климатических параметров, при которых лес «работает» как большой испаритель влаги, или как лучший источник питания водотоков, по сравнению с безлесными участками. Выявленные закономерности формирования стока могут быть использованы для количественной оценки экологических последствий лесопользования, определения региональных нормативов лесистости обеспечивающих рациональное использование лесных и водных ресурсов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение гидрологического режима в еловых лесах Прииссыккуля, где были проведены лесохозяйственные мероприятия (группово-выборочные и постепенно-выборочные рубки различной интенсивности, лесные культуры и рубки ухода в них), позволило определить их влияние на водоохранные и защитные функции еловых лесов,

Дана характеристика снежного покрова - его высота, плотность, снегозапасы, характер пространственного распределения, даты установления и схода, продолжительность залегания и влияние на него выборочных рубок. Установлено, что в лесу динамика снегонакопления находится в обратной зависимости от полноты и возраста насаждений, а также снежности зимы. Наибольшая мощность снежного покрова отмечается на всех вырубках, меньшая под пологом леса не тронутого рубкой. Выборочная рубка со снижением полноты насаждения до 0,3, увеличивает мощность снежного покрова на 35-40см, по сравнению с лесом не тронутым рубкой. При группово-выборочных рубках в окнах мощность и коэффициент снегонакопления увеличивается. Такие рубки в еловых лесах являются хорошим аккумулятором снежного покрова. Получены зависимости снегонакопления от полноты насаждений. В еловом лесу Прииссыккуля за счет выборки перестойных, спелых, сухих и усыхающих деревьев со снижением полноты, снегозапасы увеличиваются на каждую единицу на 9-11%.

Результаты наблюдений показывают, что в еловых лесах, пройденных лесовосстановительными выборочными рубками, в изреженные рубкой древостои поступает большее количество осадков. В высокополнотных насаждениях со снижением полноты на каждую единицу, увеличивается проникновение жидких осадков на 6-7%, в низкополнотных до 9-10%. Выпадение жидких осадков в малом количестве снижает проникновение на 7% в низкополнотных насаждениях и до 12% - в высокополнотных. Это объясняется тем, что в спелых и перестойных насаждениях густая кроны и больше осадков идет на смачивание хвои, ветвей, стволов.

Получены зависимости перехвата жидких осадков от полноты .

В условиях Прииссыккуля выборочные рубки со снижением полноты на каждую единицу, увеличивают проникновение жидких осадков на 6-7%, твердых на 9-11%. Поэтому выборочные рубки в спелых и перестойных еловых насаждениях способствуют усилению водорегулирующей и водоохранной роли их.

Исследованиями влияния добровольно-выборочных и группово-выборочных рубок в еловых лесах на водно-физические свойства почв выявлено, что почвы в верхнем 10-20-сантиметровом слое на всех вырубках становятся плотнее, чем в лесу не тронутом рубкой. С увеличением срока после проведения рубки в высокополнотных насаждениях на среднеспелых

почвах водно-физические свойства восстанавливаются, а в низкополотных на крутых склонах с маломощными почвами продолжают ухудшаться. Высокополотные насаждения на темноцветных, торфянистых, среднемощных почвах, пройденные добровольно-выборочными рубками со снижением полноты до 0,4-0,5, по водопроницаемости и объемному весу фактически ничем не отличаются от нетронутого рубкой древостоя. Наблюдалось лишь слабое уплотнение почв верхних горизонтов в первые годы после рубки на глубину до 20см. Рубка не отразилась на водно-физических свойствах нижних горизонтов почвы. На всех вырубках в первые годы водопроницаемость как и плотность почв в верхних горизонтах ухудшаются. Добровольно-выборочные рубки в низкополотных насаждениях на маломощных почвах со снижением полноты до 0,3 привели к более сильному уплотнению почв.

На основании проведенных исследований разработана модель связи коэффициента поверхностного стока и сопротивления почвы расклиниванию. По модели можно дать предварительную шкалу оценки фильтрационной способности почвы еловой зоны Прииссыкулья и вероятности проявления эрозии почвы.

Установлено, что выборочные рубки елового леса слабой интенсивности на среднемощных почвах в Прииссыкулье существенно не отражаются на изменении водно-физических свойств почв и соответственно на насаждениях.

Изучение влияния лесных культур на водно-физические свойства почв показало, что под культурами в почвах с преобладанием пылеватых фракций, улучшаются структура и водно-физические свойства. Наиболее существенное воздействие на порозность и водопроницаемость почвы оказывает запас подстилки и ее снижение после рубок.

Следует отметить, что факторами, оказывающими большое влияние на быстроту впитывания воды в почву и формирование поверхностного стока, являются рельеф местности, запас подстилки и структура лесных почв. После рубки подстилка разрушается, плотность почвы увеличивается.

Наблюдения за суммарным стоком на трех водосборных бассейнах, имеющих различную лесистость, показывают, что повышение лесистости водосборных бассейнов методом создания лесных культур сильно отразилось на русловом стоке и повсеместно привело к увеличению суммарного стока. На основании обработки многолетних данных наблюдений построен гидрограф внутригодовой изменчивости стока по экспериментальным бассейнам с разной лесистостью. Водосборы с малой лесистостью слабо воздействуют на русловый сток.

Составлено уравнение общего водосборного бассейна. Анализ регрессионных моделей по оценке величины годового стока водосборов,

зависящего от комплекса гидро-климатических параметров, позволил установить, что водосборные бассейны лесистостью выше 40% содействуют увеличению стока до определенного предела лесистости (75–80%), после этого отмечается снижение. Следует отметить, что водосборы высокой лесистости (выше 75–80%) больше задерживают атмосферных осадков. В зимний период здесь значительно меньше накапливается снега, что приводит к снижению объема стока, но в то же время снижается испарение с поверхности почвы в период высоких летних температур и отмечается максимальная зарегулированность руслового стока. Водосборы со средней лесистостью увеличивают сток за счет большего проникновения под лесной полог атмосферных осадков и способствуют переводу их во внутрипочвенный сток. Лесной полог препятствует увеличению испарения с поверхности почв и способствует проникновению влаги в более глубокие горизонты.

Отмечено, что в условиях Прииссыкулья (рис. 20) многоводные периоды повторяются через 5–6 лет. Между ними в пределах трех лет отмечаются периоды с пониженным количеством осадков. После каждого засушливого периода наблюдаются годы с экстремальным количеством атмосферных осадков. После засушливого периода 1998 г. выпало 1172 мм осадков, но увеличение стока по водосборным бассейнам было незначительное, т.е. большая часть осадков задерживается на водосборе, и они пополняют истощившиеся грунтовые воды в зоне аэрации, израсходованные в засушливый период, что отражается на стоке только со следующего года. В водосборах с пониженной лесистостью сток не равномерный. Пики расходов во внутригодовом стоке появляются во время интенсивного снеготаяния и после продолжительных и сильных дождей, как в многоводные периоды, так и маловодные. Почвы водосборных бассейнов с высокой лесистостью обладают большой фильтрационной способностью, снижают пиковые расходы, увеличивают меженные, но имеют такие дополнительные непроизводительные расходы, как задержание осадков и повышенную транспирацию.

Изучено влияние трех видов трелевки (тракторная, конная, свободный спуск) на водно-физические свойства почв. В горных условиях при использовании всех этих трех способов в комплексе заметно сокращается площадь минерализованных участков, обеспечивается большая сохранность подраста и меньше повреждаются оставшиеся после рубки деревья. Рекомендуется трелевку древесины осуществлять в зимний период, порубочные остатки целесообразно укладывать на тракторных волоках однократного прохода, это способствует сохранению водно-физических свойств почвы. Разложение порубочных остатков на волоках предотвращает поверхностный сток и обогащает почву подвижными элементами, тем самым сохраняет водно-физические свойства почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азмайпарашвили Л.С. Значение возраста и формы древостоев для водорегулирующих и почвозащитных свойств горных лесов. –Труды Тбилисского ин-та леса, 1965, т. XIV.
2. Арманд Д.Л. Физико-географические основы проектирования сети полезащитных лесных полос. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 367 с.
3. Бизюкин В.В. Экологические условия на вырубках разной интенсивности Мат-лы Всесозн. совещ., Красноярск, 1976. - С. 36-39.
4. Бизюкин В.В. Гидрологические последствия рубок главного пользования в светлохвойных насаждениях юго-восточного Прибайкалья Средообразующая роль лесных экосистем Сибири. Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1982. - С. 58-68.
5. Битюков Н.А. Снежный покров в зоне буковых лесов северо-западного Кавказа «Лесоведение», 2005, №5, С. 56-64.
6. Большаков М.Н. Воды и водоэнергетические ресурсы. Природа Киргизии. Фрунзе, 1962 – С. 17-24.
7. Ботман К.С. Регулирование стока различной лесистостью в малых водосборах горнолесного пояса западного Тянь-Шаня Всесоюзное совещ. по водоохранно-защитной роли лесов.- Красноярск, 1975.-Ч. II. – С. 12-14.
8. Бочков А.П. Влияние леса и агролесомелиоративных мероприятий на водность рек лесостепной зоны европейской части СССР. - Л.: Гидрометеиздат., - 1954. - 136 с.
9. Будыко С.Х. О влиянии леса на водный режим рек Научные работы ин-та леса АН БССР – 1956. - Вып. 7. - С. 80-95.
10. Бурыкин А.М. Определение водопроницаемости в условиях горного рельефа Изв. отд. естеств. наук АН Тадж. ССР, 1956.- №4. - С. 23-26.
11. Буренина Т.А., Онучин А.А., Стаканов В.Д. Распределение жидких и твердых осадков. Лесные экосистемы Енисейского меридиана. Новосибирск: Изд-во СО РАН, - 2002. - С. 48-50.
12. Быков Б.А. Еловые леса Тянь-Шаня, их история, особенности и типология. Алмата-Ата: Изд-во АН КазССР, 1950.
13. Ведь И.П. Роль надземных гидрометеоров в водном балансе Крымского нагорья Метеорология и гидрология, 1967.
14. Вильямс В.Р. Травопольная система земледелия «В.Докучаев, П. Костычев, К.Тимирязев, В.Р. Вильямс» 1949 – 283с.
15. Воейков А.И. Климаты земного шара, в особенности России. Изб. соч. – М., 1948 - Т.1, - С. 163-728.
16. Воронков Н.А. Элементы влагооборота лесных водосборов Докл. сов. ученых на Междунар. симпоз. по влиянию леса на внешнюю среду. - М., 1970. - Т.1. - С. 79-98.

17. Воронков Н.А. Влагооборот и влагообеспеченность сосновых насаждений. М.: Лесная промышленность, 1973. 184 с.
18. Воронков Н.А. О гидрологической роли лесных насаждений в связи с их структурой. – В сб.: Повышение устойчивости и средо-охранной роли лесов. М., ВНИИЛИ, 1983, - С. 125-132.
19. Воронков Н.А. Роль лесов в охране вод. - Л.: Гидрометеоиздат, 1988. - 286 с.
20. Высоцкий Г.Н. О гидрологическом и метеорологическом влиянии лесов. 2 изд. - М., 1952, - 112 с.
21. Высоцкий Г.Н. Учение о лесной пертиненции. –Избр. соч. М.: Сельхозиздат, 1960, - 126 с.
22. Высоцкий Г.Н. О гидрологическом влиянии лесов. - М., 1962, - 67 с.
23. Ган П.А Опыт горного лесоразведения в поясе еловых лесов Киргизии.-Мат-лы совещ. по проблеме восстан. и развед. еловых лесов. Фрунзе: Изд-во АН Кирг.ССР, 1960, - С. 53-59.
24. Гапаров К.К. К истории изучения гидрологической и защитной роли горных лесов. Лесоводственные и лесокультурные исследования в Кыргызстане. Бишкек 2000, - С.127-134.
25. Гапаров К.К., Жоошев П.М. Горные леса и орошаемое земледелие. Лесоводственные и лесокультурные исследования в Кыргызстане. Бишкек 2003, С.94-101.
26. Гапаров К.К., Жоошев П.М. Роль горных лесов Кыргызстана и водосбергающих систем земледелия в решении экологических проблем региона. Структурно-Функциональная организация и динамика лесов. Красноярск 2004,С.136-137.
27. Гапаров К.К. Динамика снегонакопления в еловых насаждениях, пройденных лесовосстановительными рубками разной интенсивности. Лесоводственные и лесокультурные исследования в Кыргызстане. Бишкек 2006, - С. 23-30.
28. Гарцман И.Н. Проблемы географической зональности и дискретность гидрометеорологических полей в горных условиях муссонного климата. Труды ДВНИГМИ, 1971, вып. 35. - С. 3-31.
29. Глазовская М.А. Почвы равнинной части Иссык-Кульской впадины Труды Ин-та географии АН СССР.- Вып.56.-М., 1953.-Т.III.-С 91-150.
30. Гулисашвили В.З. Основные элементы физических свойств бурных лесных почв при рубках леса. - Почвоведение, 1940, №9.
31. Горшенин Н.П. Влияние сплошных рубок на режим стока в горных условиях Карпат. Вест. с-х. Наука, 1959. - №11. – С. 90-97.
32. Данилик В.Н. Снегонакопление, снеготаяние и сток в горных темнохвойных лесах Среднего Урала.Леса Урала и хозяйство в них. Вып. 8. Свердловск, 1975. С. 77-92.
33. Данилик В.Н. Влияние техники и технологии лесозаготовок на

- водоохранно-защитную роль леса Лесное хозяйство 1979.- №1.- С. 4-26.
34. Данилик В.Н. Изменение речного стока под влиянием лесных пожаров Лесоведение, 1982. - №4. – С. 78-81.
 35. Данилик В.Н., Макаренко Г.П. Экспресс-метод определения стокорегулирующей роли леса «Лесоведение», 1993, №2, - С. 60-67.
 36. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. СПб, 1892, 128 с.
 37. Дубах А.Д. Лес как гидрологический фактор. - М.: Гослес-бумиздат., 1951. – 160 с.
 38. Дзенс-Литовская Н.Н. Материалы для изучения еловых лесов Киргизской АССР.- Труды Ин-та. Леса СССР, М.: 1933, вып. 1.
 39. Жильцов А.С. Биогеоэкологические исследования в лесах Южного Сихотэ-Алиня. - Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. – 143 с.
 40. Жильцов А.С. Водоохранно-защитная роль хвойно-широколиственных лесов Южного Приморья Гидрологическая роль лесных геосистем. – Новосибирск: Наука, - 1989. - С. 97-101.
 41. Зонн С.В. О некоторых вопросах генезиса почв еловых лесов Тянь-Шаня. - Почвоведение, 1962, №5
 42. Зюбина В.И. Влияние леса на климат прилегающих территорий в лесостепных районах Сибири. Стационарные гидрологические исследования в лесах Сибири. Красноярск, 1975. – С. 9-42.
 43. Идзон П.Ф. Некоторые новые данные о гидрологической роли леса.- Докл. АН. СССР, 1961, т.137.
 44. Идзон П.Ф., Пименова Г.С. Влияние леса на сток рек. - М.: Наука, 1975.- 112с.
 45. Идзон П.Ф. Лес и водные ресурсы. -М.: Лесная промышленность, 1980.-153с.
 46. Исаков А.Т. Шкала оценки естественного возобновления ели Шеренка. Лесная таксация и лесоустройство- Красноярск 2005 –Вып.1 (34), - С. 64-68.
 47. Исаков А.Т., Венгловский Б.И. Изучение естественного возобновления ели Шренка в ущелье Кичи-Орукту, Тюпского лесхоза. Лесоводственные и лесокультурные исследования в Кыргызстане. Бишкек 2006, - С. 127-134.
 48. Кадеров Э.А. Водно-физические свойства и температурный режим почв в сосновых и березовых лесах Красноярской лесостепи. Трансформация лесными экосистемами факторов окружающей среды. Красноярск, 1984, - С.38-46.
 49. Каплюк Л.Ф. Физические и водные свойства мощных почв Крымских яйл.-Лесоводство и агролесомелиорация, Киев, 1965, вып. 6.
 50. Качинский Н.А. Физика почвы. М.: Высшая школа,1965. – 332 с.
 51. Китредж Дж. Влияние леса на климат, почвы и водный режим М.: Ин. лит-ра, 1951.- 456 с.

52. Климат Кырг.ССР. Фрунзе: Илим, 1965, - 290 с.
53. Кнорре Е. К вопросу о влиянии Бузлукского массива на увеличение количества атмосферных осадков в прилегающей местности. «Труды и исслед. Средне-Волжской опыт. станции». - Самара, - 1932, в.1.
54. Коваль И.П., Битюков Н.А. Предварительные рекомендации по определению размеров защитных полос по берегам горных рек. - Сочи,- 1974. 34 с.
55. Константинов А.П. Испарение в природе. - Л.: Гидрометеиздат., 1968.-532 с.
56. Корытный Л.М. К вопросу о распределении осадков в межгорных впадинах. Климат и воды Сибири. Новосибирск: Наука,-1980. С. 128-132.
57. Космынин А.В. Режим снеготаяния в арчевниках Алайского хребта. Тез. Докл. на Всесоюзн. совещ. «Защитное лесоразведение рациональное использование земельных ресурсов в горах». – Ташкет, Изд. МСХ. Узб.ССР, - 1979, - С. 81-82.
58. Космынин А.В. Гидрологическая и почвозащитная роль арчовых (межжевеловых) лесов и редколесий северного склона Алайского хребта. – Фрунзе: Илим, - 1988,-120 с.
59. Кожеков Д.К. Почвы еловых и арчовых лесов Киргизии и их химико-минералогический состав и свойства. – Фрунзе: Изд-во АН Киргизской ССР, 1963.-147с.
60. Краснощеков Ю.Н. Изменение водно-физических свойств почв подтаежных лесов Восточного Хэнтэя под влиянием рубок и пожаров. Трансформация лесными экосистемами факторов окружающей среды. - Красноярск, 1984, С.38-46.
61. Крестовский О.И. Влияние вырубок и восстановления лесов на водность рек. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 118 с.
62. Кузник И.А., Луконин Е.И., Пилипенко В.Я. Гидрология и гидрометрия. Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 386 с.
63. Лалл Г.У. Возможности увеличения полного стока посредством лесохозяйственных мероприятий Доклады иностранных ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду. Т. 2. – М., 1970. – С. 80-99.
64. Лебедев А.В. Водоохранное значение леса в бассейнах Оби и Енисея. – Новосибирск: Наука, 1964 – 64 с.
65. Лебедев А.В. Водный и тепловой балансы природных комплексов. Средообразующая роль лесов бассейна оз. Байкал. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1979. - С. 79-136.
66. Лебедев А.В. Роль антропогенных факторов в изменении гидрологических условий некоторых ТПК Защитная роль лесов Сибири. - Красноярск: Институт леса и древесины СО АН СССР, 1980.

- С. 14-30.
67. Лебедев А.В. Гидрологическая роль горных лесов Сибири. – Новосибирск: Наука, 1982, - 182 с.
 68. Лебедев А.В., Краснощеков Ю.Н. Водная эрозия, твердый сток и химизм вод. Средообразующая роль лесов бассейна оз. Байкал. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1979. - С. 162-194.
 69. Лебедев А.В., Ускова П.Г. Высотно-поясные закономерности формирования стока и водной эрозии в горных лесах бассейна Байкала. Стационарные гидрологические исследования в лесах Сибири. - Красноярск, 1975. – С. 69-99.
 70. Лебков В.Ф. Организация хозяйства в горных лесах Южной Сибири. - Красноярск, 1967. – 287 с.
 71. Лейтон Л., Родда Дж. К. Леса и осадки. Доклады иностранных ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду. М. 1970. С. 3-20.
 72. Лучшев А.А. Осадки под пологом леса. Тр. ВНИИЛХ, 1940. вып.18.
 73. Львович М.И. Гидрометеорологические действия лесных полос и принципы их размещения на полях колхозов и совхозов. Тр. ГГИ, Л.: 1950. вып.28 (77).
 74. Львович М.И. О методике оценки изменений речного стока.- Изв.АН СССР.сер.геогр., 1955. №6.
 75. Львович М.И. Человек и воды. Преобразование водного баланса и речного стока. – М.: Географгиз, 1963. – 567 с.
 76. Мамытов А.М. О почвах Центрального Тянь-Шаня Тр. Отдела почвоведения АН Киргизской ССР. Вып.V-Фрунзе, 1958
 77. Мамытов А.М. Почвы гор Средней Азии и Южного Казахстана. Фрунзе, Илим, 1982. -250с.
 78. Матвеев П.Н. Формирование снежного покрова в еловых лесах Тянь-Шаня. Лесоведение. 1968. №1. С. 79-83.
 79. Матвеев П.Н. Водоохранное значение лесных насаждений в условиях Тянь-Шаня. Лесоведение 1969. №4 С. 3-7.
 80. Матвеев П.Н. Гидрологическая роль еловых лесов Тянь-Шаня. Фрунзе, Изд-во Илим, 1973. 73 с.
 81. Матвеев П.Н. Гидрологическая и защитная роль горных лесов Киргизии. Фрунзе, Илим, 1984. - 240 с.
 82. Матвеев П.Н. Влияние пастьбы скота на гидрологические и защитные свойства орехово-плодовых лесов Киргизии. Лесоведение, 1986, №1, С.76-79.
 83. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд.АН СССР, 1955. – 342с.
 84. Михович А.И. К установлению нормативов водоохранной лесистости территории Украинской ССР и Молдавской ССР Лесоводство и

- агролесомелиорация. – Киев: Урожай, 1973. - Вып. 33. – С. 3-12.
85. Молчанов А.А. Гидрологическая роль леса.-М.: Изд-во АН СССР, 1960.-487 с.
 86. Молчанов А.А. Лес и климат. М.: АН СССР, 1961. 279 с.
 87. Молчанов А.А Современное состояние лесной гидрологии в СССР и за рубежом. – Вопросы географии, 1963, сб.60.
 88. Молчанов А.А Лес и окружающая среда. М.: Наука, 1968, 278с.
 89. Молчанов А.А Влияние леса на окружающую среду. -М.: Наука, 1973.- 359с.
 90. Молчанов А.А. Роль лесов в биосфере и гидрологических процессах В сб.: Всесоюзное совещание по водоохранно-защитной роли горных лесов. Ч. 1. Красноярск: ИЛ и Д АН СССР, 1975, С. 4-6.
 91. Молчанов А.А. Влияние леса на окружающую среду. – М.: Изд-во АН СССР, 1977. - 360 с.
 92. Морозов Г.Ф. Учение о лесе. - М.: Гослесбумиздат, 1949. – 456с.
 93. Муратов М.Э. Изменение гидрологического режима рек под влиянием сплошных рубок на Южном Урале. Изменение водоохранно-защитных функций лесов под влиянием лесохозяйственных мероприятий. – Пушкино, 1973. - С. 118-132.
 94. Нестеров В.Г. К вопросу о влиянии леса на снеговой покров. Метерология и гидрология., 1940, №3.
 95. Олейник В.С. Водоохранная и водорегулирующая роль горных лесов Карпат. Гидрологическая роль лесных геосистем. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1989. - С. 73-79.
 96. Олейник В.С. Гидрологические последствия рубок ельников на элементарных водосборах в Украинских Карпатах. Лесоведение. 1999. №2. С.42-48.
 97. Онучин А.А. Вертикальное строение полога насаждений, как фактор, влияющий на снежный покров в лесу. В сб.: Актуальные вопросы исследования лесов Сибири. Красноярск: ИЛ и Д СО АН СССР, 1981, С. 117-119.
 98. Онучин А.А. Снежный покров в тёмнохвойных насаждениях Хамар-Дабана и зависимость снегозапасов от таксационных и биометрических показателей В сб.: Средоулучшающая роль леса. Новосибирск: Центральное правление лесной промышленности и лесного хозяйства, 1984, С. 134-136.
 99. Онучин А.А. Высотно-поясные особенности трансформации твердых атмосферных осадков горными лесами Хамар-Дабана. Гидрологические исследования в лесах СССР. Фрунзе: Илим, 1985. С. 109-119.
 100. Онучин А.А. Фитомасса крон и хвои кедровых и пихтовых древостоев Хамар-Дабана Строение, рост и инвентаризация лесонасаждений. Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1985 - С. 78-86.

101. Онучин А.А. Трансформация твердых атмосферных осадков горными лесами Хамар-Дабана. Автореф. дис. канд. с.-х. наук. Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1987. - 19 с.
102. Онучин А.А. Пространственно-временная модель распределения температур воздуха. Лесные экосистемы Енисейского меридиана. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. С. 45-48.
103. Онучин А.А., Буренина Т.А. Пространственно-временная динамика плотности снежного покрова на территории Северной Евразии. Метеорология и гидрология. 1996. № 12, С.101-111.
104. Онучин А.А., Буренина Т.А. Моделирование пространственно-временного распределения осадков. Лесные экосистемы Енисейского меридиана. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. С. 50-54.
105. Онучин А.А. Космынин А.В. Гапаров К.К. Корец М.А. Моделирование и ГИС как средства восполнения информационного дефицита при лесогидрологических исследованиях. Сибирский экологический журнал. Новосибирск 2003 вып.6 Том X. С.759-755
106. Онучин А.А. Космынин А.В. Гапаров К.К. Влияние лесистости водосборного бассейна на суммарный сток в еловых лесах Прииссыкуля. Лесоводственные и лесокультурные исследования в Кыргызстане. Бишкек 2006, С.82-92.
107. Опритова Р.В. Водоохранная роль лесов Южного Сихотэ-Алиня. - М.: Наука, 1978. - 96 с.
108. Опритова Р.В. Надземная фитомасса лесов и речной сток в Южного Сихотэ-Алине. Владивосток 1991. – 117с
109. Осипов В.В. К вопросу о влиянии леса на распределение осадков. – Лесоведение, 1967, №4. С 76-80.
110. Паулюквичюс Г.Б. Гидрологические и геохимические свойства холмистых лесных ландшафтов. - Вильнюс, 1972. - 117 с.
111. Петров Н.Ф. К основам промышленного лесоведения. Формирования и продуктивность лесных фитоценозов. – Красноярск.: ИЛИД. СО АН СССР, - 1983. – С.112-120.
112. Побединский А.В. Лесам Урала рациональные способы рубок Лесное хозяйство, 1969, №9, С. 59-63.
113. Побединский А.В. Изменение защитной и водорегулирующей роли леса под влиянием рубок Вопр. геогр. – 1976. - Вып. 102 - С. 169-179.
114. Побединский А.В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов. М.: Лесная промышленность, 1979. 176 с.
115. Побединский А.В. Влияние лесохозяйственных мероприятий на изменение водоохранной и почвозащитной роли лесов. Гидрологическая роль лесных геосистем. – Новосибирск: Наука, 1989. - С. 102-108.
116. Поляков А.Ф. Влияние главных рубок на почвозащитные свойства

- буковых лесов. М.: Изд-во Лесная промышленность, 1965, 174 с.
117. Поляков А.Ф. Водорегулирующая роль горных лесов Украины и пути ее оптимизации при ведении хозяйства: Автореф. дис.на соиск.учен. степ. д-ра с-х. наук. Киев, 1984.-36с.
 118. Прасолов Л.И. Почвы Туркестана. Монографии изд. Комиссией по изучению естественных производительных сил СССР, Л.: 1925. – 96с.
 119. Протопопов В.В. Гидроклиматическая роль лесов Западного Саяна и дальнейшие задачи исследования в этом направлении. В сб.: Материалы по изучению лесов Сибири и Дальнего Востока. (Труды конференции). Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1963, С. 70-86.
 120. Протопопов В.В. Биоклимат темнохвойных горных лесов Южной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1965. – 96 с.
 121. Протопопов В.В. Средообразующая роль темнохвойного леса. – Новосибирск: Наука, 1975. - 327 с.
 122. Проскуряков М.А. Биология цветения и плодоношения ели Тянь-Шанский. Алма-Ата.: Кайнар, 1965. – 126с.
 123. Проскуряков М.А. Горизонтальная структура горных темнохвойных лесов. Алма-Ата.: Наука, 1983. – 203с.
 124. Рахманов В.В. Влияние леса на сток рек. Лес и степь, 1951, №9, С.11-17.
 125. Рахманов В.В. Водоохранная роль лесов. - М., 1962. - 234 с.
 126. Рахманов В.В. Водорегулирующая роль лесов. Труды Гидрометцентра СССР. 1975. - Вып.153. - 192 с.
 127. Рахманов В.В. Лесная гидрология. Итоги науки и техники. Лесоведение и лесоводство. Т. 3, М., Изд-во ВИНТИ, 1981, 181 с.
 128. Рахманов В.В. Гидроклиматическая роль лесов. М., Лесная промышленность, 1984. 240 с.
 129. Ревут И.Б. Физика почв. – Л.: Колос, 1972. -323 с.
 130. Роде А.А. К вопросу о роли леса в почвообразовании. Почвоведении, №5, 1954.
 131. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. - Л., Гидрометеиздат, 1965. - 664 с.
 132. Ройченко Г.И. Водный режим черно-бурых почв ореховых лесов Южной Киргизии. Тр. Сектора почвовед. КиргФАН СССР, вып. III, Фрунзе, 1950
 133. Ройченко Г.И. Почвы Южной Киргизии. Фрунзе, Илим, 1960. – 185 с.
 134. Ройченко Г.И. Почвы Южной Киргизии Афтореф. Докт. дис, Фрунзе, 1967, 36с.
 135. Рутковский В.И. Обоснование лесохозяйственных мероприятий по усилению защитных водоохраных свойств леса. М.-Л., 1948. 43 с.
 136. Рутковский В.И. Влияние лесов на накопление и таяние снега.Снег и талые воды. М.: АН СССР, 1956. С. 184-205.

137. Рутковский В.И. Влияние лесохозяйственных мероприятий на сток рек.-Изв. АН СССР, серия геогр.1958, №3.
138. Рутковский В.И., Кузнецова З.И. Влияние насаждений на снеговой режим. Водоохранная роль леса. Пушкино: ВНИИЛХ, 1940. С. 149-179.
139. Сабо Е.Д. Некоторые результаты исследований формирования снежного покрова в лесу. Снежный покров, его распространение и роль в народном хозяйстве. М.: АН СССР, 1962. С. 98-103.
140. Самусенко В.Ф., Кожеков Д.К. Специфичность горного почвообразования в еловых лесах Тянь-Шаня.- Почвоведение, 1982, №6.
141. Смарагдов Д.Г. Водоохранная роль леса.- Тр. ВНИИЛХ, 1939, вып.8, С 5-26.
142. Соколовский Д.Л. Нормы максимального стока весенних паводков. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 527 с.
143. Соседов И.С. О влиянии ориентации горных склонов на режим снежного покрова (на примере бассейна реки Малой Алмаатинки). В сб.: Снежный покров, его распределение и роль в народном хозяйстве. М.: Изд-во АН СССР, 1962, С. 87-97.
144. Соседов И.С. Исследование баланса снеговой влаги на горных склонах Заилийского Алатау, Алма-Ата, 1967, 198 с.
145. Созыкин Н.Ф. Гидрологическое значение лесной подстилки и физических свойств лесных почв.- Тр. ВНИИЛХ, 1939, вып. 8, С.125-205.
146. Сыпалова Н.Д. Особенности формирования снежного покрова в ельниках Тянь-Шаня Биографические аспекты растительного и животного мира Прииссыккуля. Фрунзе: Средне-Азиатский НИИЛХ, 1975. С.65-73.
147. Таранков В.И. Гидрологический режим хвойно-широколиственных лесов Южного Приморья.-Л.:1970.-120с.
148. Узакбаева Ж.М. Влияние лесных культур на лесорастительные свойства почв в условиях Прииссыккуля. Лесоводственные и лесокультурные исследования в Кыргызстане. Бишкек, 2000, С.81-87.
149. Узакбаева Ж.М. Влияние искусственных лесонасаждений на почвы Восточного Прииссыккуля. Лесоводственные и лесокультурные исследования в Кыргызстане. Бишкек 2001, С.90-94.
150. Узакбаева Ж.М., Карабаев Н.А. Изменение физических свойств почв под искусственными насаждениями. Мат-лы междун. науч. конф.: «Сохранение и устойчивое использование растительных ресурсов».- Бишкек,2003.-С. 84-88.
151. Уваров. Эколого-физиологическая характеристика основных форм и экотипов ели Шренка Автореф. дис .канд. био. наук.- Алма-Ата, 1971.- 28с.

152. Федоров С.В. Исследование элементов водного баланса в лесной зоне европейской территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 264 с.
153. Филин В.И. Влияние леса на сток рек.- Лесное хозяйство, 1953, №8.
154. Ханбеков И.И. Изменение водоохранно-защитных свойств горных лесов под влиянием лесохозяйственных мероприятий. Изменение водоохранно-защитных функций лесов под влиянием лесохозяйственных мероприятий. ВНИИЛМ, Пушкино, 1973. С143-152.
155. Хуторцев И.И. Поверхностный сток и процессы эрозии почв на концентрированных вырубках сосняков и лиственничников Бурятии. Леса и лесное хозяйство Бурятской АССР.- Изд-во АН СССР, 1962. - С. 201-211.
156. Чагелишвили Р.Г. Изменение водоохранно-защитных функций горных лесов под влиянием лесохозяйственных мероприятий. – Тбилиси, Сабчота Сакартвело, 1979. – 85 с.
157. Чагелишвили Р.Г. Научные основы ведения хозяйства в горных водоохранно-защитных лесах Грузии. Автореф. дис. докт. с/х наук. Красноярск, 1984, 41 с.
158. Чеботарев Н.П. Современное состояние и перспективы развития орехоплодового хозяйства в Киргизии. Материалы совещания по проблеме восстановления и развития орехоплодовых лесов южной Киргизии. Фрунзе., Изд. АН Кирг.ССР, 1958, С. 5-23.
159. Чеботарев И. Н. Современное состояние и перспективы ведения хозяйства в еловых лесах Киргизии. Материалы совещания по проблеме восстановления и развития еловых лесов Киргизии. Фрунзе., Изд. АН Кирг.ССР, 1960 С. 84-96.
160. Черных З.И. Фитоклимат еловых лесов Тянь-Шаня и его лесоводственное значение. Автореф. дис. канд. био. наук.- Красноярск, 1985.-18с.
161. Черных З.И., Чешев Л.С. Снежный покров, промерзание и оттаивание почвы в еловых лесах северного Тянь-Шаня. Лесоведение. 1982. №2. С. 63-68.
162. Чешев Л.С. Типы еловых лесов Северной Киргизии. Фрунзе.: Илим, 1971.- 127с.
163. Чешев Л.С. Черных З.И. и др. Биоэкологические основы рубок главного пользования в еловых лесах Тянь-Шаня. Фрунзе., Илим, 1978. - 154с.
164. Чотонов А.Б. Закономерности строения и качественного состояния ели Шренка в Иссык-Кульской области Кыргызстана. Лесная таксация и лесоустройство. Красноярск 2002. вып. 1(31), С. 29-32
165. Чубатый О.В., Олейник В.С. Водоохранные леса Закарпатья Принципы выделения защитных лесных полос. – М.: Наука, 1977. – С. 42-51.
166. Шпак И.С. Влияние леса на водный баланс водосборов. – Киев,

- Наукова Думка, 1968. – 284 с.
167. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л., Гидрометеиздат, 1963, 302 с.
 168. Шульц В.Л. Некоторые итоги и пути развития способов расчета стока в условиях горных стран. Труды САРНИГМИ, 1972, вып. 62 (77), С. 3-29.
 169. Шумков В.С. Некоторые особенности физических свойств лесных почв. //Научные работы по лесному почвоведению. ВНИИЛМ. М., Изд-во. Лесная промышленность, 1973, С. 4-29.
 170. Шумков В.С. Воронков А.Б. и др. Водно-физических свойств почв Урала под влиянием рубок и механизированных заготовок. Изменение водоохранно-защитных функций лесов под влиянием лесохозяйственных мероприятий. ВНИЛИМ, Пушкино, 1973, С. 18-34.
 171. Щербакова А.В. Обоснование выбора методик для разработки лесовосстановительных рубок в естественных еловых лесах Прииссыккуля. Лесоводственные и лесокультурные исследования в Кыргызстане. Бишкек 2001, С. 57-65.
 172. Эйтинген, Г.Р. Лес как гидрологический фактор. Труды ТГ, 1945, вып. 30.
 173. Alton C., Fred L. Prediction of snow-water equivalents in coniferous forests. Can. J. Forest Res. 1981. VII. №4. pp. 854-857.
 174. Anderson H.W. Forest and meteorological influences on snow and snowmelt water and their management. Joint FAO / USSR International symposium on forest influences and watershed management. Moscow, USSR. 1970, pp. 41-54.
 175. Benecke P. Soil water relations and water exchange of forest ecosystems. Ecol. Stud., 1976, №19, pp. 101-131.
 176. Burger H. Wald und Wasserhaushalt. Schweizerische Zeitschr. Fur Forstwesen, H 2, 1929.
 177. Compendium 9 Control of Erosion. National Academy of Science. Washington D.C. 1979. 316 p.
 178. Golding D.L., Swanson R.H. Snow accumulation and melt in small forest openings in Alberta. Can. J. Forest Res. 1978. №8. pp. 380-388.
 179. Hewlett J.D. Review of the Catchments experiment to determine water yield. Joint FAO / USSR International symposium on forest influences and watershed management. Moscow, USSR. 1970, pp. 145-155.
 180. Onuchin A.A., Kosminin A.V., Gaparov K.K. Use of modeles to fill knowledge gaps in forest hydrology. Boreal forests and environment: Local, regional and global scales. Krasnoyarsk, 2002, pp. 62-63.
 181. Riggs H.S. Some statistical tools in hydrology. Techniques of Water-Resources Investigations of the United States Geological Survey. Book 4. Chapter A1. 1969, 39 p.
 182. Riggs H.S., Hardison C. H. Storage analyses for water supply. Techniques of Water-Resources Investigations of the United States Geological Survey.

- Book 4. Chapter B2. 1973, 20 p.
183. Trueb E. Wald und Wasser. Schweizerische Zeitschrift für forstwesen, 112, №10-11, 1961.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Сводная ведомость метеоданных за 1996 год по метеостанции «Опорный»

Месяцы	Температура воздуха			Ср. влажность по гигрометру	Температура почве		Осадки, мм	Снежный покров		
	Ср. темп., °С	Абс. max, °С	Абс. min., °С		Абс. max, °С	Абс. min., °С		Наличие в балах	Средняя высота	Мах высота по рейке
Январь	-8,8	2,5	-19,6	67	3,0	-21,0	53,0	10	22	39
Февраль	-6,5	5,0	-13,0	72	7,5	-16,7	13,5	10	22	39
Март	-2,1	8,5	-10,0	63	17,0	-11,5	53,3	8	23	42
Апрель	2,1	19,8	-11,3	59	51,0	-11,5	95,2	4	9	26
Май	8,7	22,0	-1,3	54	57,0	-4,7	75,2			1
Июнь	11,9	25,0	0,8	62	54,5	6,0	82,2			
Июль	14,3	27,0	6,0	55	61,5	6,0	61,0			
Август	14,7	26,1	4,0	56	55,0	0,0	14,8			
Сентябрь	12,5	26,0	0,0	37	53,0	-1,0	27,9			
Октябрь	3,5	17,2	-7,8	57	33,0	-8,0	57,8	2	1	15
Ноябрь	-2,1	8,7	-7,0	61	16,5	-11,7	24,9	3	1	8
Декабрь	-3,7	5,3	-10,0	60	14,0	-15,0	2,6	2	1	3
Ср. за год	3,7	27,8	-19,6	58	61,5	-21,0	561,4	3	6	42

Сводная ведомость метеоданных за 1997 год по метеостанции «Опорный»

Месяцы	Температура воздуха			Ср. влажность по гигрометру	Температура почвы		Осадки, мм	Снежный покров		
	Ср. темп., °С	Абс. max, °С	Абс. min, °С		Абс. max, °С	Абс. min, °С		Наличие в балах	Средняя высота	Мах высота по рейке
Январь	-4,9	5,0	-14,0	62	10,0	-21,0	17,9	6	9	21
Февраль	-6,4	4,0	-13,2	53	7,5	-16,5	5,3	10	13	15
Март	1,1	14,0	-7,5	48	25,0	-11,0	14,8	4	4	15
Апрель	11,2	25,0	2,0	41	56,0	-1,0	1,0			
Май	12,4	25,0	-0,5	58	56,0	-4,5	83,2	0	0	12
Июнь	12,0	25,1	3,0	52	51,5	0,0	152,8			
Июль	15,5	29,2	1,8	47	54,0	4,5	33,2			
Август	12,2	25,0	1,8	44	51,0	4,0	82,2			
Сентябрь	11,6	29,0	2,0	38	48,0	-2,6	12,4			
Октябрь	8,8	21,4	2,1	36	44,0	-5,2	0,7			
Ноябрь	1,6	12,6	-15,6	70	28,0	-16,9	52,8	8	11	24
Декабрь	-4,3	3,5	-12,0	79	4,2	-19,0	32,0	10	26	36
Ср. за год	5,9	29,0	-15,6	52	56,0	-21,0	488,3	3	3	36

Сводная ведомость метеоданных за 1998 год по метеостанции «Опорный»

Месяцы	Температура воздуха			Ср. влажность по гигрометру	Температура почвы		Осадки, мм	Снежный покров		
	Ср. темп., °С	Абс. max, °С	Абс. min, °С		Абс. max, °С	Абс. min, °С		Наличие в балах	Средняя высота	Мах высота по рейке
Январь	-7,2	5,0	-12,5	76	5,5	-18,0	92,2	10	54	75
Февраль	-5,4	5,0	-11,5	76	7,1	-16,5	72,2	10	59	80
Март	-2,1	14,2	-11,0	68	12,0	-19,5	93,3	10	50	63
Апрель	4,1	22,1	-4,0	61	45,0	-4,4	154,3	3	7	35
Май	6,9	21,5	-4,8	73	45,0	-8,6	142,1			10
Июнь	8,5	24,0	-6,5	69	50,0	-4,3	155,8			
Июль	12,6	24,0	5,0	77	53,0	10,0	122,2			
Август	15,5	26,6	6,0	67	56,0	10,0	90,3			
Сентябрь	13,3	25,0	2,0	64	56,0	0,2	88,2			
Октябрь	4,6	19,2	-4,0	62	30,0	-5,0	88,5			5
Ноябрь	-1,0	11,5	-9,3	69	20,0	-7,2	21,8	2	5	20
Декабрь	-4,4	5,0	-15,9	87	2,2	-17,2	52,7	10	10	76
Ср. за год	3,7	26,6	-15,9	70	56,0	-19,5	1173	4	15	80

Сводная ведомость метеоданных за 1999 год по метеостанции «Опорный»

Месяцы	Температура воздуха			Ср. влажность по гигрометру	Температура почвы		Осадки, мм	Снежный покров		
	Ср. темп., °С	Абс. max, °С	Абс. min, °С		Абс. max, °С	Абс. min, °С		Наличие в балах	Средняя высота	Max высота по рейке
Январь	-8,5	3,0	-17,8	80	4,2	-25,0	15,9	10	56	67
Февраль	-4,9	2,2	-12,6	75	4,2	-15,4	6,5	10	48	57
Март	-3,6	5,1	-11,1	76	11,0	-13,8	23,2	10	55	66
Апрель	0,9	17,2	-13,5	73	49,5	-13,0	26,9	5	8	29
Май	9,8	27,1	-0,5	63	54,0	-0,4	104,5			
Июнь	11,6	24,3	-0,5	68	55,0	-1,0	58,8			
Июль	15,0	27,0	7,8	79	60,0	8,0	59,3			
Август	16,0	27,2	6,3	49	61,0	0,0	74,2			
Сентябрь	8,4	23,4	3,5	56	49,0	0,5	44,8			
Октябрь	4,6	17,2	-8,5	57	37,0	-12,5	56,3			
Ноябрь	0,2	11,3	-8,2	56	20,0	-17,0	28,0	9	6	25
Декабрь	-6,0	3,4	-11,4	82	2,8	-16,8	107,0	10	38	74
Ср. за год	3,6	15,7	-5,5	67	61	-0,4	605,4	4	17	74

Сводная ведомость метеоданных за 2000 год метеостанции «Опорный»

Месяцы	Температура воздуха			Ср. влажность по гигрометру	Температура почвы		Осадки, мм	Снежный покров		
	Ср. темп., °С	Абс. max, °С	Абс. min, °С		Абс. max, °С	Абс. min, °С		Наличие в балах	Средняя высота	Мах высота по рейке
Январь	-8,1	1,0	-14,6	82	8,0	-19,3	61,5	10	69	84
Февраль	-8,4	2,4	-18,4	79	6,0	-19,6	43,7	10	67	87
Март	-3,3	14,5	-15,8	74	14,0	-18,0	20,9	10	57	72
Апрель	6,4	22,4	-2,2	60	42,0	-4,0	43,4	1	4	30
Май	10,6	26,6	2,0	76	54,0	2,8	74,8			
Июнь	11,1	25,5	0,5	76	55,0	0,0	90,6			
Июль	13,9	27,0	6,0	83	60,0	6,0	85,8			
Август	14,7	27,8	4,0	66	58,0	3,0	68,2			
Сентябрь	10,1	23,3	1,8	63	52,0	0,0	112,1			
Октябрь	3,2	17,8	-6,5	72	29,6	-8,0	127,4	2	1	12
Ноябрь	-2,2	11,0	-9,6	77	16,0	-12,8	23,9	6	10	24
Декабрь	-5,8	1,3	-15,0	82	6,0	-18,0	17,3	10	29	46
Ср. за год	3,5	16,7	-5,7	74,2	33,4	-7,3	769,6	4	20	87

Сводная ведомость метеоданных за 2001 год метеостанции «Опорный»

Месяцы	Температура воздуха			Ср. влажность по гигрометру	Температура почвы		Осадки, мм	Снежный покров		
	Ср. темп., °С	Абс. max, °С	Абс. min, °С		Абс. max, °С	Абс. min, °С		Наличие в балах	Средняя высота	Мах высота по рейке
Январь	-9,4	1,7	-16,9	85	4,1	-18,1	16,5	10	39	50
Февраль	-4,8	5,0	-15,9	80	15,0	-18,5	25,1	10	50	60
Март	0,2	16,0	-8,2	70	13,0	-10,5	20,3	9	35	49
Апрель	5,2	22,1	-4,0	63	45,0	-3,5	66,9	3	2	5
Май	9,1	23,1	-5,9	71	43,0	-10,6	68,4			10
Июнь	13,5	27,8	3,0	57	59,6	0,2	26,1			
Июль	15,7	30,2	8,8	62	60,0	5,5	116,8			
Август	13,5	23,8	5,7	66	55,0	8,6	108,5			
Сентябрь	9,5	24,7	2,0	68	50,0	1,0	126,1			
Октябрь	3,6	15,1	-8,0	70	30,0	-8,1	109,0			
Ноябрь	1,6	9,2	-6,0	71	16,5	-8,5	14,7	2	1,5	10
Декабрь	-7,3	0,9	-20,0	75	4,8	-20,0	70,2	10	19	29
Ср. за год	4,0	30,2	-16,9	70	60,0	-18,5	768,6	4	14	60

Сводная ведомость метеоданных за 2002 год метеостанции «Опорный»

Месяцы	Температура воздуха			Ср. влажность по гигрометру	Температура почве		Осадки, мм	Снежный покров		
	Ср. темп., °С	Абс. max, °С	Абс. min, °С		Абс. max, °С	Абс. min, °С		Наличие в балах	Средняя высота	Мах высота по рейке29
Январь	-9,4	-0,2	-16,1	77	2,2	-20,0	64,1	10	36	70
Февраль	-7,0	1,7	-15,6	70	8,4	-20,0	57,4	10	58	75
Март	-0,1	14,1	-9,5	56	14,5	-10,0	63,5	10	41	58
Апрель	4,8	16,2	-2,5	78	30,0	-8,0	107,5	2	5	20
Май	8,0	22,1	-2,8	72	41,3	-1,3	80,1			
Июнь	14,8	25,5	5,5	72	47,5	7,4	48,5			
Июль	16,9	27,0	7,6	67	54,0	10,0	42,7			
Август	18,3	30,5	7,0	64	60,0	10,0	49,2			
Сентябрь	11,7	22,7	-0,2	54	45,1	-2,0	54,0			
Октябрь	7,0	22,0	-2,0	58	35,0	-5,0	60,7	4	3	15
Ноябрь	1,4	11,5	-5,7	72	17,0	-7,6	30,1	2	11	28
Декабрь	-5,1	4,6	-14,8	80	2,3	-17,0	33,1	10	30	40
Ср. за год	6,5	30,5	-20,0	68	60,0	-20,0	690,9	4	13	75

Сводная ведомость метеоданных за 2003 год метеостанции «Опорный»

Месяцы	Температура воздуха			Ср. влажность по гигрометру	Температура почвы		Осадки, мм	Снежный покров		
	Ср. темп., °С	Абс. max, °С	Абс. min, °С		Абс. max, °С	Абс. min, °С-17,0		Наличие в балах	Средняя высота	Мах высота по рейке
Январь	-5,8	3,7	-14,4	77	3,2	-17,8	21,0	10	31	40
Февраль	-4,4	5,0	-12,4	75	2,3	-15,8	41,6	10	39	50
Март	-1,3	10,5	-13,2	77	8,0	-15,0	53,0	10	47	70
Апрель	1,7	20,0	-8,7	75	32,0	-10,3	76,9	7	11	28
Май	11,5	23,5	0,0	61	40,0	-0,8	24,6			
Июнь	15,3	27,6	4,5	66	52,0	5,5	55,9			
Июль	16,4	25,0	5,5	68	50,1	8,0	88,9			
Август	15,6	26,8	5,8	58	50,0	4,7	46,9			
Сентябрь	10,2	24,5	-3,4	70	50,0	-5,5	47,9			
Октябрь	3,7	15,5	-5,4	62	21,3	-6,8	57,9			
Ноябрь	1,2	16,	-8,5	75	17,0	14,0	62,4	7	9	22
Декабрь	-5,0	0,0	11,3	70	0,8	-14,6	12,2	10	22	28
Ср. за год	4,9	27,6	-14,8	70	52,0	-17,8	589,2	2	14	70

Сводная ведомость метеоданных за 2004 год метеостанции «Опорный»

Месяцы	Температура воздуха			Ср. влажность по гигрометру	Температура почвы		Осадки, мм	Снежный покров		
	Ср. темп., °С	Абс. max, °С	Абс. min, °С		Абс. max, °С	Абс. min, °С		Наличие в балах	Средняя высота	Мах высота по рейке
Январь	-6,3	-0,5	-14,1	82	0,1	-18,9	52,4	10	40	60
Февраль	-3,1	2,6	-10,9	64	5,0	-16,6	13,3	10	45	57
Март	-0,2	13,0	-7,3	73	12,0	-10,0	45,9	10	55	86
Апрель	6,3	17,8	-3,5	52	30,2	-6,5	9,4	2	6	40
Май	9,9	22,0	3,5	55	40,0	5,0	69,2			
Июнь	14,7	25,0	4,0	54	55,0	0,0	65,9			
Июль	15,1	28,5	6,0	67	60,0	9,3	61,9			
Август	14,9	27,0	8,0	52	57,0	7,4	16,4			
Сентябрь	10,1	20,1	3,6	62	35,4	4,0	37,3			
Октябрь	5,2	20,0	-3,0	58	40,0	-6,3	43,5			
Ноябрь	-0,6	10,6	-12,0	58	17,0	-19,5	1,7	4	2	10
Декабрь	-4,9	2,6	-11,3	68	9,5	-22,0	12,4	7	7	18
Ср. за год	5,2	28,5	-14,1	64	60,0	-18,9	429,3	4	15	86

Сток с водосборного бассейна «Адыбаева»

Годы	Сток, мм												Сумма стока за год, мм
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
1980	0,584	0,383	0,322	0,291	0,322	0,760	1,114	0,965	0,997	0,997	0,965	1,114	8,814
1981	0,760	0,523	0,523	0,473	0,888	1,199	1,989	4,859	8,563	5,325	4,037	4,444	33,584
1982	0,781	0,632	0,561	0,512	0,798	1,205	2,231	6,325	8,562	5,327	3,954	2,128	33,016
1983	0,965	0,383	0,322	0,291	0,383	5,458	9,411	10,889	9,852	5,325	3,783	1,822	48,883
1984	1,465	1,514	0,997	1,006	0,997	2,865	5,966	4,575	3,415	1,822	0,859	1,114	26,595
1985	0,965	0,786	0,786	0,710	0,786	2,462	2,350	2,274	1,514	1,514	1,465	0,786	16,395
1986	0,760	0,786	0,786	0,710	0,786	1,465	1,514	2,274	2,544	1,989	1,465	1,114	16,192
1987	1,078	0,786	0,786	0,710	0,997	2,865	5,966	3,305	1,822	0,888	0,859	0,997	21,057
1988	1,610	1,664	1,664	1,503	1,664	3,305	17,369	11,852	4,444	3,415	2,462	1,664	52,613
1989	1,465	1,372	1,372	1,240	1,372	3,080	16,137	13,927	4,444	3,415	2,462	1,664	51,951
1990	3,080	1,664	1,664	1,503	1,989	2,865	2,350	1,925	2,747	1,664	1,328	1,664	24,441
1991	1,199	1,239	1,239	1,119	1,239	1,610	1,239	1,199	1,114	0,997	0,859	0,604	13,659
1992	0,760	0,786	0,786	0,710	1,239	2,659	1,822	1,199	1,114	0,888	1,078	0,997	14,037
1993	0,965	0,997	0,997	0,901	1,372	2,274	4,727	5,773	5,021	3,415	2,462	1,822	30,726
1994	1,763	1,514	1,372	1,240	1,372	1,925	15,542	12,352	7,010	4,444	3,305	3,183	55,022
1995	2,659	1,372	0,997	0,710	0,786	1,199	0,997	0,506	0,523	0,450	0,370	0,383	10,952
1996	0,212	0,219	0,219	0,198	0,523	1,199	0,997	1,610	0,523	0,383	0,370	0,383	6,837
1997	0,370	0,383	0,219	0,198	0,383	0,965	1,989	1,610	1,989	1,822	0,965	0,786	11,678
1998	0,760	0,786	0,786	0,710	1,114	1,610	4,172	1,763	4,444	3,415	2,095	1,372	23,027
1999	1,610	1,664	0,786	0,710	1,664	1,925	2,747	5,773	3,183	2,544	1,610	1,989	26,204
2000	1,925	1,372	0,997	0,901	1,372	2,865	5,966	5,153	4,444	2,544	1,925	1,989	31,453
2001	1,328	0,997	0,786	0,71	0,997	2,462	3,909	2,865	1,822	1,514	0,965	1,239	19,593
2002	1,078	0,786	0,786	0,71	0,786	2,659	10,306	3,783	1,822	1,514	1,078	1,239	26,546
2003	1,078	0,888	0,786	0,71	1,114	2,659	1,664	1,199	1,114	0,888	1,078	0,997	14,174
2004	1,199	0,786	0,786	0,71	1,372	2,659	5,021	2,462	1,664	1,239	1,328	1,372	20,597

Сток с водосборного бассейна «Ак-Таш»

Годы	Сток, мм												Сумма стока за год, мм
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
1980	1,535	1,066	0,773	0,632	0,664	4,881	7,415	7,034	3,022	1,894	1,897	1,894	32,707
1981	1,479	1,16	0,892	0,698	0,851	2,925	11,087	13,449	12,646	10,716	5,11	6,03	67,043
1982	2,027	2,027	1,767	1,184	1,311	4,128	10,534	12,835	13,898	4,7	3,358	2,308	60,077
1983	1,651	1,706	1,586	1,137	1,209	4,026	12,245	7,319	3,856	1,96	1,71	1,472	39,877
1984	1,651	1,706	1,586	1,137	1,209	3,828	10,353	6,351	4,48	1,894	1,592	1,417	37,204
1985	1,268	1,259	1,259	0,963	0,933	3,828	6,563	5,227	4,48	1,894	1,592	1,311	30,577
1986	1,077	1,112	1,021	1,048	1,16	2,762	5,773	6,756	5,401	3,757	2,163	1,894	33,924
1987	1,372	1,417	1,259	1,137	1,259	23,063	16,143	14,081	12,047	7,124	4,441	1,767	85,11
1988	2,095	2,095	2,095	1,892	2,095	10,019	22,952	13,449	5,901	4,48	2,925	2,457	72,455
1989	2,163	1,96	1,96	1,77	1,96	8,845	9,822	6,619	4,265	2,691	1,71	1,417	45,182
1990	0,945	0,811	0,811	0,733	1,96	3,828	3,956	2,527	1,83	1,83	1,268	1,066	21,565
1991	1,123	1,021	1,021	0,843	0,976	3,094	4,372	3,828	2,308	1,311	0,988	0,851	21,736
1992	0,823	0,736	0,736	0,664	0,851	4,231	5,901	3,828	2,937	1,767	1,425	1,472	25,371
1993	1,425	1,472	1,311	1,184	1,417	6,619	12,85	8,369	6,161	6,03	4,441	1,96	53,239
1994	1,425	1,472	1,311	1,137	1,417	3,181	22,093	14,295	9,14	4,589	2,762	2,165	64,987
1995	2,095	1,96	1,529	1,28	1,417	1,771	4,265	2,378	1,472	1,021	0,61	0,534	20,332
1996	0,547	0,504	0,504	0,43	0,534	2,163	2,236	2,527	1,894	1,363	0,945	0,933	14,58
1997	0,677	0,597	0,565	0,51	0,597	0,643	0,892	0,433	0,773	0,565	0,547	0,597	7,396
1998	0,517	0,302	0,26	0,235	0,302	2,378	5,161	2,378	5,161	2,308	4,658	3,287	26,947
1999	1,71	1,363	1,363	1,231	3,287	5,465	14,331	13,243	7,563	6,563	4,026	2,533	62,678
2000	2,163	1,529	1,472	1,33	1,529	9,505	11,657	9,675	6,84	4,7	4,128	3,757	58,285
2001	2,762	2,236	1,767	1,596	2,382	11,469	12,85	4,994	3,287	3,66	2,604	2,937	52,544
2002	2,163	1,645	1,586	1,433	1,83	18,491	24,129	12,436	8,488	3,66	2,604	2,937	81,402
2003	1,833	1,96	2,027	1,892	2,165	2,163	2,308	2,305	2,457	2,533	2,527	1,363	25,533
2004	1,032	0,933	0,851	0,569	0,597	4,335	13,473	7,034	4,927	2,937	2,305	1,894	40,887

Сток с водосборного бассейна «Бель»

Годы	Сток, мм												Сумма стока за год, мм
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
1980	0,631	0,318	0,292	0,287	0,267	0,847	3,805	4,278	2,03	1,381	1,275	0,574	15,985
1981	0,334	0,222	0,146	0,132	0,146	0,485	4,293	9,433	11,034	11,258	6,553	6,772	50,808
1982	0,452	0,325	0,296	0,211	0,178	1,399	6,321	8,661	10,331	7,3211	3,541	2,163	41,1991
1983	0,944	0,737	0,612	0,589	0,694	2,938	8,942	8,465	10,813	4,168	2,378	1,446	42,726
1984	0,944	0,781	0,537	0,518	0,318	4,531	9,34	6,553	4,816	2,642	1,53	0,875	33,385
1985	0,671	0,537	0,345	0,22	0,201	2,292	4,55	3,914	3,353	2,195	1,53	1,381	21,189
1986	0,801	0,828	0,318	0,337	0,612	1,598	1,581	2,84	2,835	2,195	1,53	1,381	16,856
1987	0,801	0,828	0,318	0,337	0,612	27,869	14,417	14,723	11,714	7,108	5,063	3,805	87,595
1988	5,631	4,55	2,368	2,139	5,819	13,182	25,626	13,502	8,574	4,856	3,14	5,819	95,206
1989	1,275	1,197	1,197	1,135	1,318	13,701	15,485	8,845	19,276	5,669	4,278	1,512	74,888
1990	1,048	0,537	0,537	0,485	0,875	1,739	1,581	1,739	2,03	1,257	0,756	0,537	13,121
1991	0,361	0,373	0,373	0,337	0,373	0,361	1,029	1,965	1,951	1,446	0,801	0,467	9,837
1992	0,361	0,373	0,373	0,337	0,574	0,895	0,976	1,464	2,112	1,581	0,996	0,828	10,87
1993	0,801	0,828	0,828	0,748	3,353	6,553	7,28	6,879	6,127	5,819	3,459	3,036	45,711
1994	2,124	2,195	2,195	1,983	2,195	2,292	26,108	17,186	10,595	5,232	2,84	2,281	77,226
1995	2,466	0,267	0,267	0,241	0,537	0,801	2,281	1,965	1,651	1,083	0,519	0,318	12,396
1996	0,176	0,182	0,182	0,164	0,182	1,048	0,077	0,086	0,039	0,146	0,195	0,182	2,659
1997	0,176	0,182	0,146	0,148	0,182	0,452	0,537	0,485	0,781	0,574	0,259	0,182	4,104
1998	0,176	0,146	0,146	0,148	0,201	0,334	0,101	0,756	1,446	1,797	1,399	1,139	7,789
1999	0,756	0,501	0,115	0,104	0,115	0,259	4,952	11,114	6,607	5,819	3,14	0,737	34,219
2000	0,519	0,403	0,163	0,164	0,163	5,486	10,166	10,253	8,555	5,375	2,649	1,381	45,277
2001	1,965	1,083	0,292	0,264	0,318	5,343	6,939	4,531	3,463	2,642	2,124	2,281	31,245
2002	1,275	0,694	0,267	0,264	0,244	17,765	16,884	10,464	5,819	2,934	1,888	1,446	59,944
2003	0,944	0,501	0,244	0,241	1,257	2,292	3,139	2,84	1,723	2,112	0,671	0,612	16,576
2004	0,485	0,201	0,089	0,06	0,077	2,84	4,42	4,531	3,805	2,368	1,598	1,139	21,613

Издается:

Представительством Швейцарского Фонда
по Развитию и Международному Сотрудничеству
“Intercooperation” в Кыргызской Республике

inter
cooperation
Кыргызстан

Управление природными ресурсами
Сельская экономика
Местное самоуправление и гражданское общество

Бишкек, 720000, а/я 2011

Кыргызская Республика

Тел/факс: (+996 312) 67 96 34; 67 90 57

e-mail: lesic@elcat.kg

www.intercooperation.kg

При финансовой поддержке:

Швейцарского Управления по Развитию и Сотрудничеству - SDC

